

Guía de Sistemas Ambientales y Sociedades

Primera evaluación: 2026

Guía de Sistemas Ambientales y Sociedades

Primera evaluación: 2026

Programa del Diploma

Guía de Sistemas Ambientales y Sociedades

Versión en español del documento publicado en febrero de 2024 con el título
Environmental systems and societies guide

Publicada en febrero de 2024
Actualizada en marzo de 2024, julio de 2024 y febrero de 2025

Publicada por la Organización del Bachillerato Internacional, una fundación educativa sin fines de lucro con sede en Rue du Pré-de-la-Bichette 1, 1202 Ginebra (Suiza)

Sitio web: ibo.org/es

© Organización del Bachillerato Internacional, 2024

La Organización del Bachillerato Internacional (conocida como IB) ofrece cuatro programas educativos exigentes y de calidad a una comunidad de colegios de todo el mundo, con el propósito de crear un mundo mejor y más pacífico. Esta publicación forma parte de una gama de materiales producidos con el fin de apoyar dichos programas.

El IB puede utilizar diversas fuentes en su trabajo y comprueba la información para verificar su exactitud y autoría original, en especial al hacer uso de fuentes de conocimiento comunitario, como Wikipedia. El IB respeta la propiedad intelectual, y hace denodados esfuerzos por identificar a las personas titulares de los derechos y obtener la debida autorización antes de la publicación de todo material protegido por derechos de autor utilizado. El IB agradece las autorizaciones recibidas para utilizar los materiales incluidos en esta publicación y enmendará cualquier error u omisión lo antes posible.

El IB pretende que el español utilizado en sus publicaciones sea comprensible para la totalidad de hablantes de esta lengua y no refleje una variante particular o regional. Asimismo, en la redacción se aplica un enfoque de comunicación no sexista, que constituye una etapa intermedia dentro de la actual trayectoria global del IB respecto al acceso y la inclusión.

Todos los derechos reservados. Esta publicación no puede reproducirse, almacenarse en un sistema de archivo y recuperación de datos ni distribuirse de forma total o parcial, de manera alguna ni por ningún medio, sin la previa autorización por escrito del IB o sin que esté expresamente permitido en la [normativa de uso de la propiedad intelectual del IB](#).

Los artículos promocionales y las publicaciones del IB pueden adquirirse en la [tienda virtual del IB](#) (correo electrónico: sales@ibo.org). Está prohibido el uso comercial de las publicaciones del IB (tanto las incluidas en las tasas como las que se pueden adquirir por separado) por parte de terceras personas que actúen en el entorno de la Organización del Bachillerato Internacional sin haber establecido una relación formal con ella (incluidos, entre otros, organizaciones que imparten clases, empresas proveedoras de desarrollo profesional, empresas editoriales del sector educativo y compañías que ofrecen servicios de planificación curricular o plataformas digitales que brindan recursos pedagógicos). Dicho uso comercial solo está permitido con la correspondiente licencia por escrito otorgada por el IB. Las solicitudes de licencias deben enviarse a copyright@ibo.org. Encontrará más información al respecto en el [sitio web del IB](#).

Declaración de principios del IB

El Bachillerato Internacional tiene como meta formar personas solidarias, informadas y ávidas de conocimiento, capaces de contribuir a crear un mundo mejor y más pacífico, en el marco del entendimiento mutuo y el respeto intercultural.

En pos de este objetivo, la organización colabora con establecimientos escolares, gobiernos y organizaciones internacionales para crear y desarrollar programas de educación internacional exigentes y métodos de evaluación rigurosos.

Estos programas alientan a estudiantes del mundo entero a adoptar una actitud activa de aprendizaje durante toda su vida, a actuar de forma compasiva y a entender que otras personas, con sus diferencias, también pueden estar en lo cierto.



Perfil de la comunidad de aprendizaje del IB

El objetivo fundamental de los programas del Bachillerato Internacional (IB) es formar personas con mentalidad internacional que, conscientes de la condición que las une como seres humanos y de la responsabilidad que comparten de velar por el planeta, contribuyan a crear un mundo mejor y más pacífico.

Como miembros de la comunidad de aprendizaje del IB, nos esforzamos por demostrar los siguientes atributos:

INDAGACIÓN

Cultivamos nuestra curiosidad, a la vez que desarrollamos habilidades para la indagación y la investigación. Sabemos cómo aprender de manera autónoma y junto con otras personas. Aprendemos con entusiasmo y mantenemos estas ansias de aprender durante toda la vida.

CONOCIMIENTO

Desarrollamos y usamos nuestra comprensión conceptual mediante la exploración del conocimiento en una variedad de disciplinas. Nos comprometemos con ideas y cuestiones de importancia local y mundial.

RAZONAMIENTO

Utilizamos habilidades de pensamiento crítico y creativo para analizar y proceder de manera responsable ante problemas complejos. Actuamos por propia iniciativa al tomar decisiones razonadas y éticas.

COMUNICACIÓN

Nos expresamos con confianza y creatividad en diversas lenguas, lenguajes y maneras. Colaboramos eficazmente, escuchando atentamente las perspectivas de otras personas y grupos.

INTEGRIDAD

Actuamos con integridad y honradez, con un profundo sentido de la equidad, la justicia y el respeto por la dignidad y los derechos de las personas en todo el mundo. Asumimos la responsabilidad de nuestros propios actos y sus consecuencias.

MENTALIDAD ABIERTA

Desarrollamos una apreciación crítica de nuestras propias culturas e historias personales, así como de los valores y tradiciones de otras personas. Buscamos y consideramos distintos puntos de vista y mostramos disposición a aprender de la experiencia.

SOLIDARIDAD

Mostramos empatía, sensibilidad y respeto. Nos comprometemos a ayudar y actuamos con el propósito de influir positivamente en la vida de las personas y el mundo que nos rodea.

AUDACIA

Abordamos la incertidumbre con previsión y determinación. Trabajamos de manera autónoma y colaborativa para explorar nuevas ideas y estrategias innovadoras. Mostramos ingenio y resiliencia cuando enfrentamos cambios y desafíos.

EQUILIBRIO

Entendemos la importancia del equilibrio físico, mental y emocional para lograr el bienestar propio y el de las demás personas. Reconocemos nuestra interdependencia con respecto a otras personas y al mundo en que vivimos.

REFLEXIÓN

Evaluamos detenidamente el mundo y nuestras propias ideas y experiencias. Nos esforzamos por comprender nuestras fortalezas y debilidades para, de este modo, contribuir a nuestro aprendizaje y desarrollo personal.

El perfil de la comunidad de aprendizaje engloba diez atributos valorados por los Colegios del Mundo del IB. Tenemos la convicción de que estos atributos, y otros similares, pueden ayudar a personas y grupos a ser miembros responsables de las comunidades locales, nacionales y mundiales.

Índice

Introducción	1
Propósito de esta publicación	1
El Programa del Diploma	2
Naturaleza de Sistemas Ambientales y Sociedades	6
Enfoques del aprendizaje y de la enseñanza de Sistemas Ambientales y Sociedades	14
El proyecto científico colaborativo	20
Objetivos generales	21
Objetivos de evaluación	22
Los objetivos de evaluación en la práctica	23
Programa de estudios	24
Resumen del programa de estudios	24
Formato del programa de estudios	26
Habilidades en el estudio de Sistemas Ambientales y Sociedades	27
Contenido del programa de estudios	33
Evaluación	119
La evaluación en el Programa del Diploma	119
Resumen de la evaluación: NM	121
Resumen de la evaluación: NS	122
Evaluación externa	123
Evaluación interna	127
Apéndices	137
Glosario de términos de instrucción	137
Bibliografía	139
Actualizaciones de la publicación	144

Propósito de esta publicación

El propósito de esta publicación es servir de guía a los colegios en la planificación, la enseñanza y la evaluación de la asignatura. Si bien está dirigida principalmente al profesorado, se espera que este la utilice para informar sobre la asignatura a estudiantes y a sus padres y madres.

Esta guía está disponible en la página de la asignatura del Centro de recursos para los programas (resources.ibo.org), un sitio web protegido por contraseña y concebido para proporcionar apoyo al profesorado del IB. También puede adquirirse en la tienda virtual del IB (store.ibo.org).

Otros recursos

En el [Centro de recursos para los programas](#) pueden encontrarse también publicaciones tales como exámenes de muestra y esquemas de calificación, material de ayuda al profesor, informes generales de la asignatura y descriptores de calificaciones finales. En la [tienda virtual del IB](#) se pueden adquirir exámenes y esquemas de calificación de convocatorias anteriores.

Se invita a los profesores/as a que visiten el Centro de recursos para los programas, donde podrán consultar materiales adicionales creados o utilizados por otros profesores y profesoras. También pueden aportar información sobre materiales que consideren útiles, por ejemplo: sitios web, libros, videos, publicaciones periódicas o ideas pedagógicas.

Agradecimientos

El IB agradece a los profesionales de la educación y a sus respectivos colegios la generosidad con la que dedicaron tiempo y recursos a la elaboración de la presente guía.

Primera evaluación: 2026

El Programa del Diploma

El Programa del Diploma (PD) es un exigente programa preuniversitario de dos años de duración para jóvenes de 16 a 19 años. Su currículo abarca una amplia gama de áreas de estudio y aspira a formar personas informadas e instruidas y con espíritu indagador, a la vez que solidarias y sensibles a las necesidades de las demás personas. Se da especial importancia a que los alumnos y alumnas desarrollen un entendimiento intercultural y una mentalidad abierta, así como las actitudes necesarias para respetar y evaluar distintos puntos de vista.

El modelo del Programa del Diploma

El programa se representa mediante seis áreas académicas dispuestas en torno a un núcleo (véase la figura 1). Esta estructura favorece el estudio simultáneo de una amplia variedad de áreas académicas. El alumnado estudia dos lenguas modernas (o una lengua moderna y una clásica), una asignatura de humanidades o ciencias sociales, una ciencia experimental, una asignatura de matemáticas y una de artes. Esta variedad hace del PD un programa exigente y muy eficaz como preparación para el ingreso a la universidad. Además, en cada una de las áreas académicas tienen flexibilidad para elegir las asignaturas en las que tengan un interés particular y que quizás deseen continuar estudiando en la universidad.

Figura 1

Modelo del Programa del Diploma



La combinación adecuada

Se debe elegir una asignatura de cada una de las seis áreas académicas, aunque también se pueden elegir dos asignaturas de otra área, en lugar de una asignatura de Artes. Generalmente deben cursarse tres asignaturas (y no más de cuatro) en el Nivel Superior (NS) y las demás en el Nivel Medio (NM). El IB recomienda dedicar 240 horas lectivas a las asignaturas del NS y 150 a las del NM. Las asignaturas del NS se estudian con mayor amplitud y profundidad que las del NM.

En ambos niveles se desarrollan numerosas habilidades, en especial las de análisis y pensamiento crítico. Dichas habilidades se evalúan externamente al final del curso. En muchas asignaturas, el alumnado realiza también trabajos que califica directamente cada docente en el colegio.

El núcleo del modelo del Programa del Diploma

Cada estudiante del PD debe completar los tres elementos que conforman el núcleo del modelo.

El curso de Teoría del Conocimiento (TdC) se centra fundamentalmente en el pensamiento crítico y la indagación acerca del proceso de aprendizaje más que en la adquisición de un conjunto de conocimientos específicos. Además, examina la naturaleza del conocimiento y la manera en la que conocemos lo que afirmamos saber. Todo ello se consigue animando al alumnado a analizar las afirmaciones de conocimiento y a explorar preguntas sobre la construcción del conocimiento. El cometido de TdC es poner énfasis en los vínculos entre las áreas de conocimiento compartido y relacionarlas con el conocimiento personal, de manera que el alumnado sea más consciente de sus perspectivas y de cómo estas pueden diferir de las de otras personas.

El curso estudia los medios para generar conocimiento dentro del tema central “El conocimiento y el actor del conocimiento”, así como en el marco de otros temas opcionales (conocimiento y tecnología, conocimiento y lenguaje, conocimiento y política, conocimiento y religión, y conocimiento y sociedades indígenas) y áreas de conocimiento (artes, ciencias naturales, ciencias humanas, historia y matemáticas). El curso también anima a comparar las distintas áreas de conocimiento y a reflexionar sobre cómo se alcanza el conocimiento en las distintas disciplinas, qué tienen en común las disciplinas, y qué las diferencia.

Creatividad, Actividad y Servicio (CAS) es una parte central del Programa del Diploma. El programa de CAS contribuye a que cada estudiante desarrolle su propia identidad, de acuerdo con los fundamentos éticos expresados en la declaración de principios y el perfil de la comunidad de aprendizaje del IB. Hace participar al alumnado en una variedad de actividades simultáneas al estudio de las disciplinas académicas del PD. Las tres áreas que lo componen son la creatividad (artes y otras experiencias que implican pensamiento creativo), la actividad (actividades que implican un esfuerzo físico que contribuye a un estilo de vida sano) y el servicio (un intercambio voluntario y no remunerado que supone un aprendizaje). Posiblemente más que ningún otro componente del PD, CAS cumple el principio del IB de contribuir a crear un mundo mejor y más pacífico, en el marco del respeto y el entendimiento intercultural.

La Monografía, incluida la de Estudios del Mundo Contemporáneo, brinda al alumnado del IB la oportunidad de investigar un tema que les interese especialmente, a través de un trabajo de investigación independiente de 4.000 palabras. El área de investigación estará relacionada con una de las seis asignaturas del PD que estén cursando, mientras que la monografía interdisciplinaria de Estudios del Mundo Contemporáneo estará relacionada con dos asignaturas. La Monografía familiariza al alumnado con la investigación independiente y el tipo de redacción académica que se espera en la universidad. El resultado es un trabajo escrito estructurado cuya presentación formal se ajusta a pautas predeterminadas, y en el cual las ideas y los resultados se comunican de modo razonado y coherente, acorde a la asignatura o asignaturas elegidas. Su objetivo es fomentar habilidades de investigación y de expresión escrita de alto nivel, así como el descubrimiento intelectual y la creatividad. Como experiencia de aprendizaje auténtico, la Monografía brinda la oportunidad de realizar una investigación personal acerca de un tema de elección propia, con la orientación de un supervisor o supervisora.

Enfoques del aprendizaje y enfoques de la enseñanza

Las expresiones “enfoques del aprendizaje” y “enfoques de la enseñanza” en el PD se refieren a las estrategias, habilidades y actitudes deliberadas que permean el entorno de aprendizaje y enseñanza. Estos enfoques y herramientas, que están intrínsecamente relacionados con los atributos del perfil de la comunidad de aprendizaje del IB, potencian el aprendizaje del alumnado y les ayudan a prepararse para la evaluación del PD y otros desafíos futuros. Los objetivos generales de los enfoques del aprendizaje y los enfoques de la enseñanza en el PD son los siguientes:

- Facultar al personal docente no solo para impartir conocimientos, sino también para infundir en el alumnado una actitud activa de aprendizaje
- Facultar al personal docente para crear estrategias más claras que les permitan ofrecer al alumnado experiencias de aprendizaje más significativas en las que tengan que utilizar la indagación estructurada y un mayor pensamiento crítico y creativo
- Promover los objetivos generales de cada asignatura para que sean algo más que las aspiraciones del curso y establecer conexiones entre conocimientos hasta ahora aislados (simultaneidad del aprendizaje)
- Motivar al alumnado a desarrollar una variedad explícita de habilidades que les permita continuar aprendiendo activamente después de dejar el colegio, y ayudarles no solo a acceder a la universidad por tener mejores calificaciones, sino también a prepararse para continuar con éxito la educación superior y la vida posterior
- Potenciar aún más la coherencia y pertinencia de la experiencia del PD del alumnado
- Permitir a los colegios reconocer el carácter distintivo de la educación del PD, con su mezcla de idealismo y sentido práctico

Los cinco enfoques del aprendizaje (desarrollar habilidades de pensamiento, habilidades sociales, habilidades de comunicación, habilidades de autogestión y habilidades de investigación) junto con los seis enfoques de la enseñanza (enseñanza basada en la indagación, centrada en conceptos, contextualizada, colaborativa, diferenciada y guiada por la evaluación) abarcan los principales valores en los que se basa la pedagogía del IB.

La declaración de principios del IB y el perfil de la comunidad de aprendizaje del IB

El PD se propone desarrollar en el alumnado los conocimientos, las habilidades y las actitudes que necesitarán para alcanzar las metas del IB, tal como aparecen expresadas en su declaración de principios y en el perfil de la comunidad de aprendizaje del IB. El aprendizaje y la enseñanza en el PD representan la puesta en práctica de la filosofía educativa del IB.

Integridad académica

En el PD, la integridad académica constituye un conjunto de valores y conductas basadas en el perfil de la comunidad de aprendizaje del IB. En el aprendizaje, la enseñanza y la evaluación, la integridad académica sirve para promover la integridad personal, generar respeto por la integridad y el trabajo de los demás, y garantizar que todos los alumnos y alumnas tengan igualdad de oportunidades para demostrar los conocimientos y las habilidades que han adquirido durante sus estudios.

Todos los trabajos de clase —incluidos los que se envían para evaluación— deben ser originales, estar basados en las ideas propias del alumno/a y citar debidamente la autoría de las ideas y el trabajo de otras personas. Las tareas de evaluación que requieren orientación docente o trabajo en equipo deben llevarse a cabo respetando todas las directrices detalladas que proporciona el IB para las asignaturas correspondientes.

Para obtener más información sobre la integridad académica en el IB y el PD, consulte las siguientes publicaciones del IB: *Política de integridad académica*, *Uso eficaz de citas y referencias*, *El Programa del Diploma: de los principios a la práctica* y el reglamento general de los *Procedimientos de evaluación del Programa del Diploma* (que se actualiza anualmente). En esta guía puede encontrar información específica sobre la integridad académica en lo que respecta a los componentes de evaluación externa e interna de esta asignatura del PD.

Cita de las ideas o el trabajo de otras personas

Se recuerda al personal docente y de coordinación que los alumnos/as deben citar todas las fuentes que usen en los trabajos que envían para su evaluación. A continuación se ofrece una aclaración de este requisito.

Los alumnos/as del PD envían trabajos para evaluación en diversos formatos: material audiovisual, texto, gráficos, imágenes o datos publicados en fuentes impresas o electrónicas. Si se utiliza el trabajo o las ideas de otra persona, es necesario citar la fuente usando un formato de referencia estándar de forma coherente. El IB investigará todos los casos en que no se cite una fuente como posible infracción del reglamento, que puede conllevar una penalización impuesta por el Comité de la evaluación final.

El IB no prescribe el formato de referencia bibliográfica o citación que debe emplearse; esta elección se deja a discreción de los miembros pertinentes del profesorado o del personal del colegio. Debido a la amplia variedad de asignaturas, las tres lenguas de respuesta posibles y la diversidad de formatos de referencia existentes, sería restrictivo y poco práctico insistir en el empleo de un determinado formato. En la práctica, ciertos formatos son de uso más común que otros, pero los colegios pueden escoger libremente el más apropiado para la asignatura en cuestión y para la lengua en la que se redacte el trabajo. Independientemente del formato de referencia adoptado por el colegio para una asignatura, se espera que la información incluya, como mínimo, el nombre del autor, la fecha de publicación, el título de la fuente y los números de página, según proceda.

Se espera que en los trabajos se emplee un formato estándar de forma coherente para citar todas las fuentes utilizadas, incluidas aquellas cuyo contenido se haya parafraseado o resumido. Al redactar, cada estudiante debe distinguir claramente sus propias palabras de las de otras personas utilizando comillas (u otros métodos, como el sangrado) seguidas de una cita que señale una entrada en la bibliografía. Si se cita una fuente electrónica, es necesario indicar la fecha de consulta. No se espera que los alumnos/as sean expertos en materia de referencias, pero sí que demuestren que se han citado todas las fuentes. Es necesario recordarles que deben citar todo material audiovisual, texto, gráfico, imagen o dato publicado en fuentes impresas o electrónicas que no sea de su autoría. Como se ha mencionado anteriormente, se debe emplear un formato de referencia bibliográfica y citación apropiado.

La diversidad en el aprendizaje y las necesidades de apoyo para el aprendizaje

Los colegios deben garantizar que cada estudiante con necesidades de apoyo para el aprendizaje cuente con adecuaciones que impliquen un acceso equitativo y con ajustes razonables, según los documentos del IB titulados *Política de acceso e inclusión* y *La diversidad en el aprendizaje y la inclusión en los programas del IB: Eliminar las barreras para el aprendizaje*.

Los documentos *Respuesta a la diversidad de aprendizaje de los alumnos en el aula* y *Guía del IB sobre educación inclusiva: un recurso para el desarrollo en todo el colegio* están disponibles para ayudar a los colegios en el proceso continuo de aumentar el acceso y la participación mediante la eliminación de barreras para el aprendizaje.

Naturaleza de Sistemas Ambientales y Sociedades

Sistemas Ambientales y Sociedades es una asignatura interdisciplinaria dinámica que aborda desafíos del siglo XXI y cuestiones socioambientales del mundo real, y los examina bajo el prisma de las sociedades humanas y las interrelaciones del mundo natural: biosfera, atmósfera, hidrosfera y litosfera. El alumnado explora cómo varían estas relaciones a lo largo del tiempo y en el espacio, considera las potenciales adaptaciones y mitigaciones que las sociedades humanas y el mundo natural pueden estar experimentando en la actualidad, y examina cómo todo ello podría afectar al futuro y a nuestro lugar en este.

Un curso interdisciplinario

Sistemas Ambientales y Sociedades es un curso interdisciplinario que se ofrece en el Nivel Medio (NM) y el Nivel Superior (NS). El curso combina distintas metodologías, técnicas y conocimientos relacionados con los grupos de asignaturas de Individuos y Sociedades, y de Ciencias. Dada la naturaleza interdisciplinaria del curso, los alumnos/as pueden estudiar Sistemas Ambientales y Sociedades en uno de los dos grupos de asignaturas o en ambos. Si se estudia en ambos grupos, el alumnado puede estudiar una asignatura adicional de cualquier otro grupo de asignaturas, incluyendo las de Individuos y Sociedades, y las de los grupos de asignaturas de Ciencias.

En Sistemas Ambientales y Sociedades confluyen diversas disciplinas de las ciencias naturales y las ciencias sociales. Estas incluyen, aunque no se limiten solo a estas, las siguientes disciplinas: ecología, economía, química, geografía, diseño, psicología, física, derecho, filosofía, antropología y sociología. Los conocimientos, conceptos, habilidades y enfoques concretos de estas disciplinas se combinan para permitir que Sistemas Ambientales y Sociedades se estudie desde una perspectiva única e integrada.

El curso se fundamenta tanto en la exploración científica de los sistemas ambientales en lo que respecta a su estructura y función, como en la exploración de las interacciones culturales, económicas, éticas, políticas y legales de las sociedades con las cuestiones relativas al medio ambiente y a la sostenibilidad. En consecuencia, Sistemas Ambientales y Sociedades exige por parte del alumnado el desarrollo de una serie diversa de habilidades, conocimientos y percepciones.

La naturaleza interdisciplinaria del curso implica que los alumnos/as consiguen una comprensión holística de los diversos temas de estudio, llevan a cabo estudios e investigaciones, y participan en discusiones filosóficas, éticas y pragmáticas sobre las cuestiones objeto de estudio, tanto a escala local como mundial.

Sistemas Ambientales y Sociedades tiene conexiones conceptuales con los cursos de Individuos y Sociedades del Programa de los Años Intermedios (PAI) y del Programa del Diploma (PD). Los conceptos de Individuos y Sociedades relativos a la escala, poder, procesos y posibilidades están entrelazados en los tres conceptos clave de Sistemas Ambientales y Sociedades: perspectivas, sistemas y sostenibilidad.

Ejemplo de conexiones

Los conceptos clave de Sistemas Ambientales y Sociedades —perspectivas, sistemas y sostenibilidad— entroncan con los conceptos clave del PAI de Individuos y Sociedades: cambio, interacciones globales, tiempo, lugar y espacio, y sistemas, así como con los conceptos clave del PAI de Ciencias: relaciones, cambio y sistemas.

Psicología incorpora enfoques científicos y socioculturales, al igual que Sistemas Ambientales y Sociedades, en donde se emplea esta combinación para explorar los conceptos clave.

Política Global conecta con Sistemas Ambientales y Sociedades en su referencia a los conceptos de poder, igualdad, sostenibilidad y paz, en diversas escalas y contextos.

Ejemplo de conexiones

El curso de Economía es coherente con los conceptos de Sistemas Ambientales y Sociedades a través de sus conceptos de interdependencia e intervención, cambio, sostenibilidad y equidad para un acceso justo a los recursos, bienes y servicios.

En Ciencias del PD, el modelo de Biología de “niveles” corresponde a “escalas” en Sistemas Ambientales y Sociedades; en esta última se hace alusión al nivel de ecosistemas en Biología y se extiende este concepto para incluir escalas sociales y ambientales más amplias. Las áreas temáticas de Biología de unidad y diversidad, forma y función, interacción e interdependencia, y continuidad y cambio están integradas dentro del curso de Sistemas Ambientales y Sociedades. Los conceptos de Física de energía, fuerzas y partículas, y los conceptos de Química de estructura y reactividad también aparecen en algunos temas de Sistemas Ambientales y Sociedades.

El enfoque interdisciplinario

El enfoque interdisciplinario de Sistemas Ambientales y Sociedades hace hincapié en la importancia de incorporar una serie de perspectivas ambientales y sociales al explorar distintas cuestiones, lo que permite al alumnado examinar la complejidad y la escala de las cuestiones abordadas en la asignatura.

Un enfoque de este tipo permite indagar y reflexionar para dar explicaciones a los fenómenos, y mejora la exploración de cuestiones locales y globales desde perspectivas diferentes y diversas. Además conduce al desarrollo de habilidades que constituyen la base de la participación y el compromiso.

La exploración de cuestiones complejas del mundo se enriquece y agudiza a través del enfoque reduccionista de la ciencia con una visión holística de las cuestiones ambientales. La consideración de los sesgos y los puntos de vista aislados se intensifica, se ensancha la conciencia de los alumnos/as sobre la interconexión de nuestro mundo, además de proporcionarles muchas oportunidades para explorar en profundidad temas de interés personal.

Conceptos clave como temas fundamentales

En el centro del curso de Sistemas Ambientales y Sociedades está la intención de proporcionar al alumnado el aprendizaje necesario para comprender los acuciantes problemas ambientales a los que nos enfrentamos y tomar decisiones al respecto. Un enfoque conceptual e interdisciplinario resulta esencial para la resolución de problemas en Sistemas Ambientales y Sociedades, ya que este permite pensar de forma verdaderamente holística sobre los desafíos ambientales y sociales que encaramos en este siglo XXI.

El tema de fundamentos (tema 1) de Sistemas Ambientales y Sociedades introduce y explora los tres conceptos clave siguientes.

Perspectivas

El concepto de las perspectivas proporciona una comprensión más profunda de las visiones del mundo, las perspectivas individuales y los sistemas de valores relacionados con estas. Los sistemas de valores de una persona interactúan de forma compleja con sus capacidades para la toma de decisiones y sus acciones, y estas pueden tener un gran efecto en el mundo real. Al comprender esta complejidad, los alumnos/as pueden considerar cómo progresar eficazmente en cuestiones complejas sobre sostenibilidad.

Sistemas

La teoría de sistemas proporciona una herramienta útil para el análisis holístico y permite comprender la mecánica y el propósito de los sistemas contruidos por los seres humanos y la función de los sistemas naturales. La teoría de sistemas emplea modelos conceptuales que proporcionan unas herramientas analíticas esenciales para comprender los sistemas socioecológicos. Los modelos proporcionados también permiten efectuar un análisis de los puntos de inflexión que podrían llevar a un cambio, y de los bucles de retroalimentación que podrían ayudar a gestionar el comportamiento de los sistemas.

Sostenibilidad

El concepto de sostenibilidad es central en Sistemas Ambientales y Sociedades. Las cuestiones asociadas a la gestión de recursos son fundamentales para la sostenibilidad, y se dirige la atención del alumnado hacia ello a lo largo de todo el curso. En el curso se abordan las cuestiones sociales, culturales y políticas relacionadas con la sostenibilidad, como por ejemplo, el valor y la conservación de los conocimientos ecológicos tradicionales.

Aprendizaje interdisciplinario

El aprendizaje interdisciplinario ayuda al alumnado a desarrollar un amplio conjunto de habilidades en relación con la indagación, la investigación y la aplicación de la tecnología y las matemáticas. Este conjunto de habilidades se deriva de la investigación científica y del enfoque de resolución de problemas de las ciencias experimentales, así como del razonamiento a partir de observaciones, el pensamiento crítico y creativo, y el desarrollo de argumentos, característicos de las asignaturas de Individuos y Sociedades. El aprendizaje interdisciplinario en Sistemas Ambientales y Sociedades garantiza que los alumnos/as adquieran habilidades que constituyen la base de las metodologías socioculturales, socioeconómicas y científicas. El proyecto científico colaborativo supone una oportunidad más de explorar ideas que traspasan los límites entre disciplinas dentro de las ciencias.

A través del aprendizaje interdisciplinario son muchas las habilidades desarrolladas.

Los alumnos/as aprenden a:

- Investigar, analizar, reflexionar y comunicarse a través del ciclo de indagación
- Aplicar técnicas experimentales de las ciencias naturales y sociales, tecnologías y habilidades matemáticas a las investigaciones y a la resolución de problemas
- Obtener, analizar e interpretar datos cualitativos y cuantitativos, entre los que se pueden incluir: información cartográfica, croquis de campo, observaciones del comportamiento, dinámicas de poblaciones, estudios con parcelas de muestreo, mediciones abióticas, demografía y resultados de entrevistas y encuestas
- Explorar acontecimientos actuales con conexiones a cuestiones, conceptos, sistemas y modelos
- Examinar ejemplos con empatía al tiempo que se exploran diversos sistemas de valores ambientales y perspectivas en relación con cuestiones globales en un conjunto dinámico y complejo de sistemas y sociedades
- Hacer uso de un pensamiento crítico y sistémico en la elaboración de preguntas de investigación y el análisis y el desarrollo de metodologías
- Explorar contextos locales y globales de cuestiones ambientales y estar preparados para desarrollar soluciones con impacto como agentes de cambio con mentalidad internacional

En la investigación de diversas cuestiones se aúnan conocimientos de múltiples disciplinas y se reestructuran con el fin de abordar de forma eficaz problemas ambientales y sociales. A continuación se incluyen algunos ejemplos de cuestiones.

- La conciencia intercultural ayuda al alumnado a examinar la cultura en contexto y a comprender las acciones de las sociedades, tanto actuales como futuras, en relación con el desarrollo, el consumo, la injusticia, el medio ambiente y la desigualdad.
- Los conceptos de sostenibilidad y equidad son ideas fundamentales en varios cursos de Individuos y Sociedades. Por ejemplo, el cambio climático es una cuestión preponderante en muchos de ellos.
- Los contextos ambientales, culturales, económicos, políticos y sociales se tienen en cuenta en el diseño y el uso de la tecnología, al igual que la gestión de recursos, la producción sostenible y la sostenibilidad.

Diferencias entre el NM y el NS

Los alumnos y alumnas del NM y del NS estudian:

- Un programa de estudios basado en conceptos que promueve un pensamiento holístico acerca de las estrategias para abordar las cuestiones ambientales
- Un tema de fundamentos que introduce y explora los tres conceptos clave
- Una evaluación interna común
- El proyecto científico colaborativo.

El curso del NM proporciona al alumnado una comprensión fundamental de Sistemas Ambientales y Sociedades así como la experiencia de las habilidades asociadas. El curso del NS requiere que el alumnado adquiera conocimiento y comprensión de la asignatura, basados en la exploración de cuestiones éticas, legales y económicas relacionadas con el medio ambiente (lentes del NS), y proporciona una base sólida para proseguir los estudios a nivel universitario. Tanto el alumnado del NM como el del NS obtiene una comprensión de las complejidades de las cuestiones ambientales, así como de sus posibles soluciones y su gestión.

Se recomienda dedicar 150 horas lectivas al curso de NM y 240 horas al del NS. Esta diferencia se refleja en el contenido adicional que se estudia en el NS. Parte del contenido del NS es más exigente conceptualmente; su mayor amplitud y profundidad se traduce en un mayor conocimiento interconectado, lo que requiere que los alumnos/as establezcan más conexiones entre distintas áreas del programa de estudios.

El alumnado del NS deberá ser capaz de evaluar de forma crítica y explorar con más detalle los contenidos comunes del NM y del NS, el material solo del NS y las lentes del NS, con el fin de analizar un problema con mayor amplitud y profundidad.

Sistemas Ambientales y Sociedades y los componentes troncales

Sistemas Ambientales y Sociedades y Teoría del Conocimiento

El curso de Teoría del Conocimiento (TdC) desempeña un papel especial en el PD, ya que proporciona oportunidades de reflexionar sobre la naturaleza, el alcance y las limitaciones del conocimiento y el proceso de conocer a través de la exploración de preguntas de conocimiento.

Las áreas de conocimiento son ramas específicas del conocimiento, cada una con su naturaleza propia y sus métodos, que a veces difieren, para adquirir conocimiento. En TdC, el alumnado explora cinco áreas de conocimiento obligatorias: historia, ciencias humanas, ciencias naturales, matemáticas y artes. De los cinco temas opcionales, los dos que mejor se adecúan a Sistemas Ambientales y Sociedades son: conocimiento y política, y conocimiento y sociedades indígenas.

Hay una fuerte conexión entre el curso de TdC y Sistemas Ambientales y Sociedades que puede proporcionar contextos útiles y atractivos para ambas asignaturas. Se anima al profesorado a que discutan preguntas de conocimiento con sus estudiantes en relación con la materia de la asignatura. Las preguntas de conocimiento se centran en producir, adquirir, compartir y aplicar el conocimiento. Estas deben ser afirmaciones debatibles en las que empleen los conceptos y la terminología de TdC.

En TdC hay 12 conceptos clave que ilustran parte del lenguaje típico de dichas preguntas; estos son: prueba, certeza, verdad, interpretación, poder, justificación, explicación, objetividad, perspectiva, cultura, valores y responsabilidad. En muchos aspectos del curso se ofrecen valiosas oportunidades para discutir dichos conceptos.

Las perspectivas se abordan directamente en los dos currículos; pese a que hay algunas diferencias de enfoque para comprender las perspectivas, las visiones del mundo y los valores, ambos cursos se complementan bien entre sí. En Sistemas Ambientales y Sociedades, las perspectivas constituyen un concepto fundamental y se enseña al alumnado a apreciar la necesidad de una comprensión más profunda de nuestras diferencias para resolver los problemas de sostenibilidad. En Teoría del Conocimiento, las perspectivas, además de ser uno de los 12 conceptos clave, son también un elemento clave del marco de conocimiento. Muchas de las preguntas de conocimiento que se plantean son, por consiguiente, igualmente

válidas para ambas asignaturas y constituyen un material útil para suscitar el interés del alumnado y hacerles participar en debates.

Las siguientes son preguntas de conocimiento a modo de ejemplo relacionadas con las perspectivas en Sistemas Ambientales y Sociedades.

- ¿Cuál es la importancia de acontecimientos históricos clave para cambiar el conocimiento y las actitudes sobre el medioambiente?
- ¿De qué manera el conocimiento arraigado en los grupos sociales y culturales crean variaciones en las perspectivas ambientales de los distintos países o generaciones?
- ¿En qué medida cambia el modo en que pensamos sobre el medio ambiente y la comprensión que tenemos de él la manera en que lo valoramos y vivimos en él?

La ética en TdC es un elemento importante en el marco de conocimiento, y en el curso de Sistemas Ambientales y Sociedades la ética ambiental es una lente del NS. La toma de decisiones sobre el medio ambiente suele tener un aspecto ético, y el alumnado de NS debe ser capaz de aportar y justificar argumentos éticos para actuar en cuestiones sociales y ambientales. Como parte de los conceptos clave de perspectivas y sostenibilidad, cada estudiante de NS y NM deberá considerar la ética de los valores ambientales, diversas perspectivas morales y los valores intrínsecos, lo que incluye considerar la justificación moral de explotar recursos u otras especies y, además, la justificación moral de considerar otras especies como recursos. Los alumnos y alumnas también deben evaluar las afirmaciones de sostenibilidad en términos de equidad y justicia ambiental. Por ejemplo, aquí podría incluirse la consideración de a quién benefician las acciones en aras de la sostenibilidad o la conceptualización de la sostenibilidad como una cuestión de equidad intergeneracional.

TdC complementa y cohesiona las asignaturas que cursan los alumnos/as durante sus estudios del PD. Esta asignatura les anima a reflexionar de manera explícita sobre cómo se alcanza el conocimiento en las distintas disciplinas y áreas de conocimiento, qué tienen en común esas áreas y qué las diferencia. Se pretende que, mediante este enfoque holístico, las discusiones que tengan lugar en unas áreas ayuden a enriquecer y profundizar las discusiones que se mantengan en otras. A lo largo de todo el curso de Sistemas Ambientales y Sociedades se fomentan los enfoques holísticos y la teoría de sistemas para facilitar la comprensión.

Tanto Teoría del Conocimiento como Sistemas Ambientales y Sociedades usan **Los enfoques interdisciplinarios** son compartidos, y ambos cursos pretenden profundizar en la comprensión estableciendo conexiones entre disciplinas y extrayendo conclusiones a partir de diversas metodologías para adquirir nuevos conocimientos. En Sistemas Ambientales y Sociedades se fomentan enfoques holísticos, empleando la teoría de sistemas para comprender muchos aspectos del curso. Ello puede incluir estudios de ecosistemas a pequeña escala, el examen de las interacciones entre el medio ambiente local y la sociedad, y la modelización de todo el sistema de la Tierra para comprender el cambio climático. Los enfoques reduccionistas contribuyen más a la comprensión holística que los enfoques contrapuestos por lo que los primeros se consideran un componente esencial para desarrollar una comprensión holística. Se puede presentar al alumnado el principio de precaución, en la forma adoptada por Naciones Unidas (ONU), con el fin de proporcionar un marco para la acción cuando el conocimiento es incierto.

Las siguientes son ejemplos de preguntas de conocimiento relacionadas con los enfoques interdisciplinarios.

- La modelización de sistemas proporciona una versión simplificada de la realidad, de modo que, ¿cómo pueden saber quienes la realizan qué aspectos del sistema deben incluir y cuáles deben ignorar?
- ¿Cómo interpretamos la validez de diferentes conclusiones cuando hay un conflicto entre los conocimientos obtenidos de dos disciplinas?
- ¿En qué medida hay una menor certidumbre en los conocimientos obtenidos mediante experimentos naturales de observación que en los experimentos de laboratorio manipulados?

Sistemas Ambientales y Sociedades y la Monografía

Los alumnos/as que eligen realizar una monografía en Sistemas Ambientales y Sociedades tienen la oportunidad de explorar un tema ambiental en el que tengan particular interés. Su motivación puede

deberse a una preocupación o curiosidad por determinadas cuestiones locales o globales relacionadas con el medio ambiente. Dado que Sistemas Ambientales y Sociedades es una asignatura interdisciplinaria, la Monografía debe centrarse en la interacción e integración de los sistemas ambientales naturales y las sociedades humanas. A este respecto, un enfoque sistémico resulta especialmente eficaz, y los alumnos/as deben emplear dicho enfoque para el análisis y la interpretación de sus datos.

Por ejemplo, el estudio de principios ecológicos puros debe explorarse en el contexto de algún aspecto de la interacción humana con el sistema ambiental. El alumnado puede utilizar fuentes y métodos tanto primarios como secundarios, que incluyen la obtención de datos mediante trabajos de campo, experimentos de laboratorio, encuestas y entrevistas, o el uso de material existente. Una combinación de ambos es muy recomendable. Una monografía en Sistemas Ambientales y Sociedades proporciona al alumnado la oportunidad de incluir ideas sobre cómo las distintas disciplinas se complementan o se oponen cuando se utilizan para abordar un mismo tema o cuestión.

Una pregunta de investigación en Sistemas Ambientales y Sociedades debe permitir a cada estudiante demostrar cierta comprensión del modo en que funcionan, tanto los sistemas ambientales, como las sociedades en la relación que se estudia. Debido a la naturaleza interdisciplinaria de la asignatura, se puede seleccionar una amplia gama de temas de estudio. Los temas más adecuados logran poner de manifiesto conexiones entre lugares o fenómenos específicos o locales y el marco global más amplio en el que se desarrollan.

Ejemplos de áreas de interés y preguntas de investigación

Eficacia de la vegetación para reducir las emisiones de dióxido de carbono

Pregunta de investigación: ¿Hasta qué punto es eficaz plantar árboles como medio para compensar las emisiones de dióxido de carbono de los viajes en avión en Canadá?

Degradación del suelo y programas de gestión

Pregunta de investigación: ¿En qué medida han conseguido reducir la degradación del suelo causada por la salinidad de las tierras áridas los programas de gestión de la cuenca fluvial Murray-Darling en Australia?

Regulaciones ambientales y arquitectura sostenible

Pregunta de investigación: ¿En qué medida contribuyeron las regulaciones gubernamentales danesas sobre arquitectura sostenible a reducir la huella de carbono en Dinamarca entre 1973 y 2020?

Introducción de castores y ecoturismo

Pregunta de investigación: ¿En qué medida afectó el proyecto piloto de introducción de *Castor fibers* (castor europeo) en el bosque de Knapdale (Escocia) al ecoturismo y al desarrollo económico en esta área?

Importancia de la intoxicación por DDT en poblaciones de aves en los Estados Unidos

Pregunta de investigación: ¿En qué medida se han recuperado las poblaciones de *Haliaeetus leucocephalus* (águila calva) y de *Pandion haliaetus* (águila pescadora) en los Estados Unidos desde la prohibición del uso de dicloro-difenil-tricloroetano (DDT) en 1972?

Enlace al material de ayuda al profesor: Se puede encontrar orientación sobre la Monografía en el [Material de ayuda al profesor de Sistemas Ambientales y Sociedades](#).

Sistemas Ambientales y Sociedades y Creatividad, Actividad y Servicio

El programa de Creatividad, Actividad y Servicio (CAS) tiene como objetivo inspirar a cada estudiante a ser la personificación de la declaración de principios y el perfil de la comunidad de aprendizaje del IB a través de experiencias prácticas. CAS tiene como objetivo formar estudiantes que comprenden que pertenecen a comunidades locales y globales, con responsabilidades mutuas y con el medio ambiente, y que existen áreas comunes claras entre sus experiencias de CAS y Sistemas Ambientales y Sociedades. Los alumnos/as desarrollan habilidades, actitudes y disposiciones mediante diversas experiencias individuales y grupales que les brindan la posibilidad de explorar sus intereses y expresar sus pasiones, personalidades y puntos de vista. CAS complementa un programa académico exigente de manera holística, al proporcionar oportunidades para la autodeterminación, la colaboración, el disfrute y el alcance de logros. Se anima al

alumnado a conectar sus experiencias de CAS con sus asignaturas, y el curso de Sistemas Ambientales y Sociedades es rico en posibilidades de este tipo, ofreciendo oportunidades claras para reforzar su aprendizaje de esta asignatura en un estilo más informal y experiencial.

Los alumnos/as de CAS crean una carpeta de reflexiones para aportar pruebas de haber alcanzado los resultados del aprendizaje de CAS. En CAS se hace hincapié en las reflexiones experienciales y afectivas, que se caracterizan por considerar las actitudes, los sentimientos, los valores, los principios, la motivación y el desarrollo personal.

La carpeta se va completando a lo largo de al menos 18 meses y normalmente se basa en las experiencias semanales de cada estudiante. Dichas experiencias provienen de las tres áreas indicadas a continuación, cada una de las cuales se puede incorporar al currículo de Sistemas Ambientales y Sociedades en comunidades locales o globales.

Las tres áreas son:

- Creatividad: las artes y otras experiencias que implican pensamiento creativo.
- Actividad: esfuerzo físico que contribuye a un estilo de vida sano, y que complementa el trabajo académico realizado en otras asignaturas del PD.
- Servicio: un intercambio voluntario y no remunerado que enriquece el aprendizaje de cada estudiante, y en el que se respetan los derechos, la dignidad y la autonomía de todas las personas involucradas.

Los alumnos y alumnas también participan en al menos un proyecto de CAS colaborativo más extenso, una experiencia más prolongada en la que trabajan durante un período mínimo de un mes.

Sistemas Ambientales y Sociedades y la mentalidad internacional

El curso de Sistemas Ambientales y Sociedades hace hincapié en la importancia de establecer conexiones entre lo local y lo global para desarrollar la comprensión de cuestiones relativas a la sostenibilidad. Esta ha sido una tendencia marcada en la educación ambiental, lo que también se refleja en la historia del movimiento ambiental, con su centro de atención inicial en lo local, para posteriormente llegar a una toma de conciencia de la importancia del contexto global. Durante las décadas de los años 40 hasta los años 60 del siglo XX, la mayoría de los problemas ambientales eran en relación con los intereses locales y nacionales, la autosuficiencia agrícola y la contaminación local. En las décadas de los años 70 y 80 del siglo XX se pasó a un reconocimiento de la necesidad de gestionar problemas regionales, como el de la lluvia ácida, y comenzaron a percibirse los problemas globales relacionados con la capa de ozono y el cambio climático. En los años 90, el contexto global fundamental de numerosos problemas ambientales se fue identificando cada vez con mayor claridad. Desde comienzos del siglo XXI, el concepto del Antropoceno ha ido ganando aceptación como el término que designa la época actual; en esencia, hay una constatación de que la escala del impacto global no reside ya únicamente en la regulación de la propia naturaleza. En este siglo el medio ambiente global se encuentra sometido a la gestión de un nuevo actor: la humanidad.

Contexto local

Es muy aconsejable el estudio de ecosistemas y entornos locales mediante trabajo de campo. El conocimiento local es valioso para los estudios del alumnado, lo que incluye áreas urbanas y los terrenos de los colegios. En los entornos de algunos colegios, las oportunidades de lograr y obtener conocimientos puede proceder de las culturas indígenas. La mentalidad internacional puede incluir el desarrollo de una comprensión de comunidades con diferentes visiones del mundo, tanto dentro del colegio, como en las comunidades vecinas.

El profesorado puede usar sus conocimientos sobre la biodiversidad y el medio ambiente locales. Establecer conexiones para desarrollar la capacidad de conocimientos ambientales locales puede llevar a realizar proyectos a largo plazo en los colegios, y proporcionar al alumnado oportunidades para involucrarse en actividades de ciencia ciudadana y otro tipo de acciones mediante la participación en eventos como BioBlitzes, gestión de reservas naturales, organismos de capacitación rural, permacultura urbana y monitorización del agua y la contaminación. Las administraciones escolares, así como las organizaciones gubernamentales y no gubernamentales (ONG) locales pueden prestar ayuda para el establecimiento de dichas conexiones.

Contexto global

Las cuestiones globales requieren una comprensión global tanto de los propios problemas considerados, como de la manera en que las sociedades pueden abordar su solución. Esta noción es una premisa fundamental en el curso, mostrada claramente por los estudios realizados sobre los límites planetarios: por ejemplo, para definir los problemas globales y explorar los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) con el fin de dar con posibles soluciones. Hay numerosas organizaciones que trabajan en aras de la resolución de problemas ambientales globales. Hay organismos internacionales y convenciones establecidas por las Naciones Unidas cuyo objetivo es alcanzar acuerdos entre las distintas naciones. También hay un buen número de importantes ONG que trabajan en el ámbito intergubernamental para influir en la toma de decisiones ambientales a nivel mundial usando diversos métodos como el asesoramiento, iniciativas de defensa de causas, la educación o las protestas.

Comprender el contexto de las diferentes perspectivas mediante la mejora de la mentalidad internacional es un aspecto esencial del curso. Además de comprender el contexto tanto local como global, el alumnado debe estudiar diversos ejemplos locales de todo el mundo. El elemento central de la mentalidad internacional es el desarrollo de una comprensión y un reconocimiento más profundos de diferentes perspectivas y visiones del mundo. En Sistemas Ambientales y Sociedades se fomenta que los alumnos y alumnas comprendan que las visiones contrapuestas del mundo pueden suponer una barrera para la consecución de acuerdos sobre los problemas ambientales. Desarrollar una mayor apreciación de las diferencias culturales en las clases, en las comunidades locales y a través de la interacción en línea son aspectos clave de este enfoque.

Enfoques del aprendizaje y de la enseñanza de Sistemas Ambientales y Sociedades

Enfoques del aprendizaje

¿Qué son las habilidades de los enfoques del aprendizaje y por qué las enseñamos?

El marco de los enfoques del aprendizaje busca que el alumnado desarrolle habilidades afectivas, cognitivas y metacognitivas que apoyarán sus procesos de aprendizaje durante su experiencia en el IB y después de ella. El desarrollo de las habilidades de los enfoques del aprendizaje está estrechamente relacionado con los atributos del perfil de la comunidad de aprendizaje del IB y, por lo tanto, contribuye a promover los principios del IB. Estas habilidades de los enfoques del aprendizaje constituyen una parte fundamental del aprendizaje y la enseñanza del IB que debe desarrollarse durante todo el programa: no se espera que se aborden todas ellas en un solo curso.

¿Cómo se organizan?

El marco de los enfoques del aprendizaje para los programas del IB consta de cinco categorías generales de habilidades: habilidades de pensamiento, habilidades de comunicación, habilidades sociales, habilidades de investigación y habilidades de autogestión. Cada una de estas categorías abarca un amplio rango, tal como muestran los ejemplos presentados en la tabla 1. Las categorías de las habilidades de los enfoques del aprendizaje están estrechamente vinculadas e interrelacionadas, de modo que cada habilidad puede ser pertinente a más de una categoría.

¿Cómo las enseñamos?

Las habilidades de los enfoques del aprendizaje pueden aprenderse y enseñarse, mejorarse con la práctica y desarrollarse de manera gradual. La tabla 1 ilustra mediante una serie de ejemplos, el modo en que el curso de Sistemas Ambientales y Sociedades puede contribuir al desarrollo de las habilidades de los enfoques del aprendizaje. Los ejemplos que se muestran en la tabla no son exhaustivos. Se anima a los profesores y profesoras a que los adapten para usarlos en el contexto de su colegio y a que identifiquen de forma colaborativa otros ejemplos relacionados con el desarrollo de las habilidades de los enfoques del aprendizaje.

Puede encontrar más información sobre el marco de las habilidades de los enfoques del aprendizaje y las estrategias para desarrollarlas en el [Material de ayuda al profesor de Sistemas Ambientales y Sociedades](#) y el [sitio web de los enfoques de la enseñanza y el aprendizaje del Programa del Diploma](#).

Tabla 1: Habilidades de los enfoques del aprendizaje y desarrollo

Categoría de habilidades	Ejemplos del desarrollo de las habilidades de los enfoques del aprendizaje en el aula
Habilidades de pensamiento	• Practicar habilidades de pensamiento holístico y el uso de un enfoque sistémico • Desarrollar la ecoalfabetización mediante la búsqueda de interconexiones entre el mundo natural y la sociedad humana y dentro de ellos • Aplicar el pensamiento crítico, la innovación y la creatividad para la síntesis y la búsqueda de soluciones de los problemas ambientales • Evaluar las afirmaciones sobre la consecución de la sostenibilidad e identificar los obstáculos para alcanzarla

Categoría de habilidades	Ejemplos del desarrollo de las habilidades de los enfoques del aprendizaje en el aula
	• Reflexionar sobre las perspectivas personales y reconocer las esferas de influencia en la acción (personal, social, política y global) • Examinar y evaluar de forma crítica las pruebas y la teoría que respaldan narrativas contrapuestas sobre los problemas ambientales y las cuestiones relativas a la sostenibilidad • Evaluar y defender posiciones éticas sobre problemas ambientales y cuestiones relativas a la sostenibilidad
Habilidades de comunicación	• Practicar habilidades de escucha activa y apreciar que comprender diferentes perspectivas puede permitir una mejor comunicación • Reflexionar sobre las necesidades de diferentes destinatarios para una comunicación eficaz • Emplear la terminología, los símbolos y las convenciones de comunicación de forma sistemática y correcta • Presentar datos de forma apropiada en tablas y mediante técnicas gráficas y cartográficas adecuadas • Desarrollar habilidades de expresión escrita persuasiva y análisis dialéctico en ensayos • Escribir conclusiones eficaces y evaluadas de forma crítica • Aplicar y analizar distintos tipos de medios para presentar un argumento persuasivo
Habilidades sociales	• Trabajar de forma colaborativa para alcanzar una solución compartida a un problema • Asignar y aceptar funciones específicas durante las actividades en grupo • Apreciar el valor de los diversos talentos y las necesidades de otras personas • Comprender que las partes interesadas tienen diferentes perspectivas y la necesidad de tender puentes entre ellas • Reflexionar sobre el impacto del comportamiento personal y la resolución de los conflictos o desacuerdos dentro de un grupo • Desarrollar las habilidades para el trabajo en equipo, la ética y el liderazgo inspirador necesarios para resolver problemas relacionados con la sostenibilidad • Generar soluciones consensuadas con respecto a los intereses de todas las partes interesadas o grupos de interés
Habilidades de investigación	• Plantear una pregunta de investigación clara y precisa que tenga una relación genuina con una cuestión de trascendencia ambiental o social • Seleccionar las técnicas apropiadas para indagar sobre una pregunta de investigación • Evaluar el uso de observaciones cuantitativas y cualitativas obtenidas de trabajos de laboratorio y trabajos de campo para ayudar a responder a ciertas preguntas de investigación • Reconocer el valor del trabajo experimental manipulado para determinar la causalidad en la experimentación natural y en laboratorio • Localizar fuentes de información secundaria y evaluar la exactitud, el sesgo, la credibilidad y la pertinencia en estas • Discutir explícitamente la importancia de la integridad académica y de citar debidamente las ideas de otras personas

Categoría de habilidades	Ejemplos del desarrollo de las habilidades de los enfoques del aprendizaje en el aula
	• Buscar interconexiones entre las disciplinas académicas y la experiencia en el mundo real
Habilidades de autogestión	• Dividir las tareas grandes en una serie de etapas • Organizar y ordenar de forma lógica diversas fuentes de información • Mantener la puntualidad y evitar distracciones • Evaluar los riesgos posibles en los experimentos de laboratorio o en los trabajos de campo • Asumir riesgos aceptables y considerar los contratiempos como oportunidades para la mejora • Mejorar el trabajo académico mediante la reflexión sobre los comentarios formativos y la realización de revisiones • Desarrollar la competencia de acción mediante la evaluación de las acciones personales o propuestas ante los problemas ambientales

Enfoques de la enseñanza

Enseñanza conceptual de Sistemas Ambientales y Sociedades

Tres conceptos clave constituyen los subtemas del Tema 1: Fundamentos, que deben impartirse al comienzo del curso.

- Perspectivas (subtema 1.1)
- Sistemas (subtema 1.2)
- Sostenibilidad (subtema 1.3)

Son los fundamentos cognitivos de Sistemas Ambientales y Sociedades, tanto para el alumnado de NM como el de NM. Los otros siete temas (temas 2 al 8) cubren el resto del contenido de la asignatura que hay que estudiar.

El aprendizaje impulsado por conceptos es un proceso iterativo en el que los ejemplos basados en hechos pueden cambiar, pero la comprensión fundamental es universal, transferible en el tiempo y a diversos contextos, y abstracta. El alumnado puede por tanto transferir su comprensión a nuevos contextos, hacer generalizaciones, reconocer patrones y comprender mejor sus conocimientos y habilidades.

Las preguntas de orientación ayudan a enmarcar cada subtema y a guiar la indagación. Se debe animar al alumnado a desarrollar conocimientos conceptuales a través de los enunciados de contenido. Al tiempo que se desarrollan habilidades y conocimientos específicos, los alumnos/as profundizan en su comprensión de los conceptos para formular generalizaciones que van más allá de los estudios de casos concretos y los ejemplos del mundo real.

Enseñanza contextualizada

El contexto es esencial en Sistemas Ambientales y Sociedades, ya que el alumnado estudia y comprende el mundo que le rodea y el sitio que ocupan en este. La interdisciplinariedad de Sistemas Ambientales y Sociedades permite establecer continuamente vínculos intercurriculares, empleando los conceptos clave y las preguntas de orientación (y las lentes del NS para el alumnado de NS) para aumentar la comprensión de contenidos específicos.

Al conectar con el mundo real, el aprendizaje y la enseñanza contextualizados aprovechan los intereses y experiencias de estudiantes y docentes, así como sus culturas y perspectivas. Esto permite a los alumnos/as relacionarse con el “por qué” del aprendizaje, además de con el objeto del aprendizaje, es decir, el “qué” aprenden.

Aunque un aprendizaje y una enseñanza contextualizados tienen muchos formatos posibles, los elementos clave son los siguientes.

- Colaboración entre disciplinas
- Actividades significativas, interactivas y colaborativas
- Contexto auténtico y pertinente que resulte importante para el alumnado
- Enseñanza interactiva: datos reales de cuestiones ambientales actuales, trabajo entre iguales, discusiones iniciadas por los alumnos/as
- Aprendizaje basado en cuestiones: trabajar individualmente o en grupos para identificar y proponer soluciones a las cuestiones sociales o ambientales
- Habilidades transferibles: aplicar conocimientos y habilidades a una cuestión ambiental recientemente definida

Participar en Sistemas Ambientales y Sociedades y tratar temas delicados

Los conceptos clave de Sistemas Ambientales y Sociedades de perspectivas, sistemas y sostenibilidad ayudan la comprensión del alumnado y fomentan el deseo de involucrarse y actuar de forma significativa en cuestiones ambientales en contextos locales y globales. En cada subtema se ofrecen posibles oportunidades de participación. Estas se pueden emplear en la enseñanza del curso de Sistemas Ambientales y Sociedades y no se evalúan. Algunas pueden constituir una base para actividades de CAS en el PD, en tanto que otras pueden suponer un punto de partida para acciones individuales o de todo el colegio.

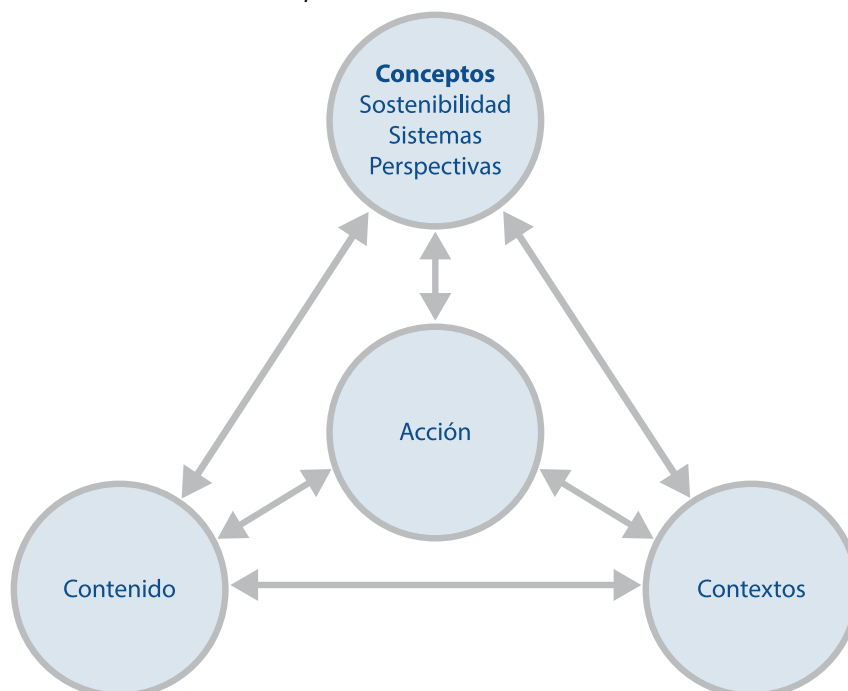
El estudio de esta asignatura llevará a los alumnos/as a examinar críticamente y a desarrollar sus propias perspectivas sobre diversas cuestiones ambientales, incluyendo el cambio climático, la biodiversidad, la pérdida de hábitats, la contaminación y las prácticas sostenibles. Al trabajar con Sistemas Ambientales y Sociedades, los alumnos/as desarrollan la comprensión de su propio impacto y el de toda la humanidad sobre el medio ambiente.

El alumnado se va familiarizando con diversas visiones del mundo de personas de diferentes culturas y orígenes. Aprender distintos puntos de vista sobre cuestiones ambientales (y las tensiones que surgen) es complejo y puede ser inquietante para los alumnos/as, que pueden sentir que no están capacitados para marcar una diferencia positiva. Por ejemplo, hay mucha desinformación en los medios y los profesores y profesoras tienen la responsabilidad para ayudar a sus estudiantes a evaluar y valorar la fiabilidad y validez de las fuentes y las afirmaciones realizadas. Estos puntos de vista pueden examinarse de forma crítica, siempre en una atmósfera de tolerancia y de respeto hacia los demás.

Aunque el compromiso con Sistemas Ambientales y Sociedades es académico e intelectual, también es emocional. Algunos alumnos y alumnas sufren de ansiedad climática, y les preocupa la pérdida de biodiversidad y los innumerables problemas de la sostenibilidad. La falta de control puede hacer que sientan ansiedad, indefensión o agobio. En la enseñanza del curso de Sistemas Ambientales y Sociedades, los profesores y profesoras deben tener como objetivo promover la resiliencia entre sus estudiantes y ayudarles a crear herramientas y recursos para fomentar un sentido de agencia. El alumnado debe aprender que las personas individuales pueden emprender acciones restauradoras, por pequeñas que estas puedan parecer.

Figura 2

Las relaciones de Sistemas Ambientales y Sociedades (conceptos–contextos–contenido) inspiran a los alumnos y alumnas a implicarse con las cuestiones ambientales.



Conocimientos previos

El curso de Sistemas Ambientales y Sociedades no requiere unos conocimientos previos específicos ni en NM ni en NS. Tampoco es necesario ni se espera que los alumnos/as hayan cursado asignaturas específicas como parte de titulaciones nacionales o internacionales. Las habilidades necesarias para el curso de Sistemas Ambientales y Sociedades se desarrollan en el contexto de la propia asignatura.

La manera de abordar el estudio caracterizada por los atributos del perfil de la comunidad de aprendizaje del IB (en concreto, mentalidad abierta, indagación, razonamiento y comunicación), resultará importante para desarrollar un pensamiento holístico y una comprensión integral de las cuestiones ambientales.

Vínculos con el Programa de los Años Intermedios

La coherencia entre los cursos del Programa de los Años Intermedios (PAI) y del PD permite a los alumnos y alumnas efectuar una transición fluida de un programa al otro. En el PAI, los alumnos/as desarrollan unas habilidades cognitivas, procedimentales y sociales, así como una sólida comprensión conceptual y unas habilidades para la resolución de problemas que respaldan la enseñanza y el aprendizaje tanto en el PD como en otros ámbitos. Un currículo cohesivo y conceptual en el que el aprendizaje está contextualizado y basado en la indagación representa los principios pedagógicos en los que se basa todo el continuo de programas del IB.

Los cursos de Ciencias del PAI fomentan los conocimientos, las habilidades y las actitudes necesarias para aplicar el conocimiento científico en contextos teóricos, experimentales y reales. De forma similar, el grupo de asignaturas de Individuos y Sociedades del PAI proporciona al alumnado la capacidad de investigar y evaluar las interacciones entre las personas y las sociedades, y abordar de manera crítica múltiples perspectivas y formas de pensar.

Sistemas Ambientales y Sociedades es un curso interdisciplinario que se fundamenta tanto en la exploración científica de los sistemas ambientales, como en la exploración de las interacciones culturales, económicas, éticas, políticas y legales de las sociedades con el medio ambiente.

El aprendizaje y la enseñanza en el PAI se encuentran enmarcados por conceptos amplios, con el propósito de unificar las ideas de distintas áreas disciplinarias. Los grupos de asignaturas del PAI ofrecen marcos conceptuales para la enseñanza y el aprendizaje basados en la indagación, fomentando la exploración y el compromiso con cuestiones, fenómenos y contextos locales y globales.

Sobre la base de los principios pedagógicos del IB compartidos, Sistemas Ambientales y Sociedades es una continuación lógica del PAI, en la que se siguen cultivando la indagación, la comprensión conceptual, la mentalidad internacional y un compromiso íntegro.

Vínculos con el Programa de Orientación Profesional

El Programa de Orientación Profesional del IB (POP) incorpora los ideales y los principios educativos del IB en un programa sin igual, específicamente desarrollado para estudiantes que quieren cursar estudios de formación profesional.

En el POP, el alumnado estudia al menos dos asignaturas del PD, un tronco común con cuatro componentes y un programa de estudios de formación profesional, cuya composición está determinada por el contexto local y es coherente con sus necesidades. El POP se ha concebido para añadir valor a los estudios de formación profesional del alumnado. Esto proporciona el contexto para la elección de los cursos del Programa del Diploma. Sistemas Ambientales y Sociedades es una buena elección para uno de los cursos del PD. Al proporcionar una perspectiva sobre las cuestiones ambientales y su impacto sobre las sociedades, esta asignatura contribuye a la percepción de conceptos tales como la sostenibilidad en su aplicación al ámbito laboral en sectores como la arquitectura y el diseño urbano, la industria alimentaria o el compromiso internacional. Igualmente, en todas las esferas de la industria y del comercio cada vez tiene mayor importancia la comprensión de cuestiones tales como la seguridad alimentaria, de recursos hídricos o energética y la huella ecológica. Sistemas Ambientales y Sociedades ayuda al alumnado a entender la interconexión del medio ambiente, las economías y las sociedades en el mundo contemporáneo. Esta asignatura también puede contribuir a una mayor comprensión del papel de una persona o una organización para responder a los desafíos ambientales, ya sea en un contexto local o global, por medio de las oportunidades laborales y decisiones tomadas. Sistemas Ambientales y Sociedades fomenta también el desarrollo de una sólida capacidad de resolución de problemas y pensamiento crítico, así como de enfoques éticos, que serán de utilidad para el alumnado en el ámbito laboral global.

Los alumnos y alumnas del POP pueden estudiar cursos del PD tanto en el NM como en el NS. Los colegios y centros de educación secundaria pueden explorar las oportunidades disponibles para integrar al alumnado del POP con el del PD.

El proyecto científico colaborativo

El proyecto científico colaborativo es un proyecto interdisciplinario de ciencias que representa un valioso reto para el alumnado del Programa del Diploma (PD) y el Programa de Orientación Profesional (POP), al abordar problemas del mundo real que se pueden explorar mediante las ciencias. La naturaleza del reto debería permitir integrar los conocimientos fácticos, procedimentales y conceptuales adquiridos durante el estudio de sus disciplinas.

Mediante la identificación e investigación de cuestiones complejas, los alumnos y alumnas pueden desarrollar una comprensión del modo en que los sistemas, mecanismos y procesos interrelacionados influyen en un problema. A continuación, se aplicará esta comprensión colectiva al desarrollo de estrategias centradas en soluciones que aborden el problema. Los alumnos y alumnas evaluarán la complejidad inherente a la resolución de problemas del mundo real y reflexionarán sobre ella desde una perspectiva crítica.

Además desarrollarán una comprensión del alcance de la interconexión global entre las comunidades nacionales, regionales y locales, lo que, a su vez, les capacitará para ejercer una ciudadanía del mundo activa y comprometida. Al abordar cuestiones locales y globales, los alumnos/as comprenderán que las cuestiones de hoy en día trascienden las fronteras nacionales y solo pueden resolverse mediante la acción colectiva y la cooperación internacional.

El proyecto científico colaborativo contribuye a que el alumnado desarrolle las habilidades de los enfoques del aprendizaje, como las relacionadas con el trabajo en equipo, la negociación y el liderazgo. Además, les permite apreciar las repercusiones ambientales, sociales y éticas de la ciencia y la tecnología.

Toda la información sobre los requisitos se presenta en la [Guía del proyecto científico colaborativo](#).

Objetivos generales

Objetivos generales de Sistemas Ambientales y Sociedades

El curso de Sistemas Ambientales y Sociedades pretende capacitar y preparar al alumnado para que logre lo siguiente:

1. Desarrollar una comprensión de su propio impacto ambiental, en el contexto más general del impacto de la humanidad en la Tierra y su biosfera
2. Desarrollar conocimiento sobre diversas perspectivas para abordar cuestiones de sostenibilidad
3. Abordar y evaluar las tensiones en relación con las cuestiones ambientales empleando el pensamiento crítico
4. Adoptar un enfoque sistémico a fin de explorar cuestiones ambientales desde una perspectiva holística
5. Dejarse inspirar para abordar cuestiones ambientales en contextos locales y globales

Consulte también los objetivos generales de Individuos y Sociedades, y los del grupo de asignaturas de ciencias.

Objetivos de evaluación

Estos objetivos de evaluación (OE) reflejan cómo se evaluarán los objetivos generales del curso de Sistemas Ambientales y Sociedades. El propósito es que los alumnos y alumnas puedan cumplir los siguientes objetivos de evaluación en el contexto de los sistemas ambientales y cuestiones relacionadas.

OE1: Conocimiento y comprensión

Demostrar conocimiento y comprensión de:

- Conceptos, teorías y perspectivas pertinentes
- Datos y manipulación de datos
- Métodos y modelos
- Estudios de casos pertinentes y ejemplos del mundo real

OE2: Aplicación y análisis

Explicar, analizar y desarrollar:

- Conceptos, teorías y perspectivas pertinentes
- Datos e interpretación de datos
- Metodologías y modelos
- Explicaciones y argumentos claros
- Estudios de casos pertinentes y ejemplos del mundo real

OE3: Evaluación y síntesis

Evaluar y sintetizar:

- Conceptos, teorías y perspectivas pertinentes
- Datos y cómo usarlos para fundamentar y justificar las conclusiones
- Metodologías y modelos, reconociendo su valor y sus limitaciones
- Argumentos y soluciones propuestas a las cuestiones ambientales
- Cuestiones ambientales en sus contextos políticos, económicos, éticos, sociales y culturales

OE4: Uso y aplicación de habilidades adecuadas

- Identificar una cuestión ambiental y una pregunta de investigación adecuadas para la investigación
- Seleccionar y demostrar el uso de metodologías y habilidades adecuadas para llevar a cabo investigaciones éticas sobre cuestiones ambientales

Los objetivos de evaluación en la práctica

Objetivo de evaluación	¿En qué componente se evalúa este objetivo?	¿Cómo se evalúa al alumnado en relación con este objetivo?
Objetivos de evaluación 1-3	Prueba 1	Estudio de caso En el Nivel Medio (NM) y el Nivel Superior (NS)
Objetivos de evaluación 1-3	Prueba 2	Sección A: responder todas las preguntas Sección B: NM: una pregunta de respuesta larga a elegir de entre dos posibles NS: dos preguntas de respuesta larga a elegir de entre tres posibles
Objetivos de evaluación 1-4	Evaluación interna	Investigación individual evaluada mediante el uso de criterios de evaluación
Los objetivos se evaluarán en los exámenes mediante el uso de términos de instrucción (indicados en el apartado “Glosario de términos de instrucción” de la guía).		

Resumen del programa de estudios

Componente del programa de estudios	Horas lectivas	
	NM	NS
Tema 1: Fundamentos	16	
1.1 Perspectivas	(3)	
1.2 Sistemas	(5)	
1.3 Sostenibilidad	(8)	
Tema 2: Ecología	22	35
Tema 3: Biodiversidad y conservación	13	26
Tema 4: Agua	12	25
Tema 5: Tierra	8	15
Tema 6: Atmósfera y cambio climático	10	23
Tema 7: Recursos naturales	10	18
Tema 8: Poblaciones humanas y sistemas urbanos	9	15
Lentes del Nivel Superior (NS)		17
NS.a Derecho ambiental		(5)
NS.b Economía ambiental		(7)
NS.c Ética ambiental		(5)
Programa experimental	50	50
Trabajo práctico	(30)	(30)
El proyecto científico colaborativo	(10)	(10)
Investigación individual	(10)	(10)
Total de horas lectivas	150	240

Horas lectivas recomendadas

Se recomienda impartir 150 horas lectivas para completar los cursos del Nivel Medio (NM) y 240 horas lectivas para completar los cursos del Nivel Superior (NS), tal como se indica en el reglamento general (en [Procedimientos de evaluación del Programa del Diploma](#)).

El número aproximado de horas recomendadas para impartir un tema se indica para el NM y para el NS.

Las horas adicionales para el NS se indican por separado tras las horas lectivas de los componentes troncales.

Trabajo práctico

Las actividades prácticas son un aspecto importante del curso de Sistemas Ambientales y Sociedades, ya se realicen en el laboratorio, en el aula o en el campo. El programa de estudios requiere el uso de técnicas de campo, y muchos componentes del curso solo pueden abordarse eficazmente mediante este enfoque. Las actividades prácticas en Sistemas Ambientales y Sociedades son una oportunidad para que los alumnos/as

adquieran y desarrollen habilidades y técnicas más allá de los requisitos del modelo de evaluación, y deben estar plenamente integradas en la enseñanza del curso.

En consonancia con las *Directrices del IB sobre la experimentación científica* (véase el *Material de ayuda al profesor de Sistemas Ambientales y Sociedades* para obtener más información), para todas las actividades prácticas emprendidas como parte del PD existen las siguientes directrices:

- Todo experimento llevado a cabo que implique la participación de otras personas requerirá el consentimiento explícito por escrito de estas y la comprensión, por su parte, de la naturaleza del experimento.
- No se llevará a cabo ningún experimento en el que se inflija dolor a personas o animales vivos, o se les cause estrés o angustia.

Formato del programa de estudios

Los **temas** están numerados, por ejemplo, "Tema 2: Ecología". Consulte en la sección "Resumen del programa de estudios" las horas lectivas recomendadas para el NM y el NS.

Preguntas de orientación: El propósito de las preguntas de orientación es fomentar la indagación. Se anima a docentes y estudiantes a crear sus propias preguntas de orientación para reflejar el contenido de las unidades de estudio.

El contenido del programa de estudios bajo el encabezamiento de "NM y NS" debe impartirse tanto a los alumnos/as de NM como a los de NS.

Los **subtemas** también están numerados, como por ejemplo, "2.1 Individuos, poblaciones, comunidades y ecosistemas". Cada subtema comienza con una o varias preguntas de orientación que enmarcan y orientan la indagación para el aprendizaje dentro del subtema. Cada subtema se divide en unos conocimientos numerados que, a su vez, se dividen en un **enunciado de contenido** y en unas **notas**. En algunos conocimientos también se hace referencia a la aplicación de habilidades.

Las secciones marcadas como "solo NS" deben impartirse únicamente al alumnado de NS.

Figura 3

Formato del programa de estudios

Apartado de conocimientos

0.0.0 El **enunciado de contenido** indica el contenido que hay que impartir.

Notas: aquí se proporcionan aclaraciones sobre el alcance y los requisitos del enunciado de contenido. Las notas pretenden orientar a docentes y estudiantes a la hora de abordar el enunciado de contenido. Las notas pueden contener información sobre el tema, o bien instrucciones específicas. En algunos casos también se indica aquello que no se requiere.

Cuando se emplean términos como "considere", "incluya" o "aprecie", la intención es que el profesorado cubra esta parte del material. Se recomienda encarecidamente que cada estudiante disponga de una versión de las preguntas de orientación así como de la orientación que aparece en las notas.

Cuando el enunciado se explica por sí mismo, no se incluyen notas.

En los casos en los que se pueden establecer **conexiones** con otros subtemas, se incluye una lista de subtemas (números) junto a las notas.

Aplicación de habilidades: aquí se incluyen actividades dirigidas que conectan el enunciado del contenido con una habilidad como, por ejemplo, interpretar datos, usar la estadística y diseñar o llevar a cabo un experimento.

Docentes y estudiantes deben familiarizarse con los **objetivos de evaluación** (OE) y los **términos de instrucción** asociados para poder entender la profundidad de tratamiento que se requiere en la enseñanza y en las preguntas de examen. Los términos de instrucción relacionados con la exigencia cognitiva progresan del objetivo de evaluación 1 al 3, mientras que los términos de instrucción del objetivo de evaluación 4 son específicos de habilidades particulares. Los términos de instrucción y sus definiciones aparecen en orden alfabético en cada objetivo de evaluación en el "[Glosario de términos de instrucción](#)" que figura en el apéndice de esta guía.

Habilidades en el estudio de Sistemas Ambientales y Sociedades

Las herramientas y el proceso de indagación contienen las habilidades y técnicas con las que los alumnos y alumnas deben experimentar a lo largo del curso. Estas herramientas contribuyen a la aplicación y al desarrollo del proceso de indagación en la enseñanza del curso de Sistemas Ambientales y Sociedades. En cada subtema se resume la orientación sobre cómo se pueden aplicar las herramientas al aprendizaje y enseñanza de la asignatura.

Herramientas

- **Herramienta 1:** Técnicas experimentales
- **Herramienta 2:** Tecnología
- **Herramienta 3:** Matemáticas
- **Herramienta 4:** Sistemas y modelos

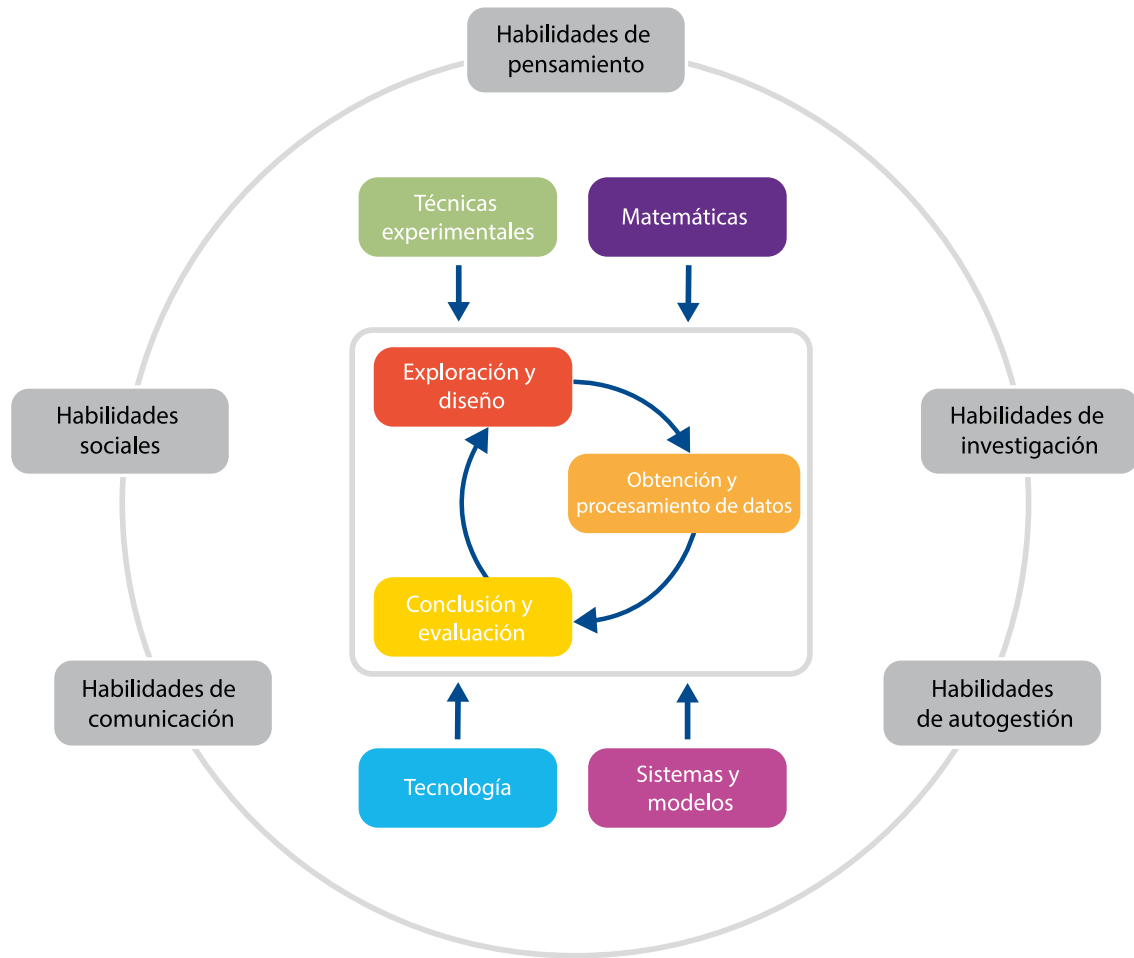
Proceso de indagación

- **Indagación 1:** Exploración y diseño
- **Indagación 2:** Obtención y procesamiento de datos
- **Indagación 3:** Conclusión y evaluación

Se recomienda a los profesores y profesoras que proporcionen a sus estudiantes oportunidades para adquirir y practicar las habilidades a lo largo del curso. En vez de enseñarse como temas independientes, deben integrarse en la enseñanza del programa de estudios cuando sean pertinentes a los temas que se estén tratando. Las habilidades en el estudio de Sistemas Ambientales y Sociedades pueden evaluarse mediante evaluaciones internas y externas.

Los enfoques del aprendizaje proporcionan el marco para el desarrollo de estas habilidades.

Figura 4
Habilidades y herramientas para Sistemas Ambientales y Sociedades



Herramientas

Herramienta 1: Técnicas experimentales

Habilidad	Descripción
Trabajo de laboratorio	Para llevar a cabo los experimentos de laboratorio, los alumnos y alumnas deben ser capaces de: - Realizar mediciones cuantitativas apropiadas (por ejemplo, recuentos, tiempo, masa, volumen, temperatura, longitud, pH y concentración) - Seleccionar y justificar técnicas, estrategias de muestreo, equipo y materiales adecuados - Llevar a cabo procedimientos para estimar la biomasa (peso seco) únicamente de materia vegetal - Llevar a cabo procedimientos para medir la productividad bruta y neta, primaria y secundaria, y la demanda biológica de oxígeno (solo NS) - Organizar y utilizar un equipo de laboratorio y unos materiales apropiados, de forma segura y correcta

Habilidad	Descripción
Trabajo de campo	Para llevar a cabo trabajo de campo, los alumnos/as deben comprender cómo: • Medir una serie de valores abióticos (climáticos, edáficos y acuáticos) • Identificar flora y fauna empleando claves dicotómicas, aplicaciones y bases de datos en línea, y utilizar de forma correcta la nomenclatura binomial • Usar un muestreo por parcelas apropiado para estimar la abundancia, la densidad de población, la cobertura porcentual y la frecuencia porcentual de organismos sin movilidad • Emplear el método de captura-marcado-liberación-recaptura con el índice de Lincoln para estimar el tamaño de la población de organismos móviles • Utilizar transectos para medir los cambios a lo largo de un gradiente abiótico • Llevar a cabo muestreos para obtener datos con el fin de calcular la diversidad de especies • Llevar a cabo muestreos para obtener datos con el fin de calcular el índice biótico (solo NS)
Cuestionarios Encuestas Entrevistas	Para llevar a cabo encuestas, los alumnos/as deben ser capaces de: • Identificar y justificar su elección de destinatarios apropiados • Elaborar preguntas abiertas o cerradas pertinentes con respuestas de opción múltiple o escala de Likert, según corresponda • Elegir y justificar un método y un tamaño de muestra apropiados, por ejemplo: aleatorio, de conveniencia, voluntario o intencionado • Demostrar conciencia ética, por ejemplo, anonimato o consentimiento de los encuestados de más de 12 años de edad • Encuesta piloto o de prueba para obtener comentarios que permitan introducir modificaciones posteriores
Obtención de datos secundarios	Para abordar una pregunta de investigación con datos secundarios, los alumnos/as deben ser capaces de: • Registrar y justificar su selección de fuentes secundarias • Obtener datos suficientes para aplicar las pruebas estadísticas apropiadas • Manipular o procesar los datos para abordar la hipótesis o la pregunta de investigación

Herramienta 2: Tecnología

Habilidad	Descripción
Uso de tecnología digital	Aunque no se evaluará al alumnado sobre el uso de la tecnología digital, los siguientes recursos pueden ser de gran utilidad para el aprendizaje y las investigaciones en esta asignatura. • Registradores de datos y otros dispositivos digitales • Modelización por computadora y simulaciones para generar datos • Hojas de cálculo y software de representación gráfica, por ejemplo, Excel • Plataformas colaborativas • Bases de datos; por ejemplo, Gapminder, Our World in Data, Banco Mundial, ScienceDirect • Sistemas de Información Geográfica (SIG), como ArcGIS, Google Maps • Calculadora de huella ecológica

Habilidad	Descripción
	- Google Forms, Survey Monkey, redes sociales para completar cuestionarios y realizar encuestas - Herramientas de cálculos estadísticos en línea, por ejemplo, calculadoras del sitio web Social Science Statistics

Herramienta 3: Matemáticas

Habilidad	Descripción
Habilidades matemáticas generales	Para manipular datos, los alumnos/as deben ser capaces de: - Ejecutar las operaciones aritméticas básicas: suma, resta, multiplicación y división - Realizar cálculos con promedios, decimales, fracciones, porcentajes, proporciones o razones, aproximaciones, frecuencias y funciones recíprocas - Calcular medidas de posición central: media, mediana y moda - Utilizar e interpretar la notación científica (por ejemplo, $3,6 \times 10^6$) - Aplicar y utilizar el Sistema Internacional de unidades (unidades del SI) de medida de masa, tiempo, longitud, así como de sus magnitudes derivadas (por ejemplo, velocidad, área y volumen o unidades métricas distintas del SI) - Utilizar la proporción directa e inversa - Dibujar gráficos (con escalas y ejes adecuados) con dos variables que muestren relaciones lineales o no lineales, la variable independiente en el eje x, y la dependiente en el eje y - Interpretar gráficos, incluido el significado de pendientes, variación de pendientes, intersecciones con los ejes y áreas - Interpretar datos presentados en distintas formas: diagrama de dispersión, línea punto a punto, recta de ajuste óptimo, diagrama de barras, histograma apilado, gráfico circular o de sectores, diagrama de caja y bigotes, y diagrama en cometa - Evaluar datos mediante pruebas estadísticas y cantidades (por ejemplo, desviación típica, coeficiente de correlación, coeficiente de correlación de rangos de Spearman, análisis de varianza (ANOVA), prueba de chi cuadrado y prueba t de Student) - Calcular índices a partir de determinadas fórmulas, por ejemplo, el índice recíproco de Simpson o el índice de Lincoln - Calcular tasas de crecimiento natural y tiempos de duplicación de la población a partir de unos determinados datos

Herramienta 4: Sistemas y modelos

Habilidad	Descripción
Elaboración e interpretación de modelos y diagramas	Para utilizar y analizar modelos de sistemas, los alumnos/as deben ser capaces de: - Elaborar un diagrama de sistemas o de flujo a partir de un determinado conjunto de datos, donde se muestren las transferencias, las transformaciones y las reservas - Elaborar e interpretar diagramas de sistemas que representen, entre otros, ecosistemas, suelo, ciclos biogeoquímicos y sistemas urbanos - Interpretar modelos que representen, entre otros, relaciones tróficas, crecimiento e interacciones de las poblaciones, transición demográfica, cambios atmosféricos, climogramas, curvas de rendimiento y esfuerzo pesquero, economía circular y economía rosquilla

Habilidad	Descripción
	- Calcular la eficiencia de la transferencia de energía a través de un sistema (solo NS) - Interpretar cladogramas (solo NS)

Proceso de indagación

Indagación 1: Exploración y diseño

Habilidad	Descripción
Indagación y diseño	Al planificar y diseñar una indagación, los alumnos/as deben ser capaces de: - Identificar una cuestión ambiental y formular una pregunta de investigación concisa y pertinente - Formular un hipótesis comprobable, incluyendo una hipótesis nula y una hipótesis alternativa, si procede - Identificar todas las variables apropiadas, el intervalo de valores y los controles - Planificar la obtención de suficientes datos pertinentes, repeticiones y tamaños muestrales para pruebas estadísticas
Evaluación de riesgos y consideraciones éticas	Al llevar a cabo cualquier tipo de investigación, los alumnos/as deben ser capaces de: - Identificar los riesgos y mantener la seguridad y el bienestar propios y de otras personas - Observar las <i>Directrices del IB sobre la experimentación científica</i> - Demostrar conciencia de los aspectos éticos e impactos ambientales de la investigación - Mostrar que se efectúa una eliminación segura y responsable con el medio ambiente de las sustancias químicas y demás materiales utilizados - Evaluar la validez de los sitios web y, por consiguiente, la fiabilidad de la información y de los datos obtenidos

Indagación 2: Obtención y procesamiento de datos

Habilidad	Descripción
Registro de los datos obtenidos	Al obtener datos de una investigación, los alumnos/as deben: - Registrar los datos obtenidos y con un nivel de precisión apropiado - Elaborar tablas de datos brutos empleando títulos descriptivos, y encabezados de columnas y filas con unidades, donde proceda - Registrar todas las observaciones cualitativas pertinentes efectuadas durante la investigación - Registrar todas las fuentes de datos secundarios
Procesamiento de datos	Al procesar los datos obtenidos, los alumnos/as deben ser capaces de: - Calcular a partir de los datos, incluyendo, entre otros, los porcentajes, valores medios, índices, proporciones y razones de cambio pertinentes - Elaborar tablas, diagramas o gráficos con títulos descriptivos, ejes rotulados con unidades, según corresponda - Elaborar gráficos (diagrama de dispersión, línea punto a punto, recta o curva de ajuste óptimo, diagrama de barras, histograma, gráfico circular o de sectores,

Habilidad	Descripción
	diagrama de caja y bigotes, diagrama de rosas y diagrama de cometa) para demostrar los patrones pertinentes o la existencia de correlaciones en los datos, incluyendo barras de error, si procede • Elaborar diagramas de sistemas, incluyendo los flujos y reservas pertinentes • Calcular, cuando proceda medidas de dispersión como, por ejemplo, desviación típica y varianza (mínimo cinco valores), rango intercuartil y coeficiente de determinación (R^2) • Interpretar valores del coeficiente de correlación (r) e identificar las correlaciones como positivas o negativas • Seleccionar y usar las pruebas estadísticas apropiadas (por ejemplo, coeficiente de correlación de Pearson, coeficiente de rangos de Spearman, prueba t de Student, ANOVA o prueba de chi cuadrado)
Interpretación de los datos procesados	Al interpretar los datos procesados, los alumnos/as deben ser capaces de: • Identificar, describir y explicar patrones, tendencias y relaciones en los datos procesados • Comprender y juzgar la exactitud, precisión, validez y fiabilidad • Identificar los errores aleatorios y sistemáticos, junto con los valores atípicos o anómalos • Identificar sesgos en publicaciones, medios de comunicación, cuestionarios y encuestas

Indagación 3: Conclusión y evaluación

Habilidad	Descripción
Conclusión	Al extraer conclusiones de las investigaciones, los alumnos/as deben ser capaces de: • Interpretar los datos procesados para extraer y justificar unas conclusiones válidas • Comparar los resultados de una investigación con unas fuentes secundarias fiables • Relacionar los resultados de una investigación con la pregunta de investigación o hipótesis formulada • Discutir el efecto de las incertidumbres sobre las conclusiones
Evaluación	Al evaluar las investigaciones llevadas a cabo, los alumnos/as deben ser capaces de: • Evaluar la metodología, incluyendo cómo reducir los errores aleatorios y sistemáticos • Evaluar los puntos fuertes de una investigación • Evaluar las repercusiones de los puntos débiles, las limitaciones y los supuestos de la metodología en las conclusiones • Evaluar la fiabilidad de las fuentes de información • Explicar mejoras realistas y pertinentes en una investigación

Contenido del programa de estudios

Tema 1: Fundamentos

1.1 Perspectivas

Preguntas de orientación

- ¿Cómo se desarrollan diferentes perspectivas?
- ¿Cómo afectan las perspectivas a las decisiones que tomamos con respecto a las cuestiones ambientales?

NM y NS

1.1.1 Una perspectiva es el modo en que una persona percibe y comprende una situación concreta. Esta se basa en una mezcla de suposiciones, valores y creencias, tanto personales como colectivas.

Las perspectivas personales dan lugar a una amplia gama de posturas diferentes sobre cuestiones ambientales y sociales. Las perspectivas también influyen en las decisiones y acciones de las personas.

1.1.2. Las perspectivas se fundamentan y justifican en base a normas socioculturales, conocimientos científicos, leyes, creencias religiosas, condiciones económicas, sucesos locales y globales, y en la experiencia vivida, entre otros factores.

Una perspectiva no es lo mismo que un argumento. Los argumentos se presentan para respaldar una perspectiva personal o para rebatir una diferente.

1.1.3 Los valores son cualidades o principios que las personas consideran valiosos e importantes en su vida.

Los valores afectan a las prioridades, juicios, perspectivas y decisiones de las personas. Si bien son individuales, también se comparten con otras personas de una comunidad, y son moldeados por ellas.

1.1.4 Los valores que subyacen a nuestras perspectivas pueden percibirse en nuestras acciones y en nuestra comunicación con la comunidad en general. La publicidad, los medios de comunicación, las políticas y acciones diversas dejan traslucir los valores defendidos por las organizaciones.

Los valores diferentes suelen provocar tensiones entre las personas y entre las organizaciones.

1.1.5 Para investigar las perspectivas mostradas por un grupo social concreto con respecto a las cuestiones ambientales se pueden emplear encuestas sobre valores.

Un buen diseño de las encuestas sobre valores para un determinado grupo social tiene en cuenta las diversas perspectivas sobre una cuestión ambiental concreta y evalúa su probable repercusión sobre la cuestión.

NS.c

Aplicación de habilidades: diseñar y llevar a cabo cuestionarios, encuestas o entrevistas, empleando herramientas de encuestas colaborativas en línea para correlacionar las perspectivas con actitudes sobre cuestiones ambientales o de sostenibilidad concretas. Seleccionar una herramienta estadística adecuada

para analizar estos datos. El alumnado puede usar y desarrollar gráficos de comportamiento a lo largo del tiempo para mostrar cambios en el estilo de vida.

1.1.6 Las visiones del mundo son los prismas o lentes compartidos por grupos de personas a través de los cuales perciben y entienden su medio ambiente y actúan en él. Estas visiones moldean los valores y las perspectivas de las personas a través de la cultura, la filosofía, la ideología, la religión y la política.

Con el desarrollo de Internet y de las redes sociales, la perspectiva personal puede verse influida por una variedad cada vez mayor de visiones del mundo, más allá de la de la comunidad local. En consecuencia, los modelos que intentan clasificar las perspectivas, pese a su utilidad, resultan inevitablemente inexactos, ya que las personas a menudo mantienen una compleja mezcla de posiciones personales.

NS.c

1.1.7 Un sistema de valores ambientales es un modelo que muestra las contribuciones que afectan a nuestras perspectivas y los resultados de nuestras perspectivas.

Un sistema de valores tiene entradas (por ejemplo, información de los medios de comunicación, educación o visiones del mundo) y salidas (por ejemplo, nuestros juicios y nuestras posturas, decisiones y acciones).

1.1.8 Las perspectivas ambientales (visiones del mundo) pueden clasificarse en categorías más amplias, como las tecnocéntricas, antropocéntricas y ecocéntricas.

Estas no son categorías exclusivas, ya que existen diversas alternativas. Hay muchas maneras distintas de clasificar nuestras perspectivas; estos modelos, aunque son útiles, son imperfectos, ya que las personas suelen exhibir una compleja gama de posturas que varían a lo largo del tiempo y según el contexto. El tecnocentrismo presupone que la tecnología puede resolver todos los problemas ambientales. El antropocentrismo contempla al género humano como el elemento esencial y más importante de la existencia, y de este sistema deriva una gran variedad de visiones. El ecocentrismo otorga al mundo natural una importancia preeminente y un valor intrínseco.

NS.a,
NS.c

1.1.9 Las perspectivas y las creencias que las sustentan cambian a lo largo del tiempo en todas las sociedades. Las campañas de gobiernos y organizaciones no gubernamentales (ONG), así como cambios sociales y demográficos pueden influir en ellas.

Aplicación de habilidades: interpretar gráficos de comportamiento a lo largo del tiempo. Algunos ejemplos podrían incluir cambios concretos, como los experimentados en los hábitos de fumar, tirar basura o consumir carne, o las maneras en que los estilos de vida tradicionales de culturas indígenas están siendo reemplazados por estilos de vida modernos.

NS.a,
NS.c

1.1.10 El desarrollo del movimiento ambientalista ha recibido influencias de personas individuales, la literatura, los medios de comunicación, desastres ambientales importantes, acuerdos internacionales, nuevas tecnologías y descubrimientos tecnológicos.

Seleccione **un** ejemplo de influencia de cada una de las categorías siguientes.

- Un/a activista ambiental
- Un escritor o escritora
- Los medios de comunicación: por ejemplo, el documental de Al Gore *An Inconvenient Truth* (Una verdad incómoda) (2006), o los documentales *No Impact Man* (El hombre sin impacto) (2009) o *Breaking Boundaries: The Science of Our Planet* (Romper los límites: la ciencia de nuestro planeta) (2021)

NS.c

• Un desastre ambiental: por ejemplo, el desastre de Minamata (1956), el desastre de Chernobyl (1986) o el desastre nuclear de Fukushima Daiichi (2011) • Acuerdos internacionales: por ejemplo, Cumbre de la Tierra de Río de Janeiro (1992) y Río +20 (2012); Conferencias sobre cambio climático de las Naciones Unidas en 2015 y 2022 (COP 21, COP 27) • Avances tecnológicos: por ejemplo, la Revolución Verde, reducción de entradas de energía y fermentación entérica, "carne" vegetales • Descubrimientos científicos: por ejemplo, toxicidad de pesticidas y biocidas, pérdida de especies, degradación de hábitats Los ejemplos también pueden ser recientes, de culturas indígenas o sucesos locales o globales de interés para el alumnado.	
--	--

Actividades posibles

- Practicar el debate o la discusión de las propias perspectivas de los alumnos y alumnas y cómo pueden influir en el comportamiento.
- Diseñar materiales apropiadamente persuasivos para defender una causa ambiental o social.

Contribuir a mostrar cómo las acciones personales pueden generar un cambio hacia una sociedad más sostenible.

Participar en la discusión del papel de la política, las organizaciones intergubernamentales (OIG), las ONG y las personas individuales (a través de las redes sociales) para solucionar un problema ambiental. Esto podría llevarse a cabo participando en un grupo del Modelo de Naciones Unidas (MUN).

1.2 Sistemas

Pregunta de orientación

- ¿Cómo se puede emplear el enfoque sistémico para modelizar cuestiones ambientales a diferentes niveles de complejidad y escala?

NM y NS

1.2.1 Los sistemas son conjuntos de componentes que interactúan o son interdependientes.	
Los componentes del sistema se organizan para crear un todo funcional.	
1.2.2 Un enfoque sistémico es una forma holística de visualizar un conjunto complejo de interacciones, y puede aplicarse a situaciones ecológicas o sociales.	
Un sistema tiene reservas y flujos, y los flujos proporcionan entradas y salidas de materia y energía.	
1.2.3 En los diagramas de sistemas, las reservas normalmente se representan en forma de casillas rectangulares y los flujos como flechas; el sentido de estas indica la dirección del flujo.	
Aplicación de habilidades: crear diagramas de sistemas que representen las reservas y los flujos, las entradas y salidas de sistemas, tales como ecosistemas de laboratorio o ecosistemas naturales locales. El tamaño de las casillas y las flechas puede ser indicativo del tamaño o de la magnitud de la reserva o del flujo.	Tema 2, 4.1, 5.1, 8.2
1.2.4 Los flujos son procesos que pueden ser transferencias o transformaciones.	
Las transferencias implican un cambio de ubicación de materia o energía; las transformaciones implican un cambio en la naturaleza química, un cambio de estado o una variación energética.	2.3, 4.1, 5.1

1.2.5 Los sistemas pueden ser abiertos o cerrados.

Un sistema abierto intercambia materia y energía a través de sus límites, en tanto que un sistema cerrado solo intercambia energía. Casi todos los sistemas son abiertos; solo los ciclos geoquímicos globales se asemejan a sistemas cerrados. "Biosfera 2" es un ejemplo de un sistema cerrado, y un ecosistema local es un ejemplo de un sistema abierto.	2.3, 4.1
--	----------

1.2.6 La Tierra es un sistema integrado único que abarca la biosfera, la hidrosfera, la criósfera, la geosfera, la atmósfera y la antroposfera.

La hipótesis de Gaia de James Lovelock es un modelo de la Tierra como un sistema integrado único. La hipótesis (también conocida como la teoría de Gaia) se introdujo para explicar cómo la composición atmosférica y las temperaturas están interrelacionadas mediante mecanismos de control por retroalimentación. James Lovelock y Lynn Margulis desarrollaron posteriormente muchas variaciones de la teoría de Gaia.

1.2.7 El concepto de sistema se puede aplicar a toda una serie de escalas.

Los sistemas existen a varias escalas, abarcando desde ecosistemas locales a pequeña escala, como una bromelia en una pluvisilva, hasta ecosistemas mayores, como una pluvisilva. La hipótesis de Gaia y la circulación atmosférica son ejemplos de sistemas globales.

1.2.8 Los bucles de retroalimentación negativa se dan cuando la salida de un proceso inhibe o invierte el funcionamiento del mismo proceso de manera que se reduce el cambio. Estos son estabilizadores, ya que contrarrestan la desviación.

Emplear el modelo Daisyworld de James Lovelock y Andrew Watson para mostrar cómo puede producirse la regulación de temperatura debido a la presencia de vida en un planeta, en contraste con uno muerto. Incluya otros ejemplos.	2.1, 2.5, 6.2, 7.2, 8.3
--	-------------------------

Aplicación de habilidades: usar diagramas que representen ejemplos de retroalimentación negativa.

1.2.9 Al ser un sistema abierto, un ecosistema existirá normalmente en un equilibrio estable, ya sea en un equilibrio de estado estacionario o en un equilibrio alcanzado a lo largo del tiempo (la sucesión, por ejemplo), el cual será mantenido por la estabilización de bucles de retroalimentación negativa.

Un equilibrio estable es la condición de un sistema en la que hay una tendencia a retornar al equilibrio previo tras una perturbación. Un equilibrio de estado estacionario es la condición de un sistema abierto en el cual se siguen produciendo flujos pero las entradas son continuamente compensadas por las salidas.	2.5, 3.3
--	----------

1.2.10 Los bucles de retroalimentación positiva se producen cuando una perturbación conduce a una amplificación de dicha perturbación, desestabilizando el sistema y alejándolo de su equilibrio.

Los bucles de retroalimentación positiva tienen una función de amplificación. La retroalimentación positiva pueden conducir tanto a un aumento como a una disminución en un componente del sistema. Por ejemplo, conforme disminuye una población, el potencial reproductivo se reduce, lo que lleva a una disminución aún mayor. Un ejemplo de retroalimentación positiva es la disminución del albedo (magnitud de reflexión en una superficie) debido a la fusión de los casquetes polares, lo que provoca un mayor calentamiento global, o el aumento en la población, que conduce a un mayor potencial de crecimiento. Hay muchos otros ejemplos.	3.3, 4.4, 5.2, 6.2
--	--------------------

Aplicación de habilidades: usar diagramas que representen ejemplos de retroalimentación positiva.

1.2.11 Los bucles de retroalimentación positiva tenderán a conducir al sistema hacia un punto de inflexión.

Un punto de inflexión es la magnitud mínima de cambio que causará una desestabilización dentro de un sistema. A continuación, el sistema se desplaza a un nuevo equilibrio o estado estable.	2.1, 2.5
--	----------

1.2.12 Los puntos de inflexión pueden existir dentro de un sistema en el que una pequeña alteración en un componente puede ocasionar grandes cambios globales, lo que causa un desplazamiento en el equilibrio.

Los puntos de inflexión dan lugar a cambios entre diferentes estados estables. Use ejemplos que respalden la explicación. Por ejemplo, un cambio en las concentraciones de nitratos o fosfatos conducente a la eutroficación. Identifique otros ejemplos de puntos de inflexión a lo largo del curso.	2.1, 3.3, 4.4, 6.2
---	-----------------------

1.2.13 Un modelo es una representación simplificada de la realidad, se puede usar para comprender cómo funciona un sistema y para predecir cómo responderá este a los cambios.

Un modelo puede adoptar muchas formas, como un gráfico, un diagrama, una ecuación, una simulación o palabras. Los modelos se emplean en todo el curso para representar sistemas y procesos.	1.1
---	-----

1.2.14 La simplificación de un modelo implica un grado de aproximación y, por tanto, una pérdida de exactitud.

La simplificación de un modelo puede hacerlo menos exacto. El enfoque sistémico usa modelos durante todo el curso. Por ejemplo, los modelos predictivos de cambio climático o las proyecciones del crecimiento de la población humana explican cómo un modelo puede proporcionar resultados muy diferentes. La simplificación también afectará al grado en el que un modelo de ecosistema de laboratorio se aproxima a un ecosistema natural.	6.2, 8.1
---	----------

1.2.15 Las interacciones entre componentes en los sistemas pueden generar propiedades emergentes.

Las propiedades emergentes aparecen cuando interactúan los componentes individuales del sistema; los propios componentes no presentan dichas propiedades. Por ejemplo, las oscilaciones depredador-presa y las cascadas tróficas son ejemplos de propiedades emergentes en las que se producen patrones de cambio que no se darían en componentes aislados. Incluya otros ejemplos.	3.3, 5.2, 6.3, 8.3
---	-----------------------

1.2.16 La resiliencia de un sistema, ecológico o social, se refiere a su tendencia a evitar puntos de inflexión y a mantener la estabilidad.

La resiliencia de un sistema es la capacidad de resistir daños y recuperarse de las perturbaciones, o adaptarse eficazmente a estas.	3.3, 6.2, 6.3
--	------------------

1.2.17 La diversidad y el tamaño de las reservas dentro de los sistemas puede contribuir a su resiliencia y afectar a su velocidad de respuesta al cambio (desfases temporales).

Considere un ejemplo de resiliencia (como la pérdida de resiliencia causada por la sustitución de los sistemas de praderas en Norteamérica por monocultivos) que muestre cómo la diversidad contribuye a la resiliencia de un sistema. Considere cómo afecta el tamaño de la reserva a la estabilidad relativa de un charco en comparación con un lago.	5.2
---	-----

1.2.18 Los seres humanos pueden afectar a la resiliencia de los sistemas mediante la reducción de estas reservas y de la diversidad.	
Utilice el ejemplo de la pérdida de resiliencia en la deforestación, causante de una reducción en el tamaño de las reservas y una pérdida de diversidad.	2.5, 5.2

Actividades posibles

- Construir un ecosistema en una botella, un acuario, un terrario, una pila de compost u otro ecosistema en instalaciones escolares y utilizarlo para crear un diagrama de sistemas. Comparar las variables del sistema (por ejemplo, con y sin un organismo o con diferentes niveles de agua o nutrientes).
- Utilizar las habilidades del análisis de sistemas como ayuda para resolver un problema que afecta a todo el colegio.
- Sensibilizar a los compañeros/as sobre la importancia de los puntos de inflexión.

1.3 Sostenibilidad

Preguntas de orientación

- ¿Qué es la sostenibilidad y cómo se puede medir?
- ¿En qué medida los desafíos del desarrollo sostenible son también los desafíos de la justicia ambiental?

NM y NS

1.3.1 La sostenibilidad es una medida del grado en el que las prácticas permiten la viabilidad a largo plazo de un sistema. Este concepto se emplea generalmente para aludir a un mantenimiento responsable de los sistemas socioecológicos de forma que no se vean mermadas las condiciones de generaciones futuras.	
Todas las actividades están integradas en un sistema y, en general, incrementar la resiliencia del sistema aumenta la sostenibilidad.	1.2

1.3.2 Los tres pilares de la sostenibilidad son el ambiental, el social y el económico.	
Las formas en que la sostenibilidad ambiental, social y económica interactúan pueden mostrarse con diagramas. Los modelos de sostenibilidad sólidos muestran la economía integrada en la sociedad, y la sociedad y la economía integradas en el medio ambiente natural. Los modelos débiles de sostenibilidad únicamente muestran un solapamiento en los tres pilares.	NS.b

1.3.3 La sostenibilidad ambiental es el uso y la gestión de recursos naturales que permite una restitución de los recursos y una recuperación y regeneración de los ecosistemas.	
La sostenibilidad en este contexto se centra en el agotamiento de los recursos, la contaminación y la biodiversidad. La regeneración activa de los ecosistemas también se considera un componente de la sostenibilidad ambiental. Existen diferentes escalas temporales en la restitución de los recursos naturales.	7.2, NS.a, NS.b

1.3.4 La sostenibilidad social se centra en la creación de estructuras y sistemas que sostienen el bienestar humano, incluyendo la salud, la educación, la equidad, la comunidad, y otros factores sociales.	
---	--

La sostenibilidad en este contexto se centra en la supervivencia de las sociedades y sus culturas; esta puede incluir la consideración del uso continuado de la lengua, las creencias o las prácticas espirituales en una sociedad.	NS.c
---	------

1.3.5 La sostenibilidad económica se centra en la creación de las estructuras económicas y los sistemas que respaldan la producción y el consumo de bienes y servicios que satisfarán las necesidades humanas en el futuro.	
En lo que respecta al uso de recursos para satisfacer las necesidades humanas, no hay sostenibilidad económica sin sostenibilidad ambiental.	NS.b

1.3.6 El desarrollo sostenible satisface las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras de satisfacer sus propias necesidades. El desarrollo sostenible se aplica al concepto de sostenibilidad para nuestro desarrollo social y económico.	
El desarrollo sostenible es un marco que guía el desarrollo futuro de la civilización humana al tiempo que se mantiene la estabilidad económica, la equidad social y la integridad ecológica. El informe Brundtland de 1987 introdujo los aspectos sociales y económicos de la sostenibilidad para un desarrollo sostenible.	NS.b, NS.c

1.3.7 El uso no sostenible de los recursos naturales puede provocar el colapso del ecosistema.	
Utilice un ejemplo de colapso del ecosistema debido a un exceso de explotación humana del medio ambiente (por ejemplo, el impacto de la sobreexplotación pesquera en las pesquerías de bacalao en Terranova).	1.2, 4.3, NS.a, NS.b

1.3.8 Los indicadores habituales del desarrollo económico, como el producto interior bruto (PIB) pasan por alto el valor de los sistemas naturales y pueden llevar a un desarrollo no sostenible.	
El PIB es una medida del valor monetario de los bienes y servicios finales producidos y vendidos por un país en un determinado período de tiempo. Centrarse en el PIB como medida del progreso económico puede causar un desarrollo no sostenible. El PIB verde mide los costos ambientales y los resta del PIB.	NS.b

1.3.9 La justicia ambiental se refiere al derecho de todas las personas a vivir en un medio ambiente sin contaminación y a tener un acceso equitativo a los recursos naturales, con independencia de cuestiones como la raza, el género, el estatus socioeconómico o la nacionalidad.	
Considere un ejemplo local y otro global de injusticia ambiental. Los ejemplos podrían incluir: vertido de petróleo de la plataforma petrolera Deepwater Horizon en el Golfo de México (2010); vertederos ubicados en zonas donde vive población con bajos ingresos; fuga de gas de Union Carbide en Bhopal, en India (1984); derechos territoriales de los masái en Kenia y Tanzania; envío de residuos plásticos de los países desarrollados a países en vías de desarrollo.	1.1, 3.3, 4.2, 4.3, 5.2, 6.3, 7.2, 8.3, NS.a, NS.c

1.3.10 Las desigualdades de ingresos, raza, género e identidad cultural dentro de una sociedad y entre distintas sociedades conduce a diferencias en el acceso al agua, a los alimentos y a la energía.	
Ejemplos de desigualdad incluyen el no poder pagar suministro eléctrico o la privatización de los recursos hídricos.	1.1, 3.3, 4.2, 4.3, 5.2, 6.3, 7.2, 8.3, NS.c

1.3.11 La sostenibilidad y la justicia ambiental pueden aplicarse desde la escala individual hasta la escala operativa global.

Las cuestiones de sostenibilidad y justicia ambiental existen a diferentes escalas operativas. Las diferentes escalas operativas son la individual (decisiones individuales sobre cómo vivir y trabajar), la del negocio o empresa, la de la comunidad (religiosa, cultural, política o indígena), la de la ciudad, la del país (las políticas, las leyes y los sistemas socioeconómicos) o la escala global (por ejemplo, los Objetivos de Desarrollo Sostenible de las Naciones Unidas (ODS)).	1.1, NS.a, NS.b, NS.c
--	-----------------------

1.3.12 Los indicadores de la sostenibilidad incluyen medidas cuantitativas de biodiversidad, contaminación, población humana, cambio climático, huella de carbono y huella de materiales, y otras. Estos indicadores se pueden aplicar a una serie de escalas, de la local a la global.

Considere el uso de un indicador ambiental concreto para evaluar la sostenibilidad.	3.3, 6.3, 8.3
---	---------------

1.3.13 Para medir la sostenibilidad se puede emplear el concepto de las huellas ecológicas. Si dichas huellas son mayores que la superficie o los recursos disponibles para la población, esto indica una falta de sostenibilidad.

Una huella ecológica es la superficie de tierra y agua necesarias para proporcionar de forma sostenible todos los recursos al ritmo de consumo y absorber todos los residuos generados al ritmo de producción para una población específica.	4.2, 6.3, 8.3, NS.b
--	---------------------

Aplicación de habilidades: usar calculadoras de huellas ecológicas para determinar la huella ecológica, hídrica y de carbono del alumnado. Presentar gráficamente los datos comparativos de las distintas huellas utilizando una hoja de cálculo y *software* de representación gráfica.

1.3.14 La huella de carbono mide la cantidad de gases de efecto invernadero (GEI) producidos, medidos en equivalentes de dióxido de carbono (en toneladas). La huella hídrica mide el uso de agua (en metros cúbicos al año).

Hay diferentes maneras de utilizar las distintas huellas para medir la sostenibilidad. No se requiere que el alumnado conozca los detalles de cómo se calculan estas.	4.2, 6.2
---	----------

1.3.15 La biocapacidad es la capacidad de una determinada área biológicamente productiva para generar un suministro continuo de recursos renovables y absorber los residuos resultantes.

La falta de sostenibilidad se produce cuando la huella ecológica del área excede su biocapacidad.	2.2, 2.5, 8.2, 8.3
---	--------------------

1.3.16 La ciencia ciudadana desempeña una función en el control de los sistemas de la Tierra y en determinar si los recursos se están utilizando de forma sostenible.

La ciencia ciudadana tiene una función en el panorama más amplio de la investigación científica de los sistemas ambientales. La información recabada es pertinente para los problemas y las condiciones locales, y se puede emplear para investigar cuestiones globales como, por ejemplo, el cambio climático.	2.1, 3.1, 3.2, 4.2, 6.1, 7.2, 8.3, NS.c
---	---

1.3.17 Hay diversos marcos y modelos que respaldan nuestra comprensión de la sostenibilidad, cada uno con usos y limitaciones.

Los modelos de sostenibilidad, como todos los modelos, son versiones simplificadas de la realidad; por consiguiente, tienen usos y limitaciones.

1.3.18 Los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la ONU (ODS) son un conjunto de metas y objetivos sociales y ambientales concebidos para guiar las acciones encaminadas a conseguir la sostenibilidad y la justicia ambiental.

Considere el modelo de los ODS así como sus usos y limitaciones Los ODS proporcionan un marco para el desarrollo sostenible apoyado por la ONU y abordan los desafíos globales a los que se enfrenta la humanidad, incluyendo los relacionados con la pobreza, la desigualdad, el clima, la degradación ambiental, la prosperidad, y la paz y la justicia. Ejemplos de usos y limitaciones: Usos: establecen una base común para el desarrollo de políticas; se aplican a países desarrollados y países en vías de desarrollo; impulsan las actuaciones de la comunidad internacional para abordar las desigualdades económicas y sociales. Limitaciones: los objetivos no son lo suficientemente ambiciosos; los objetivos son descendentes y burocráticos; tienden a ignorar los contextos locales; carecen de datos que los respalden.	4.2, 5.2, 7.2, 8.3, NS.a, NS.b, NS.c
--	---

1.3.19 El modelo de los límites planetarios describe los nueve procesos y sistemas que han regulado la estabilidad y la resiliencia del sistema terrestre en la época del Holoceno. El modelo también identifica los límites de las perturbaciones humanas a dichos sistemas y propone que cruzar dichos límites aumenta el riesgo de unos cambios abruptos e irreversibles en los sistemas de la Tierra.

Considere el modelo de los límites planetarios y seleccione qué límites planetarios parecen haber sido cruzados y los factores que han llevado a ello. (Solo NS: use datos cuantitativos para descubrir si se han cruzado los límites planetarios y cuándo, en el momento apropiado del curso.) Ejemplos de usos y limitaciones: Usos: identifica límites basados en la ciencia para la perturbación humana de los sistemas de la Tierra; hace hincapié en la necesidad de centrarse en otras cuestiones además del cambio climático (que domina el debate); alerta a la opinión pública y a los responsables de políticas sobre la acuciante necesidad de actuar para proteger los sistemas de la Tierra. Limitaciones: se centra únicamente en los sistemas ecológicos y no toma en consideración la dimensión humana necesaria para actuar por la justicia ambiental; el modelo es un trabajo en curso: las evaluaciones de los límites van cambiando conforme se dispone de datos nuevos; centrarse en los límites globales puede no ser una guía útil para la acción a nivel local y nacional.	2.3, 3.2, 4.2, 4.4, 5.2, 6.2, 6.4, 7.2, 8.2, NS.a, NS.b, NS.c
--	--

1.3.20 El modelo de economía de la rosquilla (o economía del donut) es un marco para crear una economía regenerativa y distributiva en aras de satisfacer las necesidades de todas las personas dentro de las posibilidades que permite el planeta.

Considere el modelo de economía de la rosquilla y los conceptos de diseño regenerativo y distributivo. La base social (límite interior de la “rosquilla”) se basa en los ODS sociales. El techo ecológico (límite exterior de la “rosquilla”) se basa en la ciencia de los límites planetarios. Juntos, la base social y el techo ecológico representan las condiciones mínimas para una economía ecológicamente segura y socialmente justa; de esta manera, la rosquilla es el “espacio seguro y justo para la humanidad”. Actualmente, miles de millones de personas aún no alcanzan la base social, en tanto que la humanidad ha rebasado colectivamente la mayoría de los límites planetarios. Por consiguiente, el objetivo, tal como ilustra este modelo, es desplazarse al interior de la rosquilla y crear una economía que permita a la humanidad prosperar en equilibrio con el resto del mundo vivo. Esto solo puede lograrse creando economías diseñadas para ser regenerativas y redistributivas. Una economía regenerativa opera dentro de los ciclos y límites	NS.b, NS.c
---	-------------------

del mundo vivo y con ellos. Una economía distributiva comparte valores y oportunidades de forma mucho más equitativa entre todas las partes interesadas. Ejemplos de usos y limitaciones: Usos: el modelo incluye elementos tanto ecológicos como sociales, por lo que respalda el concepto de justicia ambiental; ha alcanzado sensibilización popular y se está empleando a distintas escalas (por ejemplo, países, ciudades, vecindarios o negocios) para respaldar acciones a favor de la sostenibilidad. Limitaciones: el modelo es trabajo en curso: diferentes grupos están tratando de aplicar el modelo para acciones concretas; defiende unos principios generosos de práctica regenerativa y distributiva, pero no llega a proponer políticas específicas.	
---	--

1.3.21 La economía circular es un modelo que promueve el desacoplamiento de la actividad económica del consumo de los recursos finitos. Tiene tres principios: eliminación de residuos y contaminación, circulación de productos y materiales, y regeneración de la naturaleza.	
El diagrama de mariposa de la Fundación Ellen MacArthur es una buena ilustración de la economía circular. Este modelo difiere del modelo económico lineal (tomar–hacer–desechar). Ejemplos de usos y limitaciones: Usos: regeneración de sistemas naturales; reducción de emisiones de gases invernadero; mejora de redes alimentarias locales y apoyo a comunidades locales; reducción de residuos al ampliar el ciclo vital de los productos; cambio de hábitos de los consumidores. Limitaciones: falta de conciencia ambiental de consumidores y compañías; falta de normativa que obligue a reciclar los productos; algunos residuos no son reciclables (limitaciones técnicas); falta de recursos financieros.	NS.b, NS.c

Actividades posibles

- Presentar investigaciones de ejemplos de injusticia ambiental y desigualdades ambientales que conducen a problemas de acceso a los recursos.
- Promover el modelo de la economía rosquilla o estrategias de la economía circular para la comunidad escolar.
- Investigar la huella de carbono de todo el colegio y producir un plan para reducir las emisiones de carbono del colegio.
- Diseñar y planificar una marcha por la sostenibilidad para destacar las opciones sostenibles a nivel local.
- Emplear un Objetivo de Desarrollo Sostenible para defender una cuestión concreta.

Tema 2: Ecología

2.1 Individuos, poblaciones, comunidades y ecosistemas

Pregunta de orientación

- ¿Cómo se pueden modelizar los sistemas naturales y pueden utilizarse estos modelos para predecir los efectos de la perturbación humana?

NM y NS

2.1.1 La biosfera es un sistema ecológico compuesto por individuos, poblaciones, comunidades y ecosistemas.	
La biosfera representa las partes de la Tierra en las que existe vida.	1.2

2.1.2 Un organismo individual es un miembro de una especie.

De acuerdo con el concepto de especie biológica, una especie es un grupo de organismos que pueden reproducirse entre sí y que engendran descendencia fértil.

2.1.3 La clasificación de los organismos permite identificarlos y predecir con eficiencia sus características.

La clasificación es necesaria debido a la enorme diversidad de especies. El primer nombre es el del género y el segundo nombre es el de la especie; las especies del mismo género tienen rasgos similares. El nombre genérico se escribe con mayúscula inicial. El nombre de la especie se escribe en minúscula inicial; tanto el género como la especie deben escribirse en cursiva o subrayados.

2.1.4 Los taxónomos emplean diversas herramientas para identificar un organismo.

Identificación en este contexto significa determinar la especie de un organismo individual. Las herramientas incluyen claves dicotómicas, comparación de especímenes usando colecciones llevadas a cabo por taxónomos y estudios con ácido desoxirribonucleico (ADN).

Aplicación de habilidades: saber cómo emplear claves dicotómicas, aplicaciones y bases de datos para identificar especies.

2.1.5 Una población es un grupo de organismos de la misma especie que viven en una misma área al mismo tiempo y que son capaces de reproducirse entre sí.

Una población es una unidad reproductiva. Una especie puede constar de un número variable de poblaciones, desde una hasta muchas. No se requiere utilizar el término "metapoblación".

Aplicación de habilidades: investigar un ecosistema local.

2.1.6 Los factores que determinan la distribución de una población pueden ser abióticos o bióticos.

Biótico se refiere a los componentes vivos de un ecosistema; abiótico se refiere a los factores físicos no vivos que pueden influir sobre los organismos.

2.1.7 La temperatura, la luz solar, el pH, la salinidad, el oxígeno disuelto y la textura del suelo son ejemplos de muchos factores abióticos que afectan a las distribuciones de las especies en los ecosistemas.

Los factores abióticos pueden cuantificarse para clarificar la distribución de las especies.

Aplicación de habilidades: usar métodos para medir al menos tres factores abióticos en un ecosistema acuático o terrestre, incluyendo el uso de registradores de datos.

2.1.8 Un nicho describe el conjunto particular de condiciones abióticas y bióticas y de recursos de los que depende un organismo o una población.

Un nicho ecológico es la función de una especie en un ecosistema. El nicho comprende todas las interacciones bióticas y abióticas que influyen sobre el crecimiento, la supervivencia y la reproducción de una población, incluyendo cómo se obtiene el alimento.

Incluya algunos de los parámetros de un nicho para una especie concreta.

2.1.9 Las poblaciones interactúan en los ecosistemas mediante relaciones de herbivorismo, depredación, parasitismo, mutualismo, enfermedad y competencia, con consecuencias ecológicas, comportamentales y evolutivas.

Considere un ejemplo de cada tipo de relación y cómo influyen las relaciones en las dinámicas de poblaciones de las distintas poblaciones que interactúan entre sí y las presiones selectivas implicadas.

Aplicación de habilidades: utilizar modelos que demuestren las relaciones tróficas, como por ejemplo la relación depredador–presa.

2.1.10 La capacidad de carga es el tamaño máximo de una población, determinado por la competencia por unos recursos limitados.

Incluir ejemplos de recursos que pueden afectar a la capacidad de carga, incluyendo factores bióticos y abióticos.

5.2, 8.2

2.1.11 La regulación del tamaño de la población está controlado por factores dependientes de la densidad y mecanismos de retroalimentación negativa.

Los factores independientes de la densidad pueden influir de forma significativa en el tamaño de la población, pero son los factores dependientes de la densidad los que tienden a regular la población en torno a la capacidad de carga. Además de la competencia por recursos limitados, incluya el mayor riesgo de depredación y la transmisión de patógenos en poblaciones densas. Estos son ejemplos de retroalimentación negativa, que hace que una población retorne al equilibrio.

2.1.12 El crecimiento de la población puede ser bien exponencial o limitado por la capacidad de carga.

Si no hay factores limitantes, el crecimiento de la población sigue una curva en J (crecimiento exponencial). Cuando empiezan a operar factores limitantes dependientes de la densidad, la curva adquiere una forma de S. Considere curvas de crecimiento de la población en lo que respecta al número de individuos y a las tasas de variación, y poblaciones que exhiban una curva en S y un patrón de “auge y caída”, por ejemplo, los renos en la isla de Saint Matthew.

5.2, 8.2

2.1.13 Los factores limitantes sobre el crecimiento de las poblaciones humanas se han ido eliminando, lo que ha tenido consecuencias para la sostenibilidad de los ecosistemas.

Incluya los efectos de la eliminación de los depredadores naturales, los avances tecnológicos y la degradación del medio ambiente.

5.2, 8.1, 8.2

2.1.14 La capacidad de carga no se puede evaluar fácilmente para las poblaciones humanas.

Esto se debe a lo amplio y cambiante del nicho ecológico de los seres humanos. Incluya la idea de que las poblaciones alcanzan el equilibrio con los ecosistemas, pero las poblaciones humanas se ven menos limitadas debido a la movilidad de los recursos. La expansión del nicho humano también tiene lugar mediante los avances tecnológicos y los cambios en el consumo. La rápida evolución del hábitat humano conduce a unas estimaciones de la capacidad de carga que son objeto de disputa y que únicamente pueden estimarse para el momento presente.

8.1, 8.2, NS.b

2.1.15 La abundancia de la población se puede estimar empleando un muestreo aleatorio, un muestreo sistemático o un muestreo por transectos.

Considere las razones para seleccionar cuál de estos procedimientos resultaría más apropiado.

2.1.16 El muestreo aleatorio por parcelas se puede utilizar para estimar el tamaño de la población de organismos inmóviles.

La cobertura porcentual es una estimación de la superficie en un cuadrante de un tamaño determinado (parcela de muestreo) cubierta por la planta o animal en cuestión. La frecuencia porcentual es el número

de presencias dividido por el número de posibles presencias. Por ejemplo, si una planta aparece en 5 de 100 cuadrados en una parcela de muestreo reticular, entonces la frecuencia porcentual es del 5 %. La cobertura porcentual y la frecuencia porcentual proporcionan una estimación de la abundancia, pero no del tamaño real de la población.

Aplicación de habilidades: usar el muestreo por parcelas para estimar la abundancia, la densidad de población, la cobertura porcentual y la frecuencia porcentual para organismos inmóviles y medir los cambios a lo largo de un transecto.

2.1.17 El método de captura-marcado-liberación-recaptura y el índice de Lincoln se pueden utilizar para estimar el tamaño de la población de organismos móviles.

Considere el uso del índice de Lincoln para estimar el tamaño de una población.	1.2, 1.4
Estimación del tamaño de la población = $\frac{(M \times N)}{R}$, siendo M el número de individuos capturados y marcados inicialmente, N el número total de individuos recapturados y R el número de individuos marcados que han sido recapturados.	

Aplicación de habilidades: el alumnado debe utilizar el índice de Lincoln para estimar el tamaño de una población, y comprender los supuestos que se hacen al utilizar este método.

2.1.18 Una comunidad es un conjunto de poblaciones que interactúan dentro del ecosistema.

Las comunidades comprenden varias poblaciones que interactúan en el ecosistema. Considere el concepto de comunidad en un ecosistema local.

2.1.19 El hábitat es el emplazamiento en el cual vive una comunidad, una especie, una población o un organismo.

Una descripción del hábitat de una especie puede incluir tanto las ubicaciones geográficas y físicas, así como el tipo de ecosistema necesario para proporcionar todas las condiciones ambientales necesarias para su supervivencia. Considere el concepto de hábitat en un ecosistema local.

2.1.20 Los ecosistemas son sistemas abiertos en los cuales pueden entrar y salir materia y energía.

Un ecosistema es una comunidad y el medio ambiente físico con el que esta interacciona. Considere el concepto de ecosistema en un ecosistema local.	1.2
---	-----

2.1.21 La sostenibilidad es una propiedad natural de los ecosistemas.

Las entradas están equilibradas con las salidas en un ecosistema en estado estacionario. Considere este equilibrio en diagramas de flujo de ecosistemas específicos. Hay pruebas de que algunos ecosistemas han persistido durante millones de años, como por ejemplo, las selvas tropicales.	1.3, 7.2
---	----------

2.1.22 La actividad humana puede conducir a puntos de inflexión en la estabilidad del ecosistema.

Los puntos de inflexión conducen al colapso del ecosistema original y al desarrollo de un nuevo equilibrio. Por ejemplo, la deforestación de la selva del Amazonas reduce la generación de vapor de agua por transpiración, lo que reduce a su vez la refrigeración y precipitaciones necesarias para el mantenimiento de la selva restante.	1.2
--	-----

2.1.23 Las especies clave desempeñan una función en la sostenibilidad de los ecosistemas.

El impacto de la desaparición de las especies clave sobre la estructura de la comunidad es enorme, y existe el riesgo de que el ecosistema se colapse. Considere dos ejemplos. Por	1.2, 3.3
--	----------

ejemplo, la estrella de mar ocre (*Pisaster ochraceus*) que controla las poblaciones de mejillones en la costa del Pacífico Norte que, de otro modo, invadirían el ecosistema; los elefantes que se alimentan de arbustos y árboles, manteniendo así las praderas de la sabana.

2.1.24 El modelo de los límites planetarios indica que los cambios en la integridad de la biosfera han traspasado un umbral crítico.

Hay una interrelación entre los ecosistemas y la diversidad de especies. La perturbación de los ecosistemas debida a la actividad humana ha llevado a una pérdida de integridad de la biosfera. Las tasas de extinción proporcionan pruebas de que se ha cruzado el límite planetario para la integridad de la biosfera.

1.2.14,
3.2

2.1.25 Para evitar puntos de inflexión críticos, es preciso revertir la pérdida de integridad de la biosfera.

Los daños sufridos por los ecosistemas y la pérdida de especies se pueden ralentizar protegiendo la integridad de los ecosistemas. La protección de los ecosistemas garantiza la conservación de los requisitos de nicho esenciales para la supervivencia continuada de una especie.

1.3.18,
3.3

Solo NS

2.1.26 Existen ventajas en el uso de métodos de clasificación que ilustren las relaciones evolutivas en un clado.

Un clado ilustra las relaciones evolutivas en base a las cuales todos los miembros de un grupo taxonómico han evolucionado a partir de un ancestro común.

2.1.27 Existen dificultades para clasificar organismos en la jerarquía de taxones tradicional.

La jerarquía tradicional de reino, filo, clase, orden, familia, género y especie no corresponde siempre a los patrones de divergencia generados por la evolución.

2.1.28 El nicho de una especie se puede definir como fundamental o realizado.

El nicho fundamental describe la gama de condiciones y recursos que permitirían la supervivencia y la reproducción de una especie si no hubiera factores limitantes. El nicho realizado de una especie es el modo de existencia real que resulta de sus adaptaciones y de la competencia con otras especies. Considere el nicho fundamental y el nicho realizado de una especie concreta, como el estudio de Joseph Connell sobre especies de cirrípedos, o el caso de los anolis pardos y verdes.

2.1.29 Los ciclos vitales varían entre especies en cuanto al comportamiento reproductivo y la duración de la vida.

Los estrategias *r* y *K* están adaptados debido a sus ciclos vitales a diferentes entornos y etapas de sucesión. Los estrategias *K* prosperan en comunidades estables produciendo pocos descendientes, los cuales tienen una alta probabilidad de supervivencia. Los estrategias *r* colonizan nuevos hábitats rápidamente y hacen un uso oportunista de recursos de vida corta produciendo muchos descendientes con una expectativa más limitada para la supervivencia de los individuos.

2.1.30 El conocimiento sobre las clasificaciones de las especies, los requisitos de los nichos y los ciclos vitales nos ayudan a comprender el grado de los impactos humanos sobre ellos.

Incluya ejemplos del impacto humano sobre los ciclos vitales, como por ejemplo los cambios de temperatura por el cambio climático que afectan a los ciclos vitales de las plantas, lo cual a su vez afecta al ciclo vital de los animales. Los ciclos vitales de muchas especies están sincronizados con los de otras especies y con las estaciones. Los impactos humanos están contribuyendo al cambio climático, lo que conduce a una alteración en dichos ciclos.	3.3
---	-----

Actividades posibles

- Llevar a cabo una investigación ecológica sobre ecosistemas naturales y ecosistemas perturbados empleando la aplicación de habilidades explorada en este subtema. Se pueden emplear datos secundarios para realizar una comparación.
- Concienciar sobre la pérdida de biodiversidad.
- Participar en proyectos de ciencia ciudadana en los que se recaben datos sobre distribuciones y abundancia de especies.

2.2 Energía y biomasa en los ecosistemas

Preguntas de orientación

- ¿Cómo pueden modelizarse los flujos de materia y energía a través de los ecosistemas?
- ¿Cómo afectan las acciones humanas al flujo de materia y energía, y qué efecto tienen sobre los ecosistemas?

NM y NS

2.2.1 Los ecosistemas se mantienen mediante el suministro de materia y energía.	
Los ecosistemas son sistemas abiertos en los cuales se intercambia materia y energía.	1.2
2.2.2 La primera ley de la termodinámica afirma que conforme fluye energía a través de los ecosistemas, esta se puede transformar de una forma a otra, pero no se puede crear ni destruir.	
Se producen transformaciones de la energía, como la transformación de energía lumínica en energía química y de energía química en energía térmica.	1.2
2.2.3 La fotosíntesis y la respiración celular transforman la materia y energía en los ecosistemas.	
La transformación de la energía es un cambio de una forma a otra, como por ejemplo, de luz en calor. La transformación de la materia se produce en las reacciones químicas y se puede resumir empleando ecuaciones de palabras.	
Aplicación de habilidades: crear diagramas de sistemas a partir de un conjunto de datos de ecosistemas que muestren transferencias y transformaciones de materia y energía.	
2.2.4 La fotosíntesis es la conversión de la energía lumínica en energía química en forma de glucosa, parte de la cual la pueden almacenar los organismos autótrofos en forma de biomasa.	
La glucosa se puede convertir en otros compuestos de carbono contenidos en la biomasa. No se requiere que el alumnado sepa los detalles bioquímicos de la fotosíntesis.	
2.2.5 Los productores constituyen el primer nivel trófico en una cadena trófica.	
Los productores suelen ser plantas, algas y bacterias fotosintéticas, que producen su propio alimento mediante fotosíntesis.	

2.2.6 La respiración celular libera energía de la glucosa convirtiéndola en energía química que puede usarse fácilmente para llevar a cabo procesos activos en el interior de las células vivas.

No se requiere que el alumnado sepa que el trifosfato de adenosina (ATP) es la unidad o moneda energética de las células, fácil de utilizar por estas.

2.2.7 Parte de la energía química liberada durante la respiración celular se transforma en calor.

La respiración celular genera calor porque no es 100 % eficiente en la transferencia de energía de los sustratos, como los glúcidos, a la energía química utilizada en las células. El calor generado dentro de un organismo no se puede volver a transformar en energía química y el cuerpo termina por perderlo.

2.2.8 La segunda ley de la termodinámica afirma que las transformaciones energéticas en los ecosistemas son ineficientes.

La segunda ley de la termodinámica está relacionada con la calidad de la energía, y con el hecho de que cuando se transforma energía, parte debe degradarse a una forma menos útil, como el calor. En los ecosistemas, las mayores pérdidas se producen durante la respiración celular. La segunda ley de la termodinámica explica por qué las transferencias de energía nunca tienen una eficiencia del 100 %.

1.2, 5.2

2.2.9 Los consumidores obtienen energía química de los compuestos de carbono (orgánicos) de otros organismos. Los consumidores tienen diversas estrategias para obtener los compuestos de carbono que contienen energía.

Incluya, con ejemplos, herbívoros, detritívoros, depredadores, parásitos, saprótrofos, carroñeros y descomponedores.

2.2.10 Dado que los productores en los ecosistemas producen sus propios compuestos de carbono mediante fotosíntesis, ocupan el primer nivel de las cadenas tróficas. Los consumidores obtienen compuestos de carbono de los productores o de otros consumidores, constituyendo así los niveles tróficos posteriores.

En una cadena trófica, la materia orgánica fluye desde los productores primarios hasta los consumidores primarios, después a los consumidores secundarios, y así sucesivamente.

Aplicación de habilidades: crear una cadena trófica a partir de unos determinados datos.

2.2.11 Los compuestos de carbono y la energía que estos contienen se traspasan de un organismo al siguiente en una cadena trófica. Las etapas en una cadena trófica se denominan niveles tróficos.

Tradicionalmente, los descomponedores no se incluyen en las cadenas tróficas, ya que estos normalmente obtienen los compuestos de carbono de diversas fuentes. No obstante, sí debe considerarse la función de los descomponedores en las transformaciones energéticas en las redes tróficas.

2.2.12 Cuando se transfieren los alimentos a lo largo de una cadena trófica se producen pérdidas de energía y de materia orgánica.

No todo el alimento disponible en un determinado nivel trófico se cosecha: de la parte cosechada, no toda se consume; de la parte consumida, no toda se absorbe; de la parte absorbida, no toda se almacena: una parte se pierde en forma de calor a través de la respiración celular. Por consiguiente, nunca se transfiere el 100 % de la materia orgánica de un nivel trófico al siguiente.

2.2.13 La productividad bruta (PB) es la ganancia total de biomasa que obtiene un organismo. La productividad neta (PN) es la cantidad restante tras las pérdidas debidas a la respiración celular.

Considere los valores de PB y PN a partir de unos determinados datos. Las pérdidas debidas a la respiración celular normalmente son mayores en los consumidores que en los productores, debido a su actividad, que requiere más energía. La PN de cualquier organismo o nivel trófico es el rendimiento máximo sostenible que se puede obtener sin reducir la disponibilidad para el futuro.

2.5

2.2.14 El número de niveles tróficos en los ecosistemas está limitado por las pérdidas de energía.

La energía liberada por la respiración celular y perdida en forma de calor en los organismos no queda disponible para los organismos de los niveles tróficos superiores. Debido a esto y a otras pérdidas de energía, normalmente solo el 10 % o menos de la energía que fluye a un nivel trófico queda disponible para el siguiente nivel, lo cual limita la extensión de las cadenas tróficas. Evite el error de concepto común de que los organismos de niveles tróficos más elevados deben ingerir más alimento para obtener suficiente energía.

4.3, 5.2

Aplicación de habilidades: calcular la eficiencia de la transferencia entre distintos niveles tróficos.

2.2.15 Las redes tróficas muestran la complejidad de las relaciones tróficas en las comunidades.

Las flechas en las cadenas tróficas y las redes tróficas indican la dirección del flujo de energía y la transferencia de biomasa. En una red trófica, una especie puede ingerir alimentos en más de un nivel trófico.

1.2.14

Aplicación de habilidades: crear una red trófica a partir de unos determinados datos.

2.2.16 La biomasa de un nivel trófico se puede medir recolectando y secando muestras.

La masa seca de las muestras es aproximadamente igual a la masa de la materia orgánica (biomasa), ya que el agua representa la mayor parte de la materia inorgánica en la mayoría de los organismos. La energía en la biomasa se puede medir por combustión de muestras y extrapolación.

2.2.17 Las pirámides ecológicas se utilizan para representar los números relativos, la biomasa o la energía de los niveles tróficos en un ecosistema.

Las pirámides numéricas y de biomasa y muestran la biomasa en pie por unidad de superficie en un momento concreto. Las pirámides de energía ("pirámides de productividad" en algunos textos) muestran la cantidad de energía que fluye hasta cada nivel trófico por unidad de superficie y por unidad de tiempo (normalmente en $\text{kJ m}^{-2} \text{año}^{-1}$). Considere los diagramas de pirámides y razones que expliquen sus variaciones de forma.

Aplicación de habilidades: crear pirámides numéricas, de biomasa y de energía a partir de unos determinados datos.

1.2.14

Seguir los procedimientos experimentales sobre cómo determinar la biomasa y la energía a partir de muestras biológicas (solo de materia vegetal).

2.2.18 Los contaminantes no biodegradables, como los bifenilos policlorados (PCB), el dicloro-difenil-tricloroetano (DDT) y el mercurio, provocan cambios en los ecosistemas mediante los procesos de bioacumulación y biomagnificación.

La bioacumulación se refiere al aumento de concentración de contaminantes no biodegradables en organismos o en niveles tróficos a lo largo del tiempo (conforme se absorben más). La biomagnificación alude al aumento de concentración de contaminantes no

4.4, 5.2

biodegradables a lo largo de una cadena trófica (debido a la pérdida de biomasa biodegradable por medio de, por ejemplo, la respiración celular).

2.2.19 Los microplásticos absorben contaminantes no biodegradables, lo cual aumenta su transmisión en la cadena trófica.

Incluya un ejemplo de contaminación por microplásticos y su efecto en la cadena trófica.

4.3

2.2.20 Las actividades humanas tales como la quema de combustibles fósiles, la deforestación, la urbanización y la agricultura, tienen grandes efectos sobre los flujos de energía y las transferencias de materia en los ecosistemas.

Aunque la quema de combustibles fósiles puede dar lugar a un aumento del CO₂ disponible para la fotosíntesis, los demás contaminantes y los efectos del calentamiento global reducirán la productividad primaria.

5.2, 6.2,
8.2

Tanto la deforestación como la urbanización y la agricultura causan una pérdida de biomasa en el ecosistema y una alteración de las redes tróficas y de la capacidad de fotosíntesis.

2.2.21 Los autótrofos sintetizan compuestos de carbono a partir de fuentes inorgánicas de carbono y de otros elementos. Los heterótrofos obtienen compuestos de carbono de otros organismos.

Todos los organismos vivos se pueden clasificar como autótrofos o heterótrofos.

Solo NS

2.2.22 Los fotoautótrofos emplean la luz como fuente de energía externa en la fotosíntesis. Los quimioautótrofos utilizan reacciones químicas inorgánicas exotérmicas como fuente de energía externa en la quimiosíntesis.

Existen quimioautótrofos en diversos ecosistemas, especialmente en aquellos en los que hay poca luz o nada de luz. En tales ecosistemas, los quimioautótrofos son la principal fuente de energía para mantener las redes tróficas.

2.2.23 La productividad primaria es la tasa de producción de biomasa empleando una fuente de energía externa y fuentes inorgánicas de carbono y otros elementos.

Las unidades normalmente utilizadas para la productividad son kg de carbono m⁻² año⁻¹ (kilogramos de carbono por metro cuadrado de ecosistema al año). Considere los protocolos para determinar la productividad primaria en los ecosistemas. Las estimaciones se pueden basar en muestras fotosintetizadoras en un laboratorio o, en trabajos de campo, en la medición del cambio de biomasa de muestras (por ejemplo, en praderas) a lo largo del tiempo.

2.2.24 La productividad secundaria es la ganancia de biomasa que experimentan los consumidores empleando los compuestos de carbono absorbidos y asimilados a partir del alimento ingerido.

La productividad secundaria equivale al alimento ingerido menos los residuos fecales. Las unidades son las mismas que para la productividad primaria. No se incluye la materia fecal, ya que es el material que queda sin digerir y sin absorber.

2.2.25 La productividad primaria neta es la base para las cadenas tróficas porque es la cantidad de compuestos de carbono disponible de forma sostenible para los consumidores primarios.

La producción primaria neta puede considerarse como el crecimiento vegetal cosechable de forma sostenible por los consumidores primarios en los ecosistemas naturales o por la explotación agrícola y forestal los sistemas agrícolas y silvícolas.

Aplicación de habilidades: utilizar técnicas de campo y de laboratorio para medir la productividad primaria y secundaria y calcular la PB y PN a partir de los datos disponibles.

2.2.26 Los rendimientos máximos sostenibles (RMS) son la productividad primaria neta o secundaria neta de un sistema.

Considere los RMS en los ecosistemas naturales y en los sistemas agrícolas o silvícolas.	1.3, 4.3, 7.1.2
--	-----------------

2.2.27 Los rendimientos sostenibles son mayores para los niveles tróficos más bajos.

Incluya las razones por las que la sostenibilidad en la producción de alimentos es más fácil de lograr si los seres humanos consumen organismos de niveles tróficos más bajos, especialmente los alimentos vegetales.	1.3, 4.3, 5.2, NS.c
---	---------------------

2.2.28 La eficiencia ecológica es el porcentaje de energía recibida por un nivel trófico que se traspasa al nivel siguiente.

El porcentaje varía entre ecosistemas, niveles tróficos y especies. Calcule la eficiencia de la transferencia de energía entre distintos niveles tróficos a partir de datos facilitados. El porcentaje de energía transferida desde un nivel trófico hasta el siguiente es muy variable, y el valor del 10 % no es una cantidad fija ni un promedio fiable.	5.1, 5.2
---	----------

2.2.29 La segunda ley de la termodinámica muestra cómo aumenta la entropía de un sistema conforme se traspasa biomasa a través de los ecosistemas.

La entropía alude a la magnitud del desorden dentro de un sistema. Los sistemas vivos son capaces de mantener un alto grado de organización y una baja entropía a través del incremento neto de entropía resultante en gran medida de la respiración celular.

Actividades posibles

- Uso de datos primarios o secundarios, estudiar el impacto de la contaminación en un ecosistema y el efecto sobre las cadenas tróficas, como por ejemplo, el efecto de un vertido de aguas residuales por desbordamiento en comunidades acuáticas. Deberán considerarse cuestiones éticas y relativas a la salud y seguridad.
- Defender la dieta de salud planetaria en la comunidad escolar del alumnado basándose en la segunda ley de la termodinámica.
- Contribuir a programas de ciencia ciudadana acerca de los microplásticos.

2.3 Ciclos biogeoquímicos

Pregunta de orientación

- ¿Cómo afectan las actividades humanas a los ciclos de nutrientes y qué impacto tienen sobre la sostenibilidad de los sistemas ambientales?

NM y NS

2.3.1 Los ciclos biogeoquímicos garantizan que sigan estando disponibles los elementos químicos para los organismos vivos.

El impacto humano sobre estos ciclos puede afectar a la sostenibilidad de los ecosistemas.

2.3.2 Los ciclos biogeoquímicos tienen reservas, sumideros y fuentes.

Las reservas (espacios de almacenamiento) se mantienen en equilibrio con el medio ambiente; los sumideros indican la acumulación neta del elemento; las fuentes denotan una liberación neta del elemento.

1.2

2.3.3 Los organismos, el petróleo crudo y el gas natural contienen reservas orgánicas de carbono. Se pueden encontrar reservas inorgánicas en la atmósfera, los suelos y los océanos.

Una reserva está en equilibrio cuando la absorción se compensa con la liberación. El tiempo de residencia es el período medio de permanencia de un átomo de carbono en una reserva. Si no hubiera interferencia humana (es decir, sin extracción minera), el tiempo de residencia en los combustibles fósiles se mediría en cientos de millones de años.

6.2

2.3.4 El carbono fluye entre las reservas en los ecosistemas mediante fotosíntesis, alimentación, defecación, respiración celular, muerte y descomposición.

Considere diagramas de sistemas del ciclo del carbono y la diferencia entre transferencias y transformaciones en estos flujos.

Aplicación de habilidades: crear un diagrama de sistemas del ciclo del carbono.

2.3.5 El secuestro de carbono es el proceso de captura del dióxido de carbono gaseoso y atmosférico y su almacenamiento en una forma sólida o líquida.

Los árboles secuestran carbono de forma natural mediante la absorción de dióxido de carbono y su conversión en biomasa. La materia orgánica se fosiliza en forma de carbón, petróleo y gas natural.

6.2

2.3.6 Los ecosistemas pueden actuar como reservas, sumideros o fuentes de carbono.

En un ecosistema, la diferencia entre las entradas y salidas totales es la acumulación o liberación neta de carbono. Si la fotosíntesis excede a la respiración celular en un ecosistema, hay una absorción neta de dióxido de carbono, y si la respiración celular excede a la fotosíntesis, hay una liberación neta de dióxido de carbono. Utilice el ejemplo de un bosque joven que actúa como un sumidero, un bosque maduro que actúa como una reserva y un bosque destruido por un incendio o por la deforestación que actúa como una fuente.

1.2, 5.1,
5.2, 6.2

2.3.7 Los combustibles fósiles son reservas de carbono con tiempos de residencia ilimitados. Se formaron cuando los ecosistemas actuaban como sumideros de carbono en eras pasadas y se transforman en fuentes de carbono cuando arden por combustión.

Considere el concepto de combustibles fósiles pero sin detalles de cómo y cuándo se formaron el carbón, el petróleo y el gas natural.

6.2

2.3.8 Los sistemas agrícolas pueden actuar como reservas, fuentes y sumideros de carbono, dependiendo de las técnicas empleadas.

Algunos métodos agrícolas regenerativos, como la rotación de cultivos, los cultivos de cobertura y la labranza cero, promoverán la función del suelo como sumidero de carbono, mientras que el drenaje de humedales, los monocultivos y una labranza intensiva promoverán la función del suelo como fuente de carbono. Los cultivos a largo plazo (por ejemplo, para la

5.1, 5.2,
6.3, NS.b

producción de madera) y el posterior uso de los productos cosechados también afectará a estas funciones.	
--	--

2.3.9 El dióxido de carbono se absorbe por disolución en los océanos y se libera en forma de gas cuando sale de una solución.	
Aunque los océanos actúan como un sumidero de carbono, el uso humano de los combustibles fósiles libera carbono inorgánico a un ritmo mayor del de absorción por parte de los océanos.	6.2

2.3.10 El aumento de las concentraciones de dióxido de carbono disuelto provoca una acidificación de los océanos, la cual es dañina para los animales marinos.	
Ligeras disminuciones del pH pueden interferir en los procesos de deposición de carbonato cálcico en los caparazones de los moluscos y esqueletos coralinos.	2.1

2.3.11 Se necesitan medidas para mitigar los efectos de las actividades humanas en el ciclo del carbono.	
Considere, al menos, tres de las medidas que se requieren. Estas incluyen tecnologías con bajas emisiones de carbono, reducción de la combustión de combustibles fósiles, alteración del suelo o deforestación, captura de carbono mediante reforestación y secuestro artificial de carbono.	6.3, NS.a, NS.b

Solo NS

2.3.12 La litosfera contiene reservas de carbono en combustibles fósiles y en rocas como la caliza, que contienen carbonato cálcico.	
El tiempo de residencia del carbono en estas reservas puede ser de cientos de millones de años.	6.2

2.3.13 Los corales formadores de arrecifes y los moluscos tienen partes duras que contienen carbonato cálcico, las cuales se pueden fosilizar en la caliza.	
La caliza constituye la mayor reserva de carbono en los sistemas de la Tierra. No toda la roca caliza se forma por la fosilización de restos de animales; se puede formar tanto por procesos biológicos, como no biológicos. No se requieren detalles de estos procesos.	6.2

2.3.14 En las eras geológicas del pasado, la materia orgánica de plantas parcialmente descompuestas quedó fosilizada en el carbón, y los organismos marinos parcialmente descompuestos quedaron fosilizados en el petróleo y el gas natural en rocas porosas.	
La formación de carbón, petróleo y gas fue máxima en las eras geológicas en las que las condiciones fueron más propicias, y requirió decenas de millones de años para que se acumularan unas reservas significativas.	6.2

2.3.15 Las bacterias metanogénicas producen metano a partir de materia orgánica muerta en condiciones anaeróbicas.	
Las condiciones anaeróbicas adecuadas para la metanogénesis se dan en zonas pantanosas, arrozales y en el estómago del ganado vacuno y otros rumiantes.	5.2, 6.2

2.3.16 El metano tiene un tiempo de residencia de unos 10 años en la atmósfera y finalmente se oxida transformándose en dióxido de carbono.	
El metano es un potente gas de efecto invernadero.	6.1, 6.2

2.3.17 El ciclo del nitrógeno contiene reservas orgánicas e inorgánicas.

Las reservas orgánicas de nitrógeno en los ecosistemas están constituidas por proteínas y otros compuestos de carbono nitrogenados presentes en los organismos vivos y en la materia orgánica muerta. Las reservas inorgánicas están formadas por el nitrógeno que hay en la atmósfera, así como el amoníaco y otros compuestos nitrogenados (nitritos y nitratos) presentes en el suelo y el agua.

1.2, 5.2

Aplicación de habilidades: crear un diagrama de sistemas del ciclo del nitrógeno.

2.3.18 Las bacterias desempeñan funciones esenciales en el ciclo del nitrógeno.

La fijación de nitrógeno consiste en la conversión de nitrógeno de la atmósfera en amoníaco; la nitrificación es la conversión del amoníaco en nitratos, la desnitrificación es la conversión de nitratos en nitrógeno y la descomposición es la conversión de los aminoácidos en amonio. También tiene lugar la conversión de amonio y nitritos en nitratos. No se requieren los detalles químicos de las distintas reacciones.

2.3.19 La desnitrificación únicamente tiene lugar en condiciones anaeróbicas, como en suelos anegados.

En suelos anegados con condiciones anaeróbicas, el crecimiento de las plantas se reduce o detiene, produciéndose desnitrificación y lixiviación. En estos suelos, las plantas insectívoras (por ejemplo, plantas de jarra y droseras) pueden capturar y digerir insectos y utilizarlos como fuente de nitrógeno.

5.1

2.3.20 Las plantas no pueden fijar el nitrógeno por sí mismas, por lo que no pueden disponer del nitrógeno atmosférico, salvo aquellas plantas que establecen asociaciones mutualistas con bacterias fijadoras de nitrógeno.

Incluya ejemplos de plantas que establezcan este tipo de asociaciones mutualistas y la ventaja competitiva que obtienen dichas plantas en los ecosistemas en los que el nitrógeno es un factor limitante para el crecimiento vegetal.

2.1, 2.5

2.3.21 Los flujos en el ciclo del nitrógeno incluyen la absorción de minerales por parte de los productores, el consumo, la excreción, la muerte, la descomposición y la amonificación.

Considere diagramas de sistemas del ciclo del nitrógeno y la diferencia entre los flujos de transformaciones (descomposición y amonificación) y de transferencias.

1.2

2.3.22 Las actividades humanas tales como la deforestación, la agricultura, la acuicultura y la urbanización modifican el ciclo del nitrógeno.

Incluya ejemplos de los cambios en el ciclo del nitrógeno causados por dichas actividades.

5.2, NS.b

2.3.23 El proceso de Haber es un proceso industrial que produce amoníaco a partir de nitrógeno e hidrógeno para su uso como fertilizante.

Incluya las ventajas y los inconvenientes del uso del proceso de Haber para proporcionar fertilizante para una mayor producción de los cultivos.

6.2, NS.b

2.3.24 El incremento de nitratos en la biosfera resultante de las actividades humanas ha llevado a que se traspase el límite planetario del ciclo del nitrógeno, lo que puede conllevar cambios irreversibles en los sistemas de la Tierra.

Considere las pruebas de que se ha traspasado el límite para los ciclos biogeoquímicos del nitrógeno y que la dependencia global de los fertilizantes inorgánicos para la producción de los cultivos es la principal causa de ello.	1.3, 6.2
---	----------

2.3.25 La colaboración global es necesaria para abordar el uso incontrolado del nitrógeno en los procesos industriales y agrícolas, y para devolver el ciclo del nitrógeno a valores dentro de los límites planetarios.

Considere las medidas que es necesario adoptar para devolver los ciclos biogeoquímicos del nitrógeno a valores dentro de los límites planetarios.	NS.a, NS.b
---	---------------

Actividades posibles

- Defender y promocionar el uso de fertilizantes orgánicos en lugar de los inorgánicos en el entorno del colegio o de las zonas verdes de la comunidad de la que forma parte el alumnado.
- Explorar cuestiones relacionadas con la justicia para las comunidades locales cuando el medio ambiente local se sobreexplota para obtener beneficios económicos.

2.4 Clima y biomas

Preguntas de orientación

- ¿Cómo determina el clima la distribución de los sistemas naturales?
- ¿Cómo afectan los cambios en los sistemas de la Tierra a la distribución de los biomas?

NM y NS

2.4.1 El clima describe las condiciones atmosféricas a lo largo de períodos de tiempo relativamente extensos, mientras que el tiempo meteorológico se refiere a las condiciones atmosféricas a lo largo de un corto período de tiempo.

El tiempo meteorológico se refiere a las condiciones específicas que se experimentan en un momento concreto o a lo largo de un período de tiempo corto; entre estas se incluyen la temperatura, la humedad, la presión del aire y la velocidad del viento. El clima es el promedio de dichas condiciones a lo largo de aproximadamente 30 años.	6.1
---	-----

2.4.2 Un bioma es un grupo de ecosistemas comparables que se han desarrollado en unas condiciones climáticas similares, dondequiera que se encuentren.

Los ecosistemas desarrollados en condiciones similares en diferentes partes del mundo pueden tener muchas características paralelas. La precipitación, la temperatura y la insolación son los factores principales que influyen sobre la distribución de los biomas terrestres.

2.4.3 Los factores abióticos son los que determinan la distribución de los biomas terrestres.

Para unos determinados patrones de precipitaciones y temperaturas, probablemente se desarrolle un tipo específico de ecosistema natural. Considere un gráfico donde se represente la distribución de los biomas con los patrones de las temperaturas y las precipitaciones en los ejes horizontal y vertical.

Aplicación de habilidades: crear climogramas que representen las precipitaciones anuales y la temperatura media anual para diferentes biomas.

2.4.4 Los biomas se pueden categorizar en grupos que incluyen biomas de agua dulce, marinos, bosque, pradera, desierto y tundra. Cada uno de estos grupos tiene factores limitantes abióticos, productividad y diversidad característicos. Estos se pueden clasificar con mayor detalle en muchas subcategorías (por ejemplo, bosques templados, selvas tropicales y taigas o bosques boreales).

Incluya los factores limitantes, la productividad y la biodiversidad resultante que son característicos de las selvas tropicales, los desiertos cálidos, la tundra y, al menos, otros dos biomas adicionales.

2.4.5 El modelo tricelular de circulación atmosférica explica el comportamiento de los sistemas atmosféricos y la distribución de las precipitaciones y la temperatura a diferentes latitudes. También explica cómo influyen estos factores en la estructura y la productividad relativa de los distintos biomas terrestres.

La latitud es la distancia angular desde el ecuador (al norte o al sur de este), medida desde el centro de la Tierra (normalmente en grados). Dé detalles del modelo tricelular con tres células distintas: la célula de Hadley, la célula de Ferrel y la célula polar. Incluya las razones que explican la distribución de los biomas utilizando el modelo tricelular.

1.2.14,
6.1

Aplicación de habilidades: usar el modelo tricelular de la circulación atmosférica y relacionarlo con la distribución planetaria del calor y de los biomas.

2.4.6 Los océanos absorben la radiación solar y las corrientes oceánicas distribuyen el calor resultante alrededor del mundo.

Los detalles sobre la cinta transportadora oceánica y la circulación termohalina se dan **solo en el NS**.

4.1, 6.1

2.4.7 El calentamiento global está provocando un cambio de los climas y un desplazamientos de los biomas.

La tendencia general es a que los biomas se muevan hacia los polos y a mayores altitudes.

6.2

Solo NS

2.4.8 Hay tres patrones generales de los tipos de climas que están conectados con los tipos de biomas.

Los tipos de climas incluyen los tropicales (estacionales y ecuatoriales), templados (marítimos y continentales) y polares. Incluya las razones para estas clasificaciones y el tipo de biomas que se encuentran en cada uno.

2.4.9 Puede que el bioma predicho por un patrón determinado de temperaturas y precipitaciones no se desarrolle en un área debido a influencias secundarias o a las intervenciones humanas.

Considere el bioma local que se desarrollaría sin las interferencias causadas por el desarrollo urbano o agrícola.

2.4.10 El ciclo de El Niño-Oscilación del Sur (ENOS) es la fluctuación en los vientos y en las temperaturas en la superficie del mar que caracteriza las condiciones en el Océano Pacífico tropical. Los dos estados opuestos y extremos son El Niño y La Niña, y existen estados de transición y neutros entre los extremos.

Reconozca que la frecuencia y la intensidad de los eventos de El Niño y La Niña son irregulares y difíciles de predecir.

6.1

2.4.11 El Niño se debe a un debilitamiento o una inversión de la circulación normal este-oeste (circulación de Walker), la cual aumenta la estratificación superficial y disminuye el afloramiento de aguas frías ricas en nutrientes cerca de la costa noroccidental de Sudamérica. La Niña se debe a un fortalecimiento de la circulación de Walker y a una inversión de otros efectos de El Niño.

Considere cómo se desarrollan los eventos El Niño y La Niña y considere también que el ciclo de ENOS afecta directamente a las condiciones en el Océano Pacífico tropical e indirectamente al clima de otras regiones tropicales y subtropicales. Utilizar ejemplos de los patrones meteorológicos resultantes en ubicaciones específicas y los cambios resultantes sobre la productividad de los ecosistemas marinos.

2.4.12 Los ciclones tropicales son sistemas de tormentas en rápida circulación con un centro de bajas presiones que se origina en los trópicos y que se caracteriza por fuertes vientos.

Los ciclones tropicales se clasifican como huracanes o tifones (el nombre depende de en qué parte del mundo se origina la tormenta) cuando las velocidades del viento superan los 119 km/h de forma sostenida.

2.4.13 Los aumentos de las temperaturas oceánicas resultantes del calentamiento global están incrementando la intensidad y la frecuencia de los huracanes y tifones debido a que el agua y el aire más calientes poseen más energía.

Incluya pruebas del aumento de huracanes y tifones.

6.2

Actividades posibles

- Explorar el efecto del cambio climático sobre un bioma local o regional y realizar una presentación que explique las causas y los efectos del desplazamiento.
- Sensibilizar sobre el tema y recaudar fondos para las comunidades afectadas por huracanes o tifones intensos.

2.5 Zonación, sucesión y cambio en los ecosistemas

Pregunta de orientación

- ¿Cómo cambian los sistemas ecológicos a lo largo del tiempo y en el espacio?

NM y NS

2.5.1 La zonación se refiere a los cambios experimentados por la comunidad a lo largo de un gradiente ambiental.

La zonación se produce debido a diversos factores como las variaciones de elevación, latitud, nivel de las mareas, horizontes edáficos o distancia a una fuente de agua.

2.5.2 Se pueden utilizar transectos para medir los factores bióticos y abióticos a lo largo de un gradiente ambiental con el fin de determinar las variables que afectan a la distribución de las especies.

Considere datos en tablas o figuras relacionadas con la zonación, incluyendo gráficos de cometa.

Aplicación de habilidades: investigar la zonación a lo largo de un gradiente ambiental utilizando una técnica de muestreo por transectos y una serie de mediciones abióticas pertinentes.

Crear diagramas de cometa para mostrar la distribución.

2.5.3 La sucesión es la sustitución de una comunidad por otra en un área a lo largo del tiempo debido a los cambios en las variables bióticas y abióticas.

Los cambios se producen conforme una comunidad modifica las condiciones ambientales, de forma que otra comunidad puede colonizar el área y sustituir a la primera comunidad mediante competencia. Este proceso puede proseguir durante cientos de años; los registros polínicos en la turba proporcionan pruebas de estos cambios.

6.2

La zonación es un fenómeno espacial; la sucesión es un fenómeno temporal.

Aplicación de habilidades: utilizar datos secundarios y una base de datos cartográfica para recrear o cartografiar los cambios a través de la sucesión en un área determinada.

2.5.4 Cada comunidad serial o seral (serie o sere) en una sucesión causa cambios en las condiciones ambientales que permiten a la siguiente comunidad sustituirla mediante competencia hasta que se alcanza una comunidad climática estable.

Por ejemplo, los musgos inician la formación de suelo sobre la roca desnuda, permitiendo la colonización por parte de plantas más grandes.

2.5.5 Las sucesiones primarias tienen lugar sobre un sustrato recién formado donde no hay suelo ni una comunidad preexistente, como por ejemplo roca recién formada por procesos de vulcanismo, morrenas que quedan expuestas por el retroceso de glaciares, arena arrastrada por el viento o limo arrastrado por el agua.

Considere un ejemplo de sucesión primaria que podría ser un ejemplo bien documentado, como por ejemplo en la isla islandesa de Surtsey, o un ejemplo local. Utilice los términos siguientes: comunidades o etapas seriales (o serales), comunidades pioneras y comunidades climáticas.

2.5.6 Las sucesiones secundarias tienen lugar sobre suelo desnudo, sin cubierta vegetal, donde había una comunidad preexistente, como por ejemplo un campo donde se ha abandonado la actividad agrícola o un bosque tras un intenso incendio.

Considere un ejemplo de sucesión secundaria que podría ser un ejemplo bien documentado, como el de Broadbalk Wilderness, en Rothamsted (Reino Unido), o un ejemplo local.

2.5.7 El flujo de energía, la productividad, la diversidad de especies, la profundidad del suelo y el ciclo de nutrientes cambian a lo largo del tiempo durante la sucesión.

Considere datos en tablas o figuras relacionadas con la sucesión, y las razones que expliquen los cambios en dichos factores.

2.5.8 La capacidad de un ecosistema para tolerar perturbaciones y mantener el equilibrio depende de su diversidad y resiliencia.

Considere las relaciones entre la resiliencia del ecosistema, la estabilidad, la sucesión, la diversidad y la actividad humana. Por ejemplo, la sucesión aumenta la diversidad, lo que añade resiliencia y estabilidad, aunque las interferencias humanas pueden causar una reducción en estas cualidades.

1.2, 6.2

Solo NS

2.5.9 Los factores climáticos, las propiedades de la roca madre y el suelo locales, la geomorfología, junto con los eventos meteorológicos y de incendios que se puedan producir influyen en el tipo de comunidad que se desarrolla en una sucesión. También puede haber influencias de “arriba hacia abajo” causadas por consumidores primarios o niveles tróficos superiores.

Incluya factores como pendientes pronunciadas que restringen el desarrollo del suelo, falta de drenaje que provoca anegamiento del terreno o roca madre o subyacente que provoca el desarrollo de tipos de suelos ultrabásicos o de otros tipos extremos. Los organismos vivos, como por ejemplo los lobos en el Parque de Yellowstone o los elefantes en las sabanas, influyen en la comunidad final.

2.5.10 Los patrones de la productividad neta y productividad bruta cambian a lo largo del tiempo en una comunidad que está experimentando un proceso de sucesión.

En las etapas tempranas de la sucesión, la productividad bruta es baja debido a las condiciones iniciales desfavorables y a la baja densidad de productores. La proporción de pérdida de energía a través de la respiración celular en la comunidad es también relativamente baja, de forma que la productividad neta es alta; es decir, que el sistema está creciendo y se está acumulando biomasa.	2.2
En las etapas posteriores de la sucesión, con una comunidad de consumidores mayor, la productividad bruta puede ser alta en una comunidad climática. Sin embargo, esta se compensa con la respiración celular, por lo que la productividad neta se aproxima a cero.	

2.5.11 Las especies estrategas *r* y *K* tienen estrategias reproductivas mejor adaptadas a las comunidades pioneras y a las comunidades climáticas, respectivamente.

Las especies estrategas <i>r</i> son aquellas que engendran una gran cantidad de descendientes, por lo que pueden colonizar nuevos hábitats rápidamente y hacer uso de los recursos de corta duración; las especies <i>K</i> tienden a tener un pequeño número de descendientes, lo que incrementa su tasa de supervivencia y les permite sobrevivir en comunidades climáticas estables a largo plazo.	2.2
--	-----

2.5.12 El concepto de comunidad climática ha sido cuestionado y existe incertidumbre sobre qué ecosistemas se desarrollarían de forma natural si no hubiera influencia humana.

Considere el debate sobre la hipótesis de Vera de bosque-pastos (o teoría del megaherbívoro), en relación con los efectos de los consumidores primarios sobre las comunidades vegetales, o un ejemplo local pertinente. Incluya el concepto de estados estables alternativos producidos debido a eventos aleatorios.	1.2
--	-----

2.5.13 La actividad humana puede desviar y alterar la progresión de la sucesión, llevando a un plagioclimax.

Utilice ejemplos locales, como por ejemplo la eliminación completa de carnívoros superiores y el pastoreo llevado a cabo por ganado domesticado.	1.2
--	-----

Actividad posible

- Elaborar una infografía o un póster para el colegio para informar a los demás sobre el trabajo de campo en el que ha participado el alumnado.

Tema 3: Biodiversidad y conservación

3.1 Biodiversidad y evolución

Preguntas de orientación

- ¿Cómo se puede explicar y cuantificar la diversidad, y por qué es importante?
- ¿Cómo afecta el uso no sostenible de los recursos naturales en la biodiversidad?

NM y NS

3.1.1 La biodiversidad es la diversidad total de los sistemas vivos y existe en diversos niveles.

Los niveles de la biodiversidad son la diversidad de hábitats, la diversidad de especies y la diversidad genética.

3.1.2 Los componentes de la diversidad contribuyen a la resiliencia de los sistemas ecológicos.

Cada componente de la biodiversidad contribuye a la resiliencia de los sistemas vivos.

1.2, 3.3,
5.2, 6.3,
7.2

3.1.3 La biodiversidad surge de procesos evolutivos.

La evolución es el cambio acumulativo de las características hereditarias de una población o especie.

3.1.4 La selección natural es el mecanismo impulsor del cambio evolutivo.

La selección natural actúa sin cesar y puede tener lugar durante miles de millones de años, originando la biodiversidad de la vida en la Tierra.

3.1.5 La evolución por selección natural implica variación, sobreproducción, competencia por unos recursos limitados y diferencias de adaptación que afectan a las tasas de supervivencia y reproducción.

La selección natural se produce porque la diversidad genética da lugar a la variación dentro de una población. Los individuos con variaciones que proporcionan una ventaja en un determinado medio ambiente tienen más probabilidades de sobrevivir y reproducirse que otros. La variación es hereditaria; por consiguiente, los individuos con genes favorables pueden transmitirlos a sus descendientes. Como resultado, la frecuencia de los genes favorables irá aumentando a lo largo de muchas generaciones.

3.1.6 La especiación es la generación de nuevas especies mediante evolución.

La especiación tiene lugar cuando la población de una especie queda aislada y se adapta de formas diferentes a su medio ambiente. Con el paso del tiempo, los individuos de esta población se vuelven incapaces de reproducirse con individuos de otras poblaciones de la especie original, evolucionando así en una nueva especie.

3.1.7 La diversidad de especies en las comunidades es el producto de la riqueza y la regularidad.

La riqueza es el número de especies en una comunidad; la regularidad es el grado de similitud que tienen los tamaños poblacionales de cada especie. Considere la importancia que tienen estas dos variables para la biodiversidad.

3.1.8 El índice recíproco de Simpson se emplea para proporcionar una medida cuantitativa de la diversidad de especies, lo que permite comparar ecosistemas diferentes y realizar un seguimiento de los cambios en un ecosistema específico a lo largo del tiempo.

Considere procedimientos de muestreo apropiados para comparar la diversidad en áreas que contengan el mismo tipo de organismos en el mismo ecosistema.

Calcule la diversidad (D) si se proporcionan datos y la fórmula, en la cual N es el número total de individuos en la población y n el número de individuos de una sola especie.

$$D = \frac{N(N-1)}{\sum n(n-1)}$$

El valor de D será mayor cuando haya una mayor riqueza (número de especies) y regularidad (abundancia similar), siendo 1 el valor más bajo posible.

Aplicación de habilidades: obtener datos para calcular el índice recíproco de Simpson de la diversidad.

3.1.9 Con el fin de desarrollar unas estrategias de gestión eficaces destinadas a conservar la biodiversidad se necesitan conocimientos de biodiversidad global y regional.	
Incluya cómo se obtienen conocimientos sobre biodiversidad en la región local. Para ello, es probable que se utilice la ciencia ciudadana y el trabajo de agencias de voluntariado y agencia financiadas por el gobierno. Con el fin de recabar información para la gestión de la conservación también se emplea la formación de personas de pueblos indígenas y de otras personas, como parabiólogos.	NS.a, NS.c

Solo NS

3.1.10 Las mutaciones y la reproducción sexual incrementan la diversidad genética.	
Las mutaciones generan nuevas variantes de genes; la reproducción sexual genera nuevas combinaciones de genes.	

3.1.11 El aislamiento reproductivo se puede alcanzar por una separación geográfica o, en el caso de poblaciones que vivan en una misma área, por diferencias ecológicas o de comportamiento.	
Incluya dos ejemplos contemporáneos de especiación y sus causas. (No son apropiados ejemplos como las jirafas, ya que estas ilustran el cambio evolutivo en lugar de la especiación.) La separación de los bonobos y los chimpancés comunes es un ejemplo de especiación por separación geográfica y la mosca americana de la manzana (<i>Rhagoletis pomonella</i>) es un ejemplo de especiación por separación comportamental. Considere las razones para las elevadas tasas de endemismos en islas aisladas.	3.3

3.1.12 La biodiversidad está distribuida de forma desigual por todo el planeta, y ciertas áreas contienen una proporción particularmente alta de especies, especialmente especies raras y en peligro de extinción.	
Muchos puntos críticos de biodiversidad se encuentran en los biomas tropicales.	1.1

3.1.13 Las actividades humanas han afectado las fuerzas de selección que actúan sobre las especies en los ecosistemas, lo que ha originado un cambio evolutivo en dichas especies.	
Considere las actividades humanas que han afectado a la selección natural, como por ejemplo, el cambio climático debido a la quema de combustibles fósiles, la caza, (incluida la caza furtiva), las capturas furtivas, o la creación de nuevos hábitats. Incluya los ejemplos de los elefantes sin colmillos en Gorongosa, Mozambique, o un ejemplo local apropiado.	3.2, NS.b, NS.c

3.1.14 La selección artificial reduce la diversidad genética y, en consecuencia, la resiliencia de las especies.	
Incluya la distinción entre selección natural, que no es deliberada, y selección artificial, que implica el acto deliberado de elegir animales o plantas concretos para su cría y reproducción. La vulnerabilidad de las especies seleccionadas artificialmente (ganado o cultivos) se puede emplear para destacar la importancia de la diversidad genética para preservar la resiliencia dentro de una población. Considere el valor de la diversidad genética tanto desde el punto de vista económico como el ambiental.	4.3, 5.2, NS.b, NS.c

3.1.15 La historia de la Tierra se extiende a lo largo de un período de 4500 millones de años. Los procesos a lo largo de una escala temporal prolongada han dado lugar a la evolución de la vida en la Tierra.	
--	--

Incluya la función de los fósiles para explicar la evolución de la vida a lo largo de la escala temporal geológica.

3.1.16 La historia de la Tierra se divide en épocas geológicas, en base al registro fósil.

La escala temporal geológica se divide en eones, que a su vez se clasifican en eras, períodos y épocas. Los cambios en estos marcos temporales están marcados por importantes eventos geológicos y biológicos. La división entre una época y la siguiente está marcada por cambios significativos en los fósiles, que señalan cambios ambientales causantes de numerosas extinciones y la evolución posterior de nuevas especies.

3.1.17 A las extinciones masivas les siguen unas rápidas tasas de especiación debidas a la mayor disponibilidad de nichos.

Las cinco extinciones masivas del pasado han sido causadas por diversos factores, como movimientos de las placas tectónicas, erupciones supervolcánicas, cambios climáticos, variaciones en el nivel del mar o el impacto de meteoritos; todo ello está en contraste con la actual sexta extinción masiva antropogénica.

2.1

3.1.18 Se ha propuesto el Antropoceno como una época geológica caracterizada por el rápido cambio ambiental y la extinción de especies debidos a las actividades humanas.

Hay un debate sobre la existencia de la época del Antropoceno y cuándo situar su inicio. Se han propuesto distintas fechas de inicio para esta época. La disminución del dióxido de carbono en torno a 1610 causada por la llegada de los europeos a América, las partículas esféricas de cenizas volantes en 1950 o los marcadores de carbono 14 de 1964 relacionados con ensayos nucleares son algunos de los "clavos dorados" en los estratos geológicos que marcan el inicio propuesto.

3.1.19 Los impactos humanos están teniendo un efecto a nivel planetario, el cual será detectable en el registro geológico.

Los cambios en el registro geológico respaldan el argumento de la consideración del Antropoceno como una época separada del Holoceno.

Considere al menos cuatro ejemplos de pruebas a favor del Antropoceno.

- Señales de la contaminación química que se está acumulando actualmente en estratos geológicos, de la que habrá una conservación potencial en un futuro remoto.
- La mezcla de especies nativas y no nativas que estarán representadas en el registro fósil
- Depósitos de ensayos nucleares
- La modificación de sistemas sedimentarios terrestres y marinos
- Minerales creados única o principalmente a partir de las actividades humanas

Actividades posibles

- Investigar el origen y el aumento en la abundancia de elefantes sin colmillos en regiones en las que hay conflictos civiles.
- Investigar el impacto de la desigualdad sobre el conocimiento de la biodiversidad.
- Los proyectos de ciencia ciudadana y las organizaciones de voluntariado ofrecen oportunidades al alumnado para participar en la obtención de conocimientos sobre la biodiversidad local y regional.
- Crear un pódcast donde se investigue la época del Antropoceno.

3.2 Impacto humano sobre la biodiversidad

Pregunta de orientación

- ¿Qué causa la pérdida de biodiversidad y cómo se ven afectados los sistemas ecológicos y sociales?

NM y NS

3.2.1. La diversidad biológica se está viendo afectada de forma adversa por influencias tanto directas como indirectas.	
Las amenazas directas incluyen la sobreexplotación, la caza furtiva y el comercio ilegal de mascotas. Las amenazas indirectas incluyen la pérdida de hábitat, el cambio climático, la contaminación y las especies alóctonas invasivas.	4.4, 5.1, 6.2, 6.4, 7.2, 8.3, NS.a, NS.b, NS.c

3.2.2 La mayoría de los ecosistemas están sometidos a múltiples impactos humanos.	
Estos impactos van en aumento y sus efectos se ven amplificados al combinarse entre sí. Por ejemplo, cuando el impacto del cambio climático ha reducido la resiliencia, otras amenazas, como por ejemplo las especies alóctonas invasivas, tienen un impacto mayor que si estuvieran actuando por sí solas.	1.2, 6.2
Aplicación de habilidades: investigar el impacto de las actividades humanas sobre la biodiversidad en un ecosistema estudiando el cambio de diversidad de especies a lo largo de un transecto perpendicular a un emplazamiento donde haya interferencias humanas o mediante muestreo aleatorio en transectos antes y después de la actividad humana.	

3.2.3 Las especies alóctonas invasivas pueden reducir la biodiversidad local mediante competencia por unos recursos limitados, por depredación o por introducción de enfermedades o parásitos.	
Considere cómo pueden llegar las especies alóctonas a un ecosistema y los factores que pueden dar lugar a su aumento exponencial. Utilizar un ejemplo local de una especie alóctona que se haya vuelto invasiva y la estrategia de gestión que se haya empleado para reducir su impacto.	2.1, NS.a

3.2.4 La Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) evalúa el estado de conservación global de las especies, el cual se publica en la Lista Roja de la UICN. Dicho estado se basa en el número de individuos, la tasa de crecimiento o disminución de la población, el potencial reproductivo, la extensión geográfica y las amenazas conocidas.	
Para asignar un estado a una especie se emplean datos y criterios precisos. Los estados de conservación se han definido en categorías que van, desde un estado de preocupación menor (LC, por sus siglas en inglés), hasta el más grave de Extinto (EX).	NS.a

3.2.5 La asignación de un estado de conservación global divulga el grado de vulnerabilidad de una especie, lo que permite a los gobiernos, a las agencias no gubernamentales y a personas individuales decidir las prioridades de conservación y las estrategias de gestión apropiadas.	
Incluya las diferencias entre las perspectivas de los gobiernos, las agencias y las personas individuales con respecto a la conservación.	NS.a, NS.c

3.2.6 Investigar tres especies diferentes concretas: una especie que se haya extinguido debido a la actividad humana; una especie que se encuentra gravemente amenazada; y una especie cuyo estado de conservación haya mejorado gracias a una intervención humana.	
Para las tres especies concretas diferentes, considere los factores que contribuyeron a su declive y los efectos que tuvo su declive, desaparición o extinción sobre los ecosistemas y las sociedades. Considere las estrategias de conservación que se emplearon, ya fuera con éxito o sin él.	NS.a, NS.b, NS.c

3.2.7 La tragedia de los bienes comunes describe los posibles resultados del uso colectivo sin restricciones de un recurso, con implicaciones sobre la sostenibilidad y los impactos sobre la biodiversidad.

La tragedia de los bienes comunes es un concepto relacionado con la sobreexplotación de recursos naturales colectivos a través de la actividad humana y la tensión entre el interés propio individual y los beneficios colectivos del desarrollo sostenible.

Incluya dos ejemplos en los que haya un recurso sobreexplotado (por ejemplo, los recursos pesqueros en el Gran Banco de Terranova) o donde hay un medio ambiente contaminado (por ejemplo, contaminación por plásticos en los giros oceánicos).

NS.a,
NS.b,
NS.c

Solo NS

3.2.8 Los puntos críticos de biodiversidad están amenazados debido a la destrucción de hábitats, lo que podría causar una importante pérdida de diversidad biológica, especialmente en biomas tropicales.

Considere las implicaciones de la distribución de la biodiversidad para la conservación. Por ejemplo, los biomas tropicales frecuentemente se encuentran en países en vías de desarrollo, lo cual puede exacerbar el desafío que plantea una conservación eficaz.

NS.a,
NS.b,
NS.c

3.2.9 Las áreas clave que deberían priorizarse para la conservación de la biodiversidad se han identificado basándose en la importancia internacional que tienen sus especies y hábitats.

Las áreas clave para la biodiversidad (KBA, por sus siglas en inglés) se han empleado para identificar lugares que contribuyen de forma significativa a la persistencia global de la biodiversidad. Considere al menos dos áreas a las que se haya dado prioridad y describa su importancia para la biodiversidad global. Los lugares deben albergar especies en peligro de extinción o ecosistemas en riesgo de colapso.

NS.a

3.2.10 En las áreas clave para la biodiversidad hay un conflicto entre explotación, desarrollo sostenible y conservación.

Incluya un ejemplo de este tipo de conflicto, por ejemplo, las razones para la expansión de las plantaciones de aceite de palma en Malasia e Indonesia, y las consecuencias para la biodiversidad.

NS.b,
NS.c

3.2.11 Los enfoques indígenas tradicionales a la gestión de la tierra se pueden considerar más sostenibles, pero se enfrentan a los retos del crecimiento de la población, el desarrollo económico, el cambio climático y una falta de protección y respaldo gubernamental.

Las amenazas a las nociones de la sostenibilidad en los enfoques indígenas tradicionales no solo provienen del exterior, sino también del interior conforme la sociedad se desarrolla económicamente y aspira a seguir el modelo de desarrollo del resto del mundo. Considere las amenazas a una práctica sostenible indígena tradicional de gestión de la tierra.

5.2, 7.2,
NS.a,
NS.b,
NS.c

3.2.12 Se debe considerar la justicia ambiental cuando se lleven a cabo esfuerzos de conservación para abordar la pérdida de biodiversidad.

Las áreas del mundo en las que se espera que la pérdida de biodiversidad y de funciones de los ecosistemas tenga efectos negativos significativos son aquellas con grandes concentraciones de población indígena, cuyas comunidades pueden tener bajos ingresos y carecer de acceso a apoyo legal. Considere un ejemplo de comunidad indígena o marginada que se haya visto forzada a abandonar sus tierras de origen debido a los esfuerzos de conservación o a la

1.1, NS.a,
NS.c

presencia de hábitats protegidos que anteriormente les proporcionaban sustento, como por ejemplo, los masái en el Parque Nacional del Serengeti.	
--	--

3.2.13 El límite planetario de la “pérdida de integridad de la biosfera” indica que las extinciones de especies ya han traspasado un umbral crítico.

Considere la afirmación de que las extinciones de especies causadas por los impactos humanos podrían conducir a un punto de inflexión en todo el sistema de la Tierra.	1.3
--	-----

Actividades posibles

- Evaluar las tensiones entre explotación, desarrollo sostenible y conservación en un ecosistema local o en un área protegida.
- Sensibilizar sobre los derechos de los indígenas a la tenencia de sus tierras de origen.
- Fomentar la toma de conciencia sobre las especies en peligro de extinción y participar de forma voluntaria en una ONG local en actividades de rehabilitación de la vida silvestre.

3.3 Conservación y regeneración

Preguntas de orientación

- ¿En qué se parecen y se diferencian diferentes estrategias para la conservación y regeneración de los sistemas naturales?
- ¿Cómo afectan las visiones del mundo a las decisiones que se toman para proteger los sistemas naturales?

NM y NS

3.3.1 Los argumentos a favor de la conservación de las especies y los hábitats se pueden basar en justificaciones estéticas, ecológicas, económicas, éticas y sociales.

Los argumentos económicos a favor de la conservación suelen incluir la valoración del ecoturismo, de los recursos genéticos, y de consideraciones comerciales del capital natural. Puede haber buenas razones ecológicas relacionadas con los servicios de los ecosistemas. Los argumentos éticos son muy diversos y pueden incluir referencias al valor intrínseco o instrumental de las especies. Los argumentos sociales pueden destacar la importancia de los bienes y servicios para el bienestar de los seres humanos.	1.1, NS.b, NS.c
--	-----------------

3.3.2 La conservación centrada en las especies implica generalmente estrategias de conservación *ex situ*, mientras que la conservación centrada en los hábitats suele implicar estrategias de conservación *in situ*.

Las medidas <i>ex situ</i> incluyen los jardines botánicos, los parques zoológicos, la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES) y los bancos de semillas; las medidas <i>in situ</i> incluyen el uso de parques nacionales, reservas y santuarios. Considere dos ejemplos de medidas <i>ex situ</i> y dos ejemplos de medidas <i>in situ</i> .	NS.a, NS.b
---	------------

3.3.3 Algunas veces se adopta un enfoque de conservación mixto, en el que se consideran tanto el hábitat como especies concretas.

El enfoque mixto normalmente invoca a especies clave o emblemáticas para justificar la necesidad de conservar paisajes y hábitats intactos. Considere un ejemplo de enfoque mixto en el que el énfasis de las medidas <i>in situ</i> se pone en una especie concreta como, por ejemplo, el Centro de investigación para la cría de pandas gigantes de Chengdu.	NS.a, NS.b
--	------------

3.3.4 La Convención sobre la Diversidad Biológica (CDB) es un tratado de las Naciones Unidas que aborda la conservación basada tanto en las especies como en los hábitats.

El objetivo de la CDB es desarrollar estrategias nacionales para la conservación y el uso sostenible de la diversidad biológica. Otro objetivo adicional es identificar áreas marinas protegidas fuera de aguas jurisdiccionales de ámbitos nacionales. También incluye el Protocolo de Nagoya, el cual promueve compartir de forma justa y equitativa los recursos genéticos.	NS.a, NS.b, NS.c
--	------------------------

3.3.5 Las estrategias de conservación de hábitats protegen a las especies mediante la conservación de sus medios ambientes naturales, lo cual puede requerir la protección de áreas silvestres o una gestión activa.

Incluya un ejemplo de un hábitat en el que haya sido precisa la gestión activa y un ejemplo del establecimiento de un ecosantuario utilizando vallas de exclusión de plagas. El uso de las tierras adyacentes al área de conservación y la distancia de separación con los centros urbanos son factores importantes que se deben tenerse en cuenta cuando se diseña un área de conservación.	NS.a
--	------

3.3.6 La conservación eficaz de la biodiversidad en las reservas naturales y parques nacionales depende de una comprensión de la biología de la especie objetivo y del efecto del tamaño y la forma de las áreas de conservación.

Incluya los efectos de borde y la importancia de los corredores ecológicos para la conectividad. Considere un ejemplo de una reserva de la biosfera de la UNESCO con alta biodiversidad y especies de importancia internacional para la conservación, incluyendo el diseño de un área apropiada para la conservación, los impactos humanos potenciales y las estrategias de gestión. Incluya el concepto de una zona central de protección estricta, rodeada de zonas de amortiguamiento y zonas de transición exteriores gestionadas de forma sostenible.	2.1, NS.a
--	-----------

3.3.7 Los procesos naturales en los ecosistemas pueden regenerarse mediante resilvestración.

Considere los métodos de resilvestración como, por ejemplo, la reintroducción de depredadores en la cúspide de la cadena trófica y otras especies clave, el restablecimiento de la conectividad de hábitats en grandes áreas, el cese de la agricultura y la extracción de recursos, y la minimización de influencias humanas, incluyendo mediante la gestión ecológica. Considere un ejemplo, como la Reserva de Hinewai en Nueva Zelanda, o cualquier otro proyecto apropiado de resilvestración, o un ejemplo local pertinente.	1.2, 2.1, 2.2, NS.a, NS.b, NS.c
--	--

3.3.8 Se pueden emplear medidas de conservación y regeneración para revertir el declive de la biodiversidad, con el fin de garantizar la existencia de un espacio operativo seguro para la humanidad dentro del límite planetario de la biodiversidad.

Se pueden adoptar medidas para conservar y regenerar la biodiversidad a nivel individual, colectivo, nacional e internacional.	1.3, NS.a
--	-----------

3.3.9 Las perspectivas y los sistemas de valores ambientales pueden afectar la elección de las estrategias de conservación seleccionadas por una sociedad.

El éxito de las medidas de conservación y regeneración depende de la incorporación de una serie de enfoques, como el respaldo de la comunidad, una financiación adecuada, la educación y la toma de conciencia, una legislación apropiada y la investigación científica. Considere también las cuestiones relacionadas con la justicia ambiental. Las perspectivas más ecocéntricas pueden abordar la conservación por el valor intrínseco de la biodiversidad y, de este modo, centrarse en estrategias <i>in situ</i> con bajo grado de intervención; las perspectivas más antropocéntricas y tecnocéntricas pueden estar impulsadas por los valores económicos y	1.1, NS.a, NS.b, NS.c
---	-----------------------------

sociales de la biodiversidad, adoptando así unas intervenciones más científicas que impliquen medidas como zoológicos, bancos de genes y ecoturismo.

Solo NS

3.3.10 El éxito en la conservación y restauración de la biodiversidad a cargo de organizaciones internacionales, gubernamentales y no gubernamentales depende del uso que hagan de los medios de comunicación, la velocidad de respuesta, las dificultades diplomáticas, los recursos de financiación y la influencia política.

Considere esta afirmación en relación con ejemplos concretos de organizaciones internacionales, gubernamentales y no gubernamentales.

NS.a,
NS.b

3.3.11 Los bucles de retroalimentación positiva que aumentan la biodiversidad y promueven el equilibrio de los ecosistemas pueden activarse mediante esfuerzos de resilvestración y restauración de hábitats.

Un bucle de retroalimentación positiva es una condición necesaria para la aparición de estados estables alternativos a la escala de la comunidad. Considere la función del aumento de crecimiento y biomasa, la reproducción y la supervivencia de las especies en las interacciones entre redes tróficas.

1.2

3.3.12 Los proyectos de resilvestración tienen tanto beneficios como limitaciones.

Considere las cuestiones sobre el uso de la tierra relativas a la producción de alimentos frente al uso de áreas para la resilvestración. Incluya el uso de un proyecto de resilvestración como por ejemplo el de Knepp Estate en Inglaterra, las Affric Highlands en Escocia o la repoblación de la fauna en el parque nacional de Gorongosa en Mozambique.

Se pueden encontrar referencias adecuadas para otros proyectos de resilvestración a través del sitio web de Global Rewilding Alliance u otras fuentes.

1.1, NS.a,
NS.b,
NS.c

Aplicación de habilidades: utilizar datos secundarios de bases de datos para evaluar el éxito de un proyecto de resilvestración. Utilizar cuestionarios para evaluar el impacto del ecoturismo o de los valores que este promueve.

3.3.13 Es necesario evaluar el éxito de las medidas de conservación o regeneración.

Considere las afirmaciones de que las medidas de conservación han protegido con éxito la biodiversidad y considere el impacto de las medidas sobre las comunidades locales.

El éxito de la estrategia de conservación se puede revisar o evaluar a tres niveles.

1. ¿Tuvieron éxito las medidas en el proyecto del modo previsto?
2. ¿Fue bien recibido el proyecto por las comunidades afectadas?
3. ¿Fue esta la mejor forma de conservar la naturaleza?

Seleccionar un ejemplo local o regional, o seleccionar uno de los siguientes proyectos: proyecto de Willie Smits en Kalimantan y Sulawesi de restauración de la pluvisilva, Movimiento del cinturón verde de Wangari Maathai en Kenia, proyecto de restauración de Steve Elliot y FORRU-CMU en bosques del sureste de Asia.

NS.a,
NS.c

3.3.14 El ecoturismo puede aumentar la interdependencia de las comunidades locales y aumentar la biodiversidad generando ingresos y proporcionando fondos para la protección de áreas, aunque también puede tener impactos ecológicos y sociales negativos.

Considere el uso del ecoturismo en un área protegida concreta.	1.1, 1.3, NS.b, NS.c
--	----------------------------

Actividades posibles

- Investigar la función de una ONG en un proyecto de conservación.
- Visitar un proyecto de resilvestración o un área protegida y divulgar el proyecto.
- Participar como voluntario/a en un proyecto de conservación local, por ejemplo, la eliminación de una especie invasiva o la colocación de cajas-nido para pájaros.

Tema 4: Agua

4.1 Sistemas acuáticos

Pregunta de orientación

- ¿Cómo sustentan la vida los sistemas acuáticos en la Tierra y cómo interactúan estos con otros sistemas, como por ejemplo el ciclo del carbono?

NM y NS

4.1.1 Los movimientos del agua en la hidrosfera están impulsados por la radiación solar y la gravedad.	
El calor es necesario para la evaporación del agua y se libera cuando el agua se condensa. La gravedad provoca el drenaje del agua a través del suelo y los ríos hasta el mar.	1.2
4.1.2 El ciclo hidrológico global opera como un sistema con reservas y flujos.	
En los diagramas del ciclo hídrico las reservas deben mostrarse mediante casillas y los flujos mediante flechas.	1.2
4.1.3 Las principales reservas en el ciclo hidrológico son los océanos (96,5 %), los glaciares y casquetes polares (1,7 %), los acuíferos (1,7 %), el agua dulce superficial (0,02 %), la atmósfera (0,001 %) y los organismos (0,0001 %).	
Los valores porcentuales son aproximados, por lo que no es necesario memorizarlos; no obstante, el alumnado sí debería tener cierta idea de las proporciones relativas.	
4.1.4 Los flujos en el ciclo hidrológico incluyen la transpiración, la sublimación, la evaporación, la condensación, la advección, la precipitación, la fusión del hielo, la congelación, la escorrentía superficial, la infiltración, la percolación, los caudales de arroyos y ríos, y el flujo de los acuíferos.	
La sublimación es la transformación del hielo directamente en vapor de agua. La advección es el movimiento impulsado por el viento del vapor de agua o de las gotas de agua condensadas o heladas (nubes). La infiltración es la penetración del agua en el suelo. La percolación es el movimiento del agua a través del suelo.	1.2
Aplicación de habilidades: crear y usar un diagrama de sistemas donde se muestren las transferencias y transformaciones del ciclo hidrológico.	
4.1.5 Las actividades humanas como la agricultura, la deforestación y la urbanización, pueden alterar estos flujos y reservas.	

El cambio de uso de la tierra, la deforestación y la urbanización a menudo causan una menor evapotranspiración y un aumento de la escorrentía, lo que provoca inundaciones repentinas.	1.2, 5.2
--	----------

4.1.6 El estado estacionario de cualquier masa de agua puede demostrarse por medio de diagramas de flujo de entradas y salidas.

Estos se pueden utilizar para calcular las tasas sostenibles de extracción de, por ejemplo, lagos y acuíferos.	1.2
--	-----

Solo NS

4.1.7 El agua tiene unas propiedades físicas y químicas únicas que sustentan y mantienen la vida.

Incluya la polaridad, que da lugar a la cohesión (atracción entre moléculas de agua debido a los enlaces de hidrógeno), la adhesión (atracción entre el agua y otras sustancias) y las propiedades disolventes. Incluya también la transparencia, el alto calor específico, las diferencias de densidad en función de la temperatura y las diferencias en la solubilidad de gases (oxígeno y dióxido de carbono) dependiendo de la temperatura y la presión.

4.1.8 Los océanos actúan como un sumidero de carbono al absorber el dióxido de carbono de la atmósfera y capturarlo.

Este proceso ha moderado el aumento de dióxido de carbono atmosférico por la combustión de combustibles fósiles, pero podría llegarse a un punto de saturación.	2.3, 6.1
---	----------

4.1.9 El carbono capturado en los océanos a corto plazo en forma de dióxido de carbono disuelto causa una acidificación de los océanos; a largo plazo, el carbono es incorporado por los organismos vivos en forma de biomasa, que se acumula en el fondo marino.

Los sedimentos del fondo marino contienen carbonatos inorgánicos y compuestos de carbono en la materia orgánica que no está totalmente descompuesta. A lo largo de millones de años, estos sedimentos pueden transformarse en combustibles fósiles.	2.3, 6.2
---	----------

4.1.10 La temperatura del agua varía con la profundidad, siendo más fría en las capas inferiores y más cálida en la superficie. Las diferencias de densidad restringen la mezcla entre las capas, lo que causa una estratificación persistente de las capas de agua.

Debido a que el agua alcanza su máxima densidad a 4 °C implica que el agua más fría flota sobre ella y que una masa de agua se congela desde la superficie hacia abajo, permitiendo que los ecosistemas de agua dulce sobrevivan por debajo de una capa de hielo aislante.

4.1.11 La estratificación se produce en lagos profundos, áreas costeras, mares cerrados y el océano abierto, con una termoclina que forma una capa de transición entre la capa mezclada más caliente en la superficie y el agua más fría por debajo.

El agua superficial más caliente y las aguas profundas frías también difieren en las concentraciones de oxígeno disuelto y nutrientes minerales.	6.2
--	-----

4.1.12 El calentamiento global y los cambios de salinidad han aumentado la intensidad de la estratificación en los océanos.

Los cambios en la estratificación son más pronunciados en los primeros 200 metros del agua. Los aumentos de temperatura han tenido efectos globales. La fusión de los casquetes polares ha reducido la salinidad en la Antártida.	6.2
---	-----

Aplicación de habilidades: extraer datos de una base de datos y analizar datos sobre temperaturas del agua con respecto a las concentraciones de salinidad y oxígeno, empleando una prueba estadística apropiada.

4.1.13 Los afloramientos en océanos y masas de agua dulce pueden traer hasta la superficie aguas frías ricas en nutrientes.

El afloramiento es el movimiento vertical masivo de aguas frías ricas en nutrientes desde las profundidades hasta la superficie en respuesta al desplazamiento de aguas superficiales arrastradas por el viento. Los ciclos estacionales del afloramiento se pueden dar en lagos estratificados y en el afloramiento asociado al fenómeno de El Niño-Oscilación del Sur (ENOS).

2.4, 4.3

4.1.14 Los sistemas de circulación termohalina son impulsados por las diferencias de temperatura y salinidad. Las diferencias resultantes en la densidad del agua impulsan la cinta transportadora oceánica que distribuye el calor alrededor del mundo, afectando con ello al clima.

Los ríos y los casquetes polares en fusión aportan agua con baja salinidad y baja densidad al Atlántico Norte. Sin embargo, las corrientes de viento desde el ecuador transportan las aguas superficiales frías hacia el Atlántico Norte, que van perdiendo agua dulce por evaporación y se van volviendo más saladas. El aumento de salinidad y la disminución de temperatura de estas aguas provocan su hundimiento, formando corrientes oceánicas profundas de retorno hacia el ecuador, creando de este modo la cinta transportadora oceánica del Atlántico Norte.

6.2

Actividades posibles

- Investigar su propio uso de agua durante un fin de semana y compararlo con el uso del agua en otros países o en otros grupos socioeconómicos de su propia región.
- Investigar el impacto que tienen las actividades humanas en el ciclo hídrico de la región o del área local, y resumir los hallazgos en materiales promocionales para el colegio o la comunidad escolar.
- Fomentar comportamientos de ahorro de agua en la comunidad escolar promocionando dicha causa.

4.2 Acceso al agua, uso del agua y seguridad hídrica

Preguntas de orientación

- ¿Qué problemas de equidad del agua existen y cómo se pueden abordar?
- ¿Cómo afectan las poblaciones humanas al ciclo hídrico y cuál es el impacto en la seguridad hídrica?

NM y NS

4.2.1 La seguridad hídrica significa tener acceso a cantidades suficientes de agua potable.

La seguridad hídrica es un componente importante de las sociedades sostenibles.

7.2

4.2.2 La disponibilidad de agua dulce y el acceso equitativo a esta, necesarios para el bienestar humano, se ven afectados por factores sociales, culturales, económicos y políticos.

Incluya ejemplos de algunos de esos factores sociales, culturales, económicos y políticos.

1.1, NS.a,
NS.b,
NS.c

4.2.3 Las sociedades humanas que experimentan un crecimiento de la población o un desarrollo económico deben aumentar el suministro de agua o la eficiencia de su utilización.

El agua se emplea para usos domésticos, el riego y la cría de ganado en la agricultura, y para fines industriales.	8.1, 8.2, 8.3, NS.b
--	------------------------

4.2.4 El abastecimiento de agua se puede incrementar construyendo represas, embalses, sistemas de captación de agua de lluvia y plantas desalinizadoras, y mejorando los humedales naturales.

La desalinización es la retirada de la sal y otros minerales del agua para obtener agua dulce. La ósmosis inversa es un método de desalinización que emplea una membrana semipermeable.	1.3, NS.a, NS.b
---	--------------------

4.2.5 La escasez de agua se refiere a la disponibilidad limitada de agua para las sociedades humanas.

La disponibilidad de agua puede estar limitada por la abundancia real de agua presente (escasez física) o por la reserva disponible y los sistemas de transporte (escasez económica).	NS.b
---	------

4.2.6 Las técnicas de conservación de agua se pueden aplicar a un nivel doméstico.

Incluya técnicas como la medición del agua consumida con contadores, el racionamiento, el reciclaje de aguas grises, los inodoros de bajo consumo o la captación de agua de lluvia.	1.3
---	-----

4.2.7 Las estrategias de conservación de agua se pueden aplicar a nivel industrial en los sistemas de producción de alimentos.

Incluya ejemplos como los invernaderos donde se usa y recicla el agua de lluvia captada, los sistemas acuapónicos que combinan la producción de peces y hortalizas, los sistemas de riego por goteo, los cultivos resistentes a la sequía y el cambio a una producción de alimentos vegetarianos.	1.3, NS.a, NS.b, NS.c
---	-----------------------------

4.2.8 Existen estrategias de mitigación para encarar la escasez de agua.

Considere ejemplos apropiados de estrategias de gestión que aplique un país concreto para abordar la escasez de agua.	1.3, NS.a, NS.b, NS.c
---	-----------------------------

Solo NS

4.2.9 El uso del agua dulce es un límite planetario, en el que se está experimentando una demanda creciente de los recursos limitados de agua dulce, lo que provoca un estrés hídrico cada vez mayor y el riesgo de cambios abruptos e irreversibles al sistema hidrológico.

Considere cómo se puede medir el límite planetario y las posibles estrategias de mitigación para que el uso del agua dulce vuelva a estar dentro del límite.	1.3
--	-----

4.2.10 Hacen falta órganos de gobierno locales y globales para mantener el uso del agua dulce en unos niveles sostenibles.

Incluya un ejemplo de regulaciones locales para el uso del agua, como la prohibición de regar jardines en épocas de sequía. Incluya un ejemplo de un caso en el que se hayan vuelto necesarios unos acuerdos internacionales en materia de recursos hídricos.	NS.a, NS.b, NS.c
---	------------------------

4.2.11 Las huellas hídricas pueden servir como una medida de uso sostenible por parte de las sociedades y pueden fundamentar la toma de decisiones sobre la seguridad hídrica.

Una huella hídrica es una medida del uso del agua por seres humanos individuales o por naciones, o la cantidad necesaria para la agricultura, la ganadería o la fábrica de tejidos, acero u otros productos.	1.3, NS.c
4.2.12 La ciencia ciudadana desempeña un papel cada vez más importante en la supervisión y la gestión de los recursos hídricos.	
La ciencia ciudadana también se denomina ciencia de la comunidad o ciencia de colaboración masiva. Un rasgo común de la ciencia ciudadana es que cualquiera puede tomar parte en ella. Todos los participantes utilizan el mismo protocolo, de forma que se pueden combinar datos de alta calidad y los datos son de acceso libre. Considere los beneficios y las limitaciones de la ciencia ciudadana para garantizar un uso sostenible del agua a nivel local. Por ejemplo, considere si es posible obtener mediante colaboración masiva datos precisos sobre la calidad del agua.	1.3
4.2.13 El “estrés hídrico”, como la “escasez de agua”, es otra medida de la limitación del suministro de agua; no solo toma en consideración la escasez del agua disponible sino también la calidad del agua, los flujos ambientales y la accesibilidad.	
Una región puede tener suministro más que suficiente y no sufrir escasez de agua, pero puede estar sufriendo estrés hídrico debido a una baja calidad del agua.	1.2, 1.3
4.2.14 El estrés hídrico se define como un suministro de agua limpia y accesible inferior a 1.700 metros cúbicos al año per cápita.	
Considere un ejemplo de una sociedad en la que el suministro de agua caiga por debajo de dicho nivel y las razones que lo explican.	1.3, NS.b, NS.c
4.2.15 Las causas del aumento del estrés hídrico pueden depender del contexto socioeconómico.	
Incluya, al menos, dos perspectivas diferentes, como el objetivo de aumentar la industrialización en una economía emergente y una sobreexplotación de acuíferos debida a la presión demográfica en un país con bajos ingresos.	1.1, NS.b
4.2.16 El estrés hídrico puede producirse por disputas transfronterizas cuando los recursos hídricos atraviesan fronteras regionales.	
Incluya, al menos, un ejemplo local o regional de una disputa transfronteriza y las referencias al contexto histórico o político en dicho conflicto.	NS.a
4.2.17 El estrés hídrico puede abordarse a un nivel industrial.	
Considere las siguientes estrategias: embalses (represas), trasvase de agua, tuberías o camiones cisterna, presas de estuario, estimulación de lluvia o siembra de nubes, desalinización, destilación solar, recolección de rocío, plantas de tratamiento de agua, almacenamiento y recuperación de acuíferos y recarga artificial de acuíferos.	1.1, NS.a, NS.b
Aplicación de habilidades: usar fuentes de datos secundarios para investigar las causas del estrés hídrico en una determinada sociedad.	
4.2.18 La producción industrial con agua dulce tiene unos impactos ambientales negativos que se pueden minimizar, aunque normalmente no se pueden eliminar.	

Incluya los impactos potenciales de las descargas de salmuera concentrada de las plantas desalinizadoras; el ruido; la contaminación atmosférica; los impactos sobre los acuíferos (por ejemplo, la intrusión salina); y la combustión de combustibles fósiles para proporcionar energía (por ejemplo, desalinización en los Emiratos Árabes Unidos (EAU)).	1.3, 7.2, NS.b, NS.c
---	----------------------

4.2.19 El acceso no equitativo al agua potable y al saneamiento tiene efectos negativos sobre la salud humana y el desarrollo sostenible.

Incluya un ejemplo de una cuestión de equidad relacionada con el agua y el saneamiento para un grupo marginado concreto dentro de una sociedad. Los grupos marginados podrían incluir personas de pueblos indígenas o grupos de ingresos bajos. Incluya estadísticas que proporcionen pruebas de la desigualdad.	1.3, NS.c
--	-----------

Actividades posibles

- Comparar la huella hídrica de diversos artículos alimenticios o prendas de ropa como, por ejemplo, unos vaqueros (jeans) y una camiseta de lino, un forro polar de lana y uno de poliéster, o un aguacate y una manzana.
- Colaborar con entidades benéficas que se centren en el acceso al agua, como por ejemplo WaterAid.
- Promover la reducción del consumo de agua en las viviendas.

4.3 Sistemas de producción de alimentos acuáticos

Preguntas de orientación

- ¿Cómo influyen nuestros valores y perspectivas en nuestras dietas?
- ¿En qué medida son sostenibles los sistemas acuáticos de producción de alimentos?

NM y NS

4.3.1 El fitoplancton y los macrófitos proporcionan energía a las redes tróficas marinas y de agua dulce.

El fitoplancton es un tipo de plancton microscópico fotosintético que se encuentra en océanos, mares y masas de agua dulce. Los macrófitos son plantas acuáticas suficientemente grandes como para ser visibles. Pueden ser plantas emergentes, sumergidas o flotantes.	2.2
--	-----

4.3.2 Los seres humanos consumen organismos de los medios ambientes marinos y agua dulce.

Incluya un ejemplo local y otro global de flora y fauna acuática consumida por los seres humanos.	2.2
---	-----

4.3.3 La demanda de alimentos de medios ambientes marinos y de agua dulce va en aumento debido al crecimiento de la población humana y a los cambios en las preferencias en la dieta.

Considere las pruebas de dicho aumento en la demanda.	1.3, 8.1, NS.c
---	----------------

4.3.4 La creciente demanda global de marisco ha fomentado el uso de prácticas de extracción no sostenibles y una sobreexplotación.

Incluya la pesca de arrastre de fondo, la pesca fantasma y el uso de venenos y explosivos como métodos destructivos de extracción que no son sostenibles.	1.3, NS.a, NS.b, NS.c
---	-----------------------

4.3.5 La sobreexplotación ha llevado al colapso de las pesquerías.

Considere los detalles del colapso de una pesquería (la disminución dramática y duradera de los bancos de peces hasta un punto en el cual las especies de peces objeto de pesca comercial no se pueden recuperar); por ejemplo, la pesquería de bacalao en el Gran Banco de Terranova.	1.2, 3.2, 7.2, NS.a, NS.b, NS.c
--	---------------------------------

4.3.6 El rendimiento máximo sostenible (RMS) es la extracción anual máxima posible que se puede mantener a lo largo del tiempo, por lo que debería usarse para establecer los límites de las cuotas de pesca.

Considere el gráfico de esfuerzo de producción y esfuerzo pesquero que indica el RMS. Normalmente, las capturas en el RMS requieren unos niveles de pesca mucho más bajos de los aplicados en muchas pesquerías.	1.3, 2.2, NS.a, NS.b
--	----------------------

4.3.7 El cambio climático y la acidificación de los océanos están afectando los ecosistemas y podrían causar el colapso de algunas poblaciones en ecosistemas marinos o de agua dulce.

Incluya un ejemplo local o global de un ecosistema acuático sometido a estrés por el cambio climático o la acidificación de los océanos, por ejemplo, el impacto de los eventos de blanqueamiento (decoloración) de los corales en el ecosistema de la Gran Barrera de Coral.	1.2, 6.2, NS.b
Aplicación de habilidades: planificar un experimento para investigar el impacto de la acidificación sobre los organismos con conchas.	

4.3.8 La explotación no sostenible de ecosistemas marinos y de agua dulce se puede mitigar mediante una legislación de políticas que aborden la industria pesquera y los cambios en el comportamiento de los consumidores.

Incluya acciones a nivel internacional, nacional, local e individual, incluyendo permisos, cuotas, estacionalidad, tamaño de mallas y redes, zonas protegidas y etiquetado de productos alimenticios.	1.3, NS.a, NS.b, NS.c
---	-----------------------

4.3.9 Las Áreas Marinas Protegidas se pueden utilizar para respaldar las cadenas tróficas acuáticas y mantener los rendimientos sostenibles.

Incluya cómo un área protegida puede beneficiar a áreas marinas más amplias, por ejemplo, proporcionando refugio o zonas de desove.	1.3, NS.a
---	-----------

4.3.10 La acuicultura es la cría de organismos acuáticos, incluyendo peces, moluscos, crustáceos y plantas acuáticas. Aunque la industria está en expansión para aumentar los abastecimientos de alimentos y respaldar el desarrollo económico, existen impactos ambientales asociados.

Considere un ejemplo específico de acuicultura, incluyendo referencias a efectos negativos como la pérdida de hábitat, contaminación por piensos, agentes antiincrustantes, antibióticos y otros medicamentos utilizados, propagación de enfermedades e individuos escapados que, en algunos casos, han sido modificados genéticamente. Incluya referencias a al menos una técnica de gestión que pueda reducir el impacto de los efectos negativos.	4.4, NS.b, NS.c
--	-----------------

Solo NS

4.3.11 La productividad, la estratificación térmica, la mezcla de nutrientes y la carga de nutrientes están interconectadas en los sistemas acuáticos.

La máxima productividad tiende a darse en las costas o en mares poco profundos, donde se produce el afloramiento y la acumulación de nutrientes en las aguas superficiales.	1.2, 2.3
---	----------

4.3.12 Se requiere una evaluación precisa de las poblaciones de peces y una supervisión de las tasas de captura para la conservación y el uso sostenible de dichas poblaciones.

Incluya, al menos, un método de medición precisa de una población de peces y un método de supervisión de las tasas de captura.	2.2, NS.b, NS.c
--	-----------------

4.3.13 La captura de peces con la tasa del rendimiento máximo sostenible (RMS) conlleva riesgos que deben gestionarse con sumo cuidado.

El RMS solo es un valor estimado y el intento de efectuar las capturas exactamente con dicha tasa de captura resultará forzosamente impreciso. Si se excede dicha tasa, se puede producir una reducción en el potencial reproductivo y una retroalimentación positiva, lo que podría causar un rápido declive de las poblaciones de peces.	1.3, 2.2, NS.b, NS.c
--	----------------------

4.3.14 Las especies que han sufrido sobreexplotación pueden recuperarse mediante la cooperación entre gobiernos, la industria pesquera, los consumidores y otros grupos de interés, incluyendo ONG, pescaderías mayoristas y supermercados locales.

Considere la perspectiva de cada grupo de interesados y cómo se pueden resolver las diferencias. Las medidas que pueden ayudar a restaurar las poblaciones incluyen prohibiciones temporales de pesca, establecimiento de límites a las licencias de pesca, prevención de capturas accidentales de otras especies e información para ayudar a los consumidores a elegir las especies que se estén capturando de forma sostenible y no otras.	1.3, NS.a, NS.c
--	-----------------

4.3.15 De acuerdo con la Convención de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar (CONVEMAR), los estados costeros tienen una zona económica exclusiva que se extiende 370 km hacia el mar, dentro de la cual el gobierno del estado en cuestión tiene derecho a regular la pesca. Casi el 60 % del océano queda dentro del dominio de alta mar fuera de dichas zonas costeras, donde rige una regulación limitada a nivel intergubernamental.

Hay una cuestión relacionada con la equidad y la justicia cuando los países venden el acceso a sus zonas de pesca, en lugar de dejar que la gestione la población local. Las Naciones Unidas han desarrollado y firmado un tratado internacional para proteger las aguas de alta mar.	NS.a, NS.c
---	------------

4.3.16 Las capturas de focas, ballenas y delfines suscitan cuestiones éticas relacionadas con los derechos de los animales y de los grupos indígenas.

Considere la caza de una especie concreta desde, al menos, dos perspectivas opuestas; por ejemplo, la caza de narvales por parte de los inuits o la caza de delfines en las islas Feroe.	1.1, 1.3, NS.c
--	----------------

Actividades posibles

- Explorar la función de las Áreas Marinas Protegidas para conservar la biodiversidad del océano y los enfoques adoptados a tal fin por los gobiernos regionales o nacionales.
- Concienciar sobre la pérdida de acceso a la pesca local debido a la venta internacional de derechos de pesca.
- Proyectar una película que destaque las tensiones en torno al consumo de pescado.
- Concienciar sobre los programas de certificación marinos para el consumo de pescado.
- Redactar y enviar correos electrónicos a ONG que destaquen los cambios que podrían paliar los desafíos ambientales planteados por la acuicultura.

4.4 Contaminación del agua

Preguntas de orientación

- ¿Cómo afecta la contaminación a la sostenibilidad de los sistemas ambientales?
- ¿Cómo afectan las diferentes perspectivas a la manera en que se gestiona la contaminación?

NM y NS

4.4.1 Hay múltiples fuentes de contaminación del agua y esta tiene impactos importantes en los sistemas marinos y de agua dulce.

Incluya la referencia a: aguas residuales, escorrentía agrícola, vertidos industriales, escorrentía urbana, eliminación de residuos sólidos y vertidos de petróleo como fuentes de contaminación. Incluya un relato más detallado de un ejemplo específico de contaminación del agua, identificando la ubicación, la fuente de contaminación y los efectos sobre el medio ambiente y las estrategias de gestión que tratan de darle solución.

NS.a,
NS.b,
NS.c

4.4.2 Los residuos plásticos se acumulan en los medios ambientes marinos. Es precisa una gestión del problema para retirar los plásticos de la cadena de suministro y limpiar la contaminación existente.

Incluya los daños derivados de la contaminación oceánica por plásticos; cómo han llegado los plásticos a acumularse en los giros oceánicos; y cómo los microplásticos asociados que entran en la cadena trófica acumulan, magnifican y transportan toxinas en su superficie.

2.2, NS.a,
NS.c

4.4.3 La calidad del agua es la medida de sus características químicas, físicas y biológicas. La calidad del agua es variable y a menudo se mide utilizando un índice de calidad del agua. La monitorización de la calidad del agua puede orientar las estrategias de gestión para reducir la contaminación del agua.

La calidad del agua en los sistemas acuáticos se evalúa monitorizando el oxígeno disuelto, el pH, la temperatura, la turbidez y las concentraciones de nitratos, fosfatos y metales específicos, y los sólidos en suspensión totales. Los datos se pueden utilizar para orientar las estrategias de gestión con vistas a reducir la contaminación.

1.3

Aplicación de habilidades: usar métodos para medir los factores abióticos clave en los sistemas acuáticos, por ejemplo, el oxígeno disuelto, el pH, la temperatura, la turbidez y las concentraciones de nitratos y fosfatos, y los sólidos en suspensión totales. Los posibles métodos pueden incluir el uso de sondas de pH y de oxígeno, un termómetro, un disco de Secchi y kits de pruebas de nitratos y fosfatos.

4.4.4 La demanda bioquímica de oxígeno (DBO) es una medida de la cantidad de oxígeno disuelto que requieren los microorganismos para descomponer la materia orgánica en el agua.

La medida habitual se da en miligramos de oxígeno consumido por litro de una muestra durante cinco días a 20 °C. La DBO proporciona una medida indirecta de la cantidad de materia orgánica que hay en una muestra.

4.4.5 La eutroficación se produce cuando lagos, estuarios y aguas costeras reciben entradas de nutrientes minerales, especialmente nitratos y fosfatos, causando a menudo un crecimiento excesivo del fitoplancton.

La proliferación de algas solo se produce si el crecimiento del fitoplancton se ha visto limitado previamente por unas concentraciones más bajas de fosfatos o nitratos. Los seres humanos causan eutroficación al verter detergentes, aguas residuales o fertilizantes agrícolas a las masas de agua.

1.2

4.4.6 La eutroficación conduce a una secuencia de efectos y cambios en el sistema acuático.	
A un crecimiento excesivo del fitoplancton normalmente le sucede su muerte y, por consiguiente, unas altas tasas de descomposición y el rápido consumo del oxígeno disuelto que conduce a la hipoxia o anoxia en el agua, produciéndose la muerte de la vida acuática que depende del oxígeno disuelto.	1.2
Aplicación de habilidades: crear un modelo de sistemas en el que se muestren los efectos y los cambios que produce la eutroficación en un sistema acuático. El modelo debería incluir ejemplos de retroalimentación positiva (por ejemplo, aumento de nutrientes > aumento de la muerte de organismos > aumento de la descomposición > aumento de los nutrientes).	

4.4.7 La eutroficación puede tener un impacto sustancial en los servicios de los ecosistemas.	
La eutroficación puede afectar a los servicios asociados a las pesquerías, a las actividades recreativas, a la estética y a la salud.	1.1, NS.b

4.4.8 La eutroficación se puede abordar en tres niveles de gestión diferentes.	
Estos tres niveles de gestión son:	1.1, 1.3, NS.a, NS.b, NS.c
- La reducción de las actividades humanas que producen contaminantes, por ejemplo, alternativas a los detergentes y fertilizantes actuales - La reducción de la liberación de contaminación al medio ambiente, por ejemplo, tratamiento de aguas residuales para eliminar nitratos y fosfatos - La retirada de contaminantes del medio ambiente y la restauración de los ecosistemas, por ejemplo, retirada de lodos de lagos eutróficos y reintroducción de especies de plantas y peces.	
Estos métodos también se pueden aplicar a otros ejemplos de contaminación.	

Solo NS

4.4.9 Existe una amplia gama de contaminantes que se pueden encontrar en el agua.	
Estos contaminantes pueden incluir materia orgánica (por ejemplo, aguas residuales), sustancias disueltas (por ejemplo, tributiltina, una sustancia química que altera el sistema endocrino), sustancias químicas persistentes cuya presencia aumenta por biomagnificación (por ejemplo, bifenilos policlorados (PCB)), plásticos y energía térmica.	

4.4.10 La proliferación de algas puede producir toxinas que amenazan la salud de los seres humanos y de otros animales.	
La proliferación de algas nocivas (HAB, por sus siglas en inglés) contiene diversos organismos, incluyendo cianobacterias, protistas, algas y dinoflagelados. Un pequeño número de estos organismos produce toxinas potencialmente mortales. En agua dulce, las cianotoxinas son las toxinas más frecuentes. Dentro de la proliferación de algas nocivas que se produce a lo largo de los litorales costeros, los dinoflagelados producen diferentes toxinas, incluyendo una neurotoxina; estas pueden tener un color rojo. Considere un ejemplo de agua dulce y otro de agua marina.	2.1, 4.3

4.4.11 La frecuencia de aguas anóxicas e hipóxicas probablemente aumente debido a los efectos combinados del calentamiento global, la estratificación del agua dulce, el vertido de aguas residuales y la eutroficación.	
Las condiciones hipóxicas pueden tener causas diversas, produciendo zonas acuáticas muertas.	1.2, 6.2

4.4.12 Las aguas residuales se tratan para permitir la liberación segura del efluente mediante etapas de tratamiento del agua primarias, secundarias y terciarias.

Considere qué se logra en cada una de estas etapas de tratamiento de las aguas residuales, incluyendo los procesos tanto biológicos como químicos. Considere también los desafíos de una puesta en práctica equitativa del tratamiento de aguas residuales en todas las sociedades.	1.3
---	-----

4.4.13 Algunas especies son sensibles a los contaminantes, en tanto que otras están adaptadas a aguas contaminadas, por lo que estas se pueden emplear como especies indicadoras.

Incluya, al menos, un ejemplo de una especie indicadora tolerante y al menos una especie indicadora intolerante.	3.1, NS.a, NS.b, NS.c
--	-----------------------------

4.4.14 Un índice biótico puede proporcionar una medida indirecta de la calidad del agua basada en la tolerancia a la contaminación, de la abundancia relativa y de la diversidad de especies en la comunidad.

El índice biótico de Trent es un ejemplo de índice biótico.	3.1
Aplicación de habilidades: aplicar los protocolos para evaluar la demanda biológica de oxígeno y un índice biótico concreto.	

4.4.15 La calidad del agua general se puede evaluar calculando un índice de calidad del agua (ICA).

Un ICA es un valor único, calculado como un promedio ponderado, obtenido a partir de los resultados combinados de varios parámetros individuales de análisis de la calidad del agua y que representa el grado de contaminación de una determinada muestra de agua. El índice de calidad del agua de Vernier es un ejemplo.	1.3
--	-----

4.4.16 La Organización Mundial de la Salud (OMS) ha fijado las directrices de calidad del agua potable y los gobiernos locales pueden establecer normas legales.

Considere el papel de los reglamentos y las normas en las evaluaciones de impacto ambiental y en los acuerdos comerciales internacionales; por ejemplo, cuando una compañía privada construye una planta embotelladora de agua en un país en vías de desarrollo.	NS.a, NS.b
--	---------------

4.4.17 Las acciones de individuos o grupos de ciudadanos pueden ayudar a reducir la contaminación del agua.

Incluya los cambios de hábitos en el consumo y la eliminación de residuos, las protestas ciudadanas pacíficas, la obtención de datos y la investigación, la formación de equipos jurídicos y los grupos de presión sobre los legisladores.	1.3, NS.a, NS.c
--	--------------------

Actividades posibles

- Investigar los efectos de la contaminación sobre sistemas acuáticos en la región o en el área local. Deberán considerarse cuestiones éticas y relativas a la salud y seguridad.
- Producir un video informativo sobre mareas rojas causadas por la proliferación de algas nocivas, si este fuera un problema en el área local.
- Participar en campañas de limpieza de contaminación por plásticos.
- Visitar una planta de tratamiento de agua.

Tema 5: Tierra

5.1 Suelo

Preguntas de orientación

- ¿De qué modo desempeñan una función los suelos en los sistemas naturales?
- ¿Cómo afectan las actividades humanas a la estabilidad de los sistemas edáficos?

NM y NS

5.1.1. El suelo es un sistema dinámico dentro del ecosistema más amplio que presenta sus propias entradas, salidas, reservas y flujos.	
Los suelos son un recurso para la vida y muestran una amplia variabilidad.	1.2

5.1.2 El suelo está constituido por componentes inorgánicos y orgánicos, agua y aire.	
El suelo es una compleja mezcla de componentes que interactúan entre sí y que forman su propio ecosistema con distintos organismos del suelo. Los componentes inorgánicos o minerales (fragmentos de roca, arena, limo y arcilla) se originan por la meteorización de la roca madre. Los componentes orgánicos incluyen organismos vivos y materia derivada de la degradación de los organismos. Hay claves publicadas en línea para clasificar suelos.	

5.1.3 Los suelos desarrollan una estructura estable en capas conocida como perfil, constituida por varios horizontes, producidos por las interacciones en el sistema durante largos períodos de tiempo.	
Los perfiles del suelo o perfiles edáficos tienen unos horizontes distintivos que muestran una transición desde los componentes más orgánicos en la superficie superior hasta los inorgánicos en la parte inferior.	2.5
Aplicación de habilidades • Muestrear dos suelos desde el subsuelo (horizonte B): uno de un terreno o jardín local, y uno de un ecosistema natural. • Investigar la textura, el contenido de materia orgánica, las concentraciones de nitrógeno, fósforo y potasio (NPK), la aireación, el drenaje y la retención de agua. • Determinar la cantidad de carbono en una muestra de suelo seco incinerando la materia orgánica y calculando la variación de masa.	

5.1.4 Las entradas del sistema edáfico incluyen aquellas de la materia orgánica muerta y de los minerales inorgánicos.	
Las entradas de materia orgánica muerta pueden incluir, entre otros, restos vegetales, biomasa animal muerta y estiércol.	1.2, 2.5
Las entradas de minerales inorgánicos pueden incluir la meteorización, la deposición o la descomposición, la precipitación (agua con minerales disueltos), los gases, el aire, la humedad y la energía solar.	
En sistemas edáficos manipulados muchas entradas son antropogénicas: compost, fertilizantes, productos agroquímicos, irrigación y salinización. Las entradas naturales pueden originarse desde dentro del ecosistema (meteorización de roca madre subyacente, restos vegetales de la vegetación sobre el suelo y descomposición) o bien derivarse de otros ecosistemas (deposición de material arrastrado por el viento o de origen fluvial, y guano).	

5.1.5 Las salidas del sistema edáfico incluyen las pérdidas de materia orgánica muerta debido a la descomposición, las pérdidas de componentes minerales y pérdida de energía debido a la pérdida de calor.

Las salidas de componentes minerales incluyen: erosión eólica o hídrica, absorción de agua y minerales por las raíces de las plantas, lixiviación de agua y nutrientes vegetales disueltos, difusión de gases y evaporación de agua. Estas salidas pueden causar la pérdida o modificación de los componentes del suelo y son diferentes de la pérdida total de suelo por erosión; no obstante, también pueden conducir a una degradación de suelo productivo.	1.2
---	-----

5.1.6 Las transferencias se producen a través de los horizontes edáficos, dentro y fuera de los suelos.

Incluya infiltración, percolación, flujo de acuíferos, mezclado biológico, aireación, erosión y lixiviación.	1.2
--	-----

5.1.7 Las transformaciones dentro de los suelos pueden modificar los componentes o todo el sistema edáfico

Incluya la descomposición, la meteorización, el ciclo de nutrientes y la salinización.	1.2
--	-----

5.1.8 Los diagramas de flujo de sistemas muestran flujos hacia el ecosistema edáfico o dentro o fuera del mismo.

Los sistemas edáficos son esenciales para los ciclos hídrico, del carbono y del nitrógeno.	1.2
Aplicación de habilidades: crear un diagrama de flujo de sistemas que represente el sistema edáfico.	

5.1.9 Los suelos proporcionan la base de los ecosistemas terrestres como medio para el crecimiento de las plantas (banco de semillas y reserva de agua y de casi todos los nutrientes vegetales esenciales). El carbono es una excepción; las plantas obtienen este elemento de la atmósfera.

Los suelos almacenan los nutrientes clave para las plantas: nitrógeno, fósforo y potasio.	2.3
---	-----

5.1.10 Los suelos contribuyen a la biodiversidad proporcionando un hábitat y un nicho para muchas especies.

Las comunidades del suelo presentan una gran biodiversidad, incluyendo microorganismos, animales y hongos (de los cuales aún sigue habiendo muchas especies desconocidas).	2.1
--	-----

5.1.11 Los suelos desempeñan una función importante en el reciclaje de los elementos, como parte de los ciclos biogeoquímicos.

La entrada principal es la de la materia orgánica muerta que entra en el suelo procedente de las plantas. Los detritívoros (por ejemplo, las lombrices de tierra) descomponen los restos de hojas caídas en fragmentos más pequeños, los cuales son descompuestos posteriormente a su vez por saprófitos como hongos y bacterias.	2.3
---	-----

5.1.12 La textura del suelo define la constitución física del suelo mineral. Esta depende de las proporciones relativas de arena, limo, arcilla y humus.

La textura del suelo se puede determinar utilizando una clave, una prueba de tacto o mezclando agua y separando las capas en el laboratorio.	
--	--

5.1.13 La textura del suelo afecta a la productividad primaria en base a las diferentes influencias de la arena, el limo, la arcilla y la materia orgánica muerta, incluyendo el humus.

El humus contribuye de forma significativa a la textura de los suelos en los que hay abundancia de este. Es una sustancia de tonalidad pardo oscura a negruzca que se encuentra bajo los restos descompuestos de hojas. Presenta una textura suelta y desmenuzable formada por la desintegración parcial de la materia vegetal muerta. Influye en la retención de los nutrientes minerales frente a la lixiviación, en la retención de agua frente al drenaje y en la aireación frente a la compactación o al encharcamiento; todas estas influencias afectan a la productividad primaria.

5.1.14 Los suelos pueden actuar como sumideros de carbono, reservas o fuentes, dependiendo de los ritmos relativos de entrada de la materia orgánica muerta y de la descomposición.

Considere por qué hay poco carbono almacenado en los suelos de selvas tropicales y cantidades relativamente grandes bajo la tundra, los humedales y las praderas templadas.	2.3, 6.2
---	----------

Solo NS

5.1.15 La clasificación y el cartografiado de los suelos se efectúa en base a la apariencia del perfil edáfico en su totalidad.

Dibujar un diagrama de perfil es una técnica descriptiva útil que se emplea para explicar cómo funcionan los procesos de transferencia y de transformación en los componentes del suelo.	2.4
--	-----

Aplicación de habilidades: usar diagramas de perfil edáfico para clasificar ejemplos de suelos que se puedan relacionar con biomas estudiados, como por ejemplo, tierras pardas con bosques caducifolios templados, o bien oxisoles con pluvisilvas.

5.1.16 Los horizontes son estratos horizontales que son distintivos del tipo de suelo. Los horizontes clave son la capa orgánica, la capa mezclada, el suelo mineral y la roca madre (horizontes O, A, B y C).

Los sistemas edáficos naturales tienen horizontes O, A, B y C, pero a los sistemas agrícolas intensivos solo les quedan los horizontes B y C. Considere el impacto examinando imágenes o bien ejemplos reales de estos suelos.

5.1.17 El horizonte A es la capa de suelo que está justo por debajo de la capa de humus orgánico superior, si es que la hay. Es rico en materia orgánica y también se conoce como capa mezclada o capa superior del suelo. Es el más valioso para el crecimiento de las plantas aunque, junto con el horizonte O, también es la capa más vulnerable a la erosión y degradación, lo que tiene implicaciones para una gestión sostenible del suelo.

En la capa superior del suelo hay más oxígeno, materia orgánica, microorganismos y reciclaje de nutrientes que en los horizontes edáficos inferiores; por consiguiente, es donde se da la mayor parte del crecimiento de las raíces y otras actividades biológicas. El sistema agrícola intensivo elimina esta capa, requiriéndose por ello la adición de fertilizantes.	5.1, 5.2
--	----------

5.1.18 Los factores que influyen en la formación del suelo incluyen: clima, organismos, geomorfología (paisaje), geología (material de roca madre) y tiempo transcurrido.

Los factores del clima incluyen el contraste de temperaturas de diversos biomas en regiones tropicales, templadas y polares. Los factores geomorfológicos incluyen: pendiente, orientación y drenaje. Los factores geológicos y del tiempo incluyen las influencias sobre la meteorización, erosión y deposición de materiales, el encharcamiento y la aireación.	2.4
---	-----

Incluya también la influencia de los tipos de roca madre calcáreos y volcánicos sobre la formación del suelo.

5.1.19 Las diferencias entre los suelos ricos en arena, limo o arcilla incluyen el tamaño de las partículas y las propiedades químicas.

La arena y el limo derivan del cuarzo y tienen una baja capacidad de intercambio catiónico (CIC); las arcillas son silicatos complejos que tienen una CIC mucho mayor, que aumenta la disponibilidad de minerales con carga positiva como, por ejemplo, el calcio, el magnesio y el potasio.

5.1.20 Las propiedades del suelo se pueden determinar a partir del análisis de los porcentajes de arena, limo y arcilla, el porcentaje de materia orgánica, el porcentaje de agua, la infiltración, la densidad aparente, el color y el pH.

Considere datos sobre suelos, incluyendo el uso del triángulo de textura de suelos.

5.1.21 Los suelos liberan carbono en forma de metano o de dióxido de carbono.

Los suelos pueden liberar carbono por el incremento de la descomposición debido al calentamiento global, a las prácticas agrícolas, al drenaje de los humedales o a otras actividades humanas; ello puede llevar a un punto de inflexión. Hay un punto de inflexión en el cual las temperaturas en aumento llevan a una descomposición de los clatratos de metano depositados en estructuras geológicas subyacentes.

2.3, 6.2

Actividades posibles

- Investigar cómo se gestiona y valora el suelo en explotaciones agrícolas locales con respecto a la agricultura, al cambio climático, a la biodiversidad y a la sostenibilidad global.
- Celebrar un festival de cine documental sobre el suelo y los alimentos.
- Comenzar a cultivar un huerto orgánico utilizando compostadores para compostar materia orgánica.

5.2 Agricultura y alimentos

Pregunta de orientación

- ¿En qué medida se puede considerar sostenible la producción de alimentos?

NM y NS

5.2.1 La tierra es un recurso limitado y la población humana sigue aumentando y requiere alimentos.

Aproximadamente el 70 % de las tierras libres de hielo se emplea para la agricultura y silvicultura. No todos los suelos ni todas las tierras son cultivables; algunas tierras están en lugares demasiado escarpados y algunos suelos son demasiado pobres en nutrientes. A menudo, estos se utilizan para la cría de ganado.

8.1

5.2.2 Los grupos marginados son más vulnerables si no se toman en consideración sus necesidades en las decisiones relativas al uso de la tierra.

Considere los pueblos indígenas y otros grupos que puedan estar marginados o tener un bajo estatus socioeconómico, como por ejemplo miembros castas bajas o mujeres agricultoras, o personas en países con bajos ingresos. Incluya un ejemplo concreto de personas marginadas desprovistas de unos derechos a la tierra suficientes como para respaldar sus necesidades.

1.1, 1.3,
NS.a,
NS.b,
NS.c

5.2.3 Aunque la agricultura mundial produce suficientes alimentos como para alimentar a ocho mil millones de personas, los alimentos no están repartidos de forma equitativa y mucha cantidad de alimento se desperdicia o se pierde en el proceso de distribución.

Se estima que, al menos una tercera parte de la producción de alimentos se desperdicia (con posterioridad a la cosecha o captura, durante el almacenamiento o en la distribución). Incluya el Objetivo de Desarrollo Sostenible que busca reducir a la mitad el desperdicio de alimentos.	1.3, NS.b, NS.c
---	-----------------

5.2.4 Los sistemas agrícolas a lo largo de todo el mundo varían considerablemente debido a la diferente naturaleza de los suelos y climas.

Los suelos en diferentes biomas tienen potenciales muy diferentes con respecto a los tipos de cultivos y a la productividad.	2.4, 5.1
--	----------

5.2.5 Los sistemas agrícolas son diversos y hay diferentes factores que influyen las decisiones de las personas en este contexto. Esas diferencias y factores tienen repercusiones con respecto a la sostenibilidad económica, social y ambiental.

Los sistemas agrícolas se pueden clasificar de diversas formas. • Salidas del sistema agropecuario: cultivable, con pastoreo o ganadería, mixto, monocultivos o diverso. • Razones para la explotación agropecuaria: comercial o de subsistencia, sedentario o nómada. • Tipos de entradas requeridas para el sistema agropecuario: intensivo o extensivo, en regadío o en secano, en el suelo o hidropónico, orgánico o inorgánico.	1.3, NS.b, NS.c
Aplicación de habilidades: hacer un estudio detallado de un ejemplo de un par de sistemas contrapuestos concretos.	

5.2.6 El pastoreo nómada y la agricultura de roza y quema son técnicas tradicionales que han mantenido a poblaciones de baja densidad en algunas regiones del mundo.

Dado que las culturas indígenas se modernizan y existen en mayores densidades de población o en emplazamientos fijos, estas prácticas se van volviendo menos sostenibles.	1.1, 1.3
---	----------

5.2.7 En la Revolución Verde (también conocida como la Tercera revolución agrícola, en los años 1950 a 1960) se usaron cultivos de alto rendimiento, en combinación con sistemas de riego mejorados, fertilizantes sintéticos y la aplicación de pesticidas, para aumentar la seguridad alimentaria. Esta ha recibido críticas por sus consecuencias socioculturales, económicas y ambientales.

Hay consecuencias tanto positivas como negativas de la Revolución Verde, que no tuvo lugar en todas las naciones en vías de desarrollo. La mejora de la productividad dependía de la fijación de nitrógeno en los fertilizantes sintéticos, lo que hacía su producción dependiente de los combustibles fósiles.	1.1, 1.3, 2.3, 6.2, NS.b
---	--------------------------

5.2.8 Los fertilizantes sintéticos se requieren en muchos sistemas intensivos para mantener una alta productividad comercial, a expensas de la sostenibilidad. En la agricultura sostenible hay otros métodos para mejorar la fertilidad del suelo.

Estas técnicas incluyen: restaurar la productividad natural dejando los cultivos en barbecho, utilizando fertilizantes orgánicos obtenidos del estiércol animal o humano, praderas temporales, uso de micorrizas, silvicultura con cobertura continua y agrosilvicultura.	2.3, 4.4
---	----------

5.2.9 Se pueden usar diversas técnicas para conservar el suelo, con amplios beneficios ambientales, económicos y socioculturales.

Las técnicas de conservación del suelo son muy variadas y se pueden clasificar de diversas formas.	NS.b, NS.c
1. Conservación frente a la erosión (hídrica y eólica) a. Hídrica: aterrazamiento, arado siguiendo el contorno, acaballonado, sistemas de drenaje, uso de cultivos de cobertura b. Eólica: plantar árboles o setos como cortavientos, uso de cultivos de cobertura 2. Conservación de la fertilidad con acondicionadores del suelo: cal, uso de materia orgánica como compost o abonos verdes 3. Técnicas de cultivo: evitar tierras marginales, evitar sobrepastoreo y sobrecultivo, cultivo en franjas, cultivos mixtos, rotación de cultivos, laboreo reducido, agrosilvicultura, uso reducido de maquinaria pesada Muchas de las técnicas ayudan a proteger el suelo de diversos problemas. Por ejemplo, los cultivos de cobertura protegen el suelo de la erosión eólica e hídrica y también se pueden enterrar en el suelo como abono verde.	

5.2.10 Los seres humanos son omnívoros y sus dietas incluyen hongos, plantas, carne y pescado. Las dietas basadas en niveles tróficos más bajos son más sostenibles.

El rendimiento de alimentos por unidad de superficie de tierra es mayor en cantidad y de menor costo cuando se trata de cultivos en lugar de ganado. Considere en qué medida las dietas basadas en productos vegetales podrían contribuir a una agricultura más sostenible.	1.3, 2.2, NS.c
---	-------------------

5.2.11 Las actuales estrategias globales para lograr un suministro de alimentos sostenible incluye reducir la demanda y el desperdicio de alimentos, reducir las emisiones de gases invernadero de la producción de alimentos y aumentar la productividad sin aumentar la superficie de tierra utilizada para la agricultura.

Como ejemplos se incluyen: "carne" de origen vegetal, reducción de la pérdida de nitrógeno hacia la atmósfera, arroz con baja emisión de metano, reducción de la liberación de metano por parte de los rumiantes, mayor tiempo de conservación de los alimentos, modificación genética para incrementar el rendimiento o el proceso de producción de fertilizantes en el campo con energía solar.	1.3, 2.3, 3.1, 6.3, NS.a, NS.b, NS.c
---	--

5.2.12 La seguridad alimentaria es la disponibilidad física y económica de alimentos que permite que todas las personas accedan a una dieta equilibrada, necesaria para llevar una vida activa y saludable.

Considere el grado actual de seguridad alimentaria en las diferentes regiones del mundo.	1.3, 7.2, NS.b
--	-------------------

Solo NS

5.2.13 Las opciones agrícolas diferentes serán a menudo el resultado de las diferencias existentes en suelos y clima.

Considere un par de opciones agrícolas contrapuestas de un bioma. Como ejemplos se incluyen: cultivo de cereales y ganadería en molisoles de estepa y praderas; cultivo de soja y ganadería en oxisoles de selvas tropicales; ganadería y cultivos de regadío en agricultura en aridisoles de desiertos; o tierras cultivables mixtas y pastos en tierras pardas de bosques templados.	2.4, 5.1
--	----------

5.2.14 Se han desarrollado numerosos enfoques de agricultura alternativa en respuesta a la crisis ecológica actual. Estos incluyen enfoques que promueven la regeneración del suelo, resilvestración, permacultura, cultivos no comerciales y labranza cero.

Se han desarrollado enfoques alternativos para abordar diversas cuestiones, incluyendo la sostenibilidad en la producción de alimentos, la calidad del agua, la estabilidad económica local y la restauración y conservación de suelos.	1.3, NS.b, NS.c
---	-----------------

5.2.15 Los sistemas agropecuarios regenerativos y la permacultura emplean técnicas agrícolas mixtas para mejorar y diversificar la productividad. Las técnicas incluyen: uso de animales como cerdos o gallinas para aclarar la vegetación y arar la tierra, o el pastoreo intensivo de corta duración para mejorar el suelo.

Considere las ventajas y los inconvenientes de estas técnicas. Considere cómo las dietas basadas en productos vegetales podrían formar parte de los sistemas agropecuarios regenerativos y de permacultura.	1.3, NS.c
---	-----------

5.2.16 Las mejoras tecnológicas pueden conducir a unos niveles muy elevados de productividad, tal como se ve en los modernos invernaderos de alta tecnología o en las técnicas de agricultura vertical que cada vez tienen más importancia para abastecer de alimentos a áreas urbanas.

Las mejoras en la agricultura en el siglo XXI pueden mejorar en gran medida la productividad, si bien estas no siempre son sostenibles, al depender en ocasiones de los combustibles fósiles.	1.3, NS.b, NS.c
---	-----------------

5.2.17 La sostenibilidad de las diferentes dietas varía. La eficiencia en la cadena de suministro, la distancia de transporte de los suministros, el tipo de agricultura y técnicas agrícolas, y los cambios sociales en la dieta pueden tener un impacto en la sostenibilidad.

Considere los impactos ambientales de la longitud de una cadena de suministro (distancia social, económica y física); suministro de alimentos durante todo el año y los kilómetros alimentarios; cambios culturales para consumir más o menos carne; y aumento del veganismo. Por ejemplo, la dieta de salud planetaria desarrollada por la Comisión Eat-Lancet.	1.3, NS.b, NS.c
Aplicación de habilidades: elaborar una encuesta para investigar las preferencias de alimentos y las visiones del mundo de distintos grupos.	

5.2.18 La cosecha o captura de especies silvestres de los ecosistemas por métodos tradicionales puede ser más sostenible que la conversión y cultivo de la tierra.

Considere la afirmación de que la cosecha por métodos tradicionales puede ser más sostenible. Se podrían recolectar y extraer toda una serie de productos forestales secundarios como, por ejemplo, nueces o castañas de Brasil (<i>Bertholletia excelsa</i>), trufas (hongos subterráneos), brotes de bambú, miel e insectos con fines de alimentación. Incluya también la captura de especies controvertidas y en peligro de extinción como, por ejemplo, pangolines, osos u otros animales salvajes cazados por su carne.	1.1, 1.3, NS.c
--	----------------

5.2.19 Las afirmaciones de que los sistemas de alimentos de baja productividad, indígenas, tradicionales o alternativos son sostenibles deben evaluarse en relación a la necesidad de producir suficientes alimentos para alimentar a una mayor población global.

Considere el punto de vista de que los sistemas de subsistencia de baja productividad que tienen poco valor comercial pueden resolver el problema de la falta de sostenibilidad global en la producción de alimentos.	1.1, 1.3, NS.b, NS.c
---	----------------------

5.2.20 Los patrones de distribución de alimentos y las variaciones en la calidad de los alimentos reflejan el funcionamiento de la industria global de suministro de alimentos y pueden conducir a todo tipo de malnutrición (enfermedades debidas tanto a la desnutrición como a un exceso de nutrición).

Una distribución no equitativa de alimentos y las variaciones en la calidad de estos causan problemas de salud; se debe tener cuidado para evitar suponer que la biomasa se correlaciona con el valor nutritivo: un alimento puede tener una baja calidad nutritiva o estar procesado en exceso. Las hambrunas se deben tanto a problemas de distribución como a malas cosechas. Ejemplos de ello: la gran hambruna irlandesa (1845–1849) causada por el tizón tardío o mildiú de la patata, y las hambrunas del Este de África, causadas por la sequía y los conflictos.	1.1, 1.3, NS.b, NS.c
---	----------------------

Actividades posibles

- Investigar los efectos de las dietas de los alumnos y alumnas.
- Colaborar con una organización como el Programa Mundial de Alimentos, para ayudar a facilitar el acceso a los alimentos a quienes lo necesitan, lo cual podría incluir el voluntariado en un comedor social local.
- Organizar un menú escolar que cumpla los principios de la dieta de salud planetaria o “lunes sin carne”.
- Aprender a cocinar comidas vegetarianas o veganas, y reflexionar sobre las huellas de carbono de dichas comidas en comparación con otras diferentes.

Tema 6: Atmósfera y cambio climático

6.1 Introducción a la atmósfera

Pregunta de orientación

- ¿Cómo contribuyen los sistemas atmosféricos a la estabilidad de la vida en la Tierra?

NM y NS

6.1.1 La atmósfera constituye la frontera entre la Tierra y el espacio. Es el límite exterior de la biosfera y su composición y procesos sustentan la vida en la Tierra.

La atmósfera incluye una mezcla de gases, que se redistribuyen mediante procesos físicos, como, por ejemplo, por el viento.	1.2
---	-----

6.1.2 El calentamiento diferencial de la atmósfera crea el modelo tricelular de circulación atmosférica que redistribuye el calor desde el ecuador hacia los polos.

Esta circulación dispersa el calor a través del planeta, reduciendo el calor en el ecuador y aumentando la temperatura a latitudes más altas.	1.2, 2.4
---	----------

Aplicación de habilidades: crear diagramas de sistemas para representar el sistema atmosférico.

6.1.3 Los gases de efecto invernadero (GEI) y los aerosoles en la atmósfera absorben y reemiten parte de la radiación infrarroja (de onda larga) emitida desde la superficie terrestre, evitando que esta escape al espacio. Estos incluyen: vapor de agua de los gases de efecto invernadero, dióxido de carbono, metano y óxido nitroso (N₂O) y carbono negro (aerosol).

El dióxido de carbono y el vapor de agua son los gases de efecto invernadero más abundantes en la atmósfera y el metano también tiene efectos importantes de calentamiento. Otros gases contribuyen también a un forzamiento radiativo. Aunque el vapor de agua es un GEI significativo, normalmente se

excluye de los modelos climáticos, dado que su abundancia varía como resultado del calentamiento global; tiene un efecto dinámico dentro del sistema atmosférico y resulta esencial para la vida, por lo que no se puede mitigar su presencia.

6.1.4 El efecto invernadero mantiene la Tierra más caliente de lo que estaría de otro modo debido al amplio espectro de radiación del sol que llega a la superficie terrestre y a la radiación infrarroja emitida por la superficie calentada que queda atrapada y vuelta a irradiar por los GEI.

El efecto invernadero es un proceso natural que mantiene la Tierra lo suficientemente caliente para que sea posible la vida. La temperatura de la Tierra depende de la concentración de GEI en la atmósfera. El término “efecto invernadero de origen antrópico” se ha utilizado en referencia a la acumulación de GEI por las actividades humanas, lo que conduce a un calentamiento global (incrementando la temperatura media global). El concepto de “cambio climático” abarca el calentamiento global, pero se refiere a un espectro más amplio de cambios que están aconteciendo en el planeta como resultado.

1.2

Solo NS

6.1.5 La atmósfera es un sistema dinámico y sus componentes y capas son el resultado de continuos procesos físicos y químicos.

Entre los procesos físicos, incluya el calentamiento global y los movimientos de aire debidos a las diferencias de temperatura y presión. Entre los procesos químicos, incluya la producción de ozono a partir de oxígeno.

1.2

6.1.6 Las moléculas de la atmósfera son atraídas hacia la superficie terrestre por la gravedad. Dado que la fuerza gravitatoria es inversamente proporcional a la distancia, la atmósfera se vuelve menos densa conforme aumenta la altitud.

Incluya un gradiente térmico vertical estándar (en torno a un grado por cada 100 m de altitud). No se requiere cuantificar los volúmenes o las presiones de los gases a altitudes específicas.

6.1.7 Los ciclos de Milankovitch afectan a cuánta radiación solar alcanza la Tierra, y provocan ciclos en el clima terrestre de decenas a cientos de miles de años.

Existe una relación entre los tres tipos de ciclos de Milankovitch (la forma de la órbita terrestre, el ángulo de inclinación y el eje de rotación) y los correspondientes cambios climáticos. Mediante bucles de retroalimentación positiva, esto causa bien la disminución de las concentraciones de dióxido de carbono atmosférico con refrigeración y glaciación, o aumento de las concentraciones de dióxido de carbono, con calentamiento y condiciones interglaciales. Aunque estos ciclos se producen a lo largo de muchos miles de años, no explican el calentamiento actual.

1.2

6.1.8 El calentamiento global está alejando a la Tierra del ciclo glacial-interglacial que ha caracterizado al período Cuaternario, llevándolo hacia unas nuevas condiciones climáticas más cálidas.

El período Cuaternario comenzó hace unos 2,5 millones de años. El clima ha cambiado a lo largo del tiempo geológico sin influencia humana, pero los actuales cambios antropogénicos son de una rapidez sin precedentes y forman parte de la época del Antropoceno.

3.1

Aplicación de habilidades: investigar el impacto del albedo o de diferentes gases de efecto invernadero sobre la temperatura de un sistema cerrado.

6.1.9 La evolución de la vida en la Tierra modificó la composición de la atmósfera, la cual influye a su vez en la evolución de la vida en la Tierra.

La composición porcentual de la atmósfera terrestre prebiótica era muy diferente de la composición actual. La fotosíntesis ha disminuido la concentración de dióxido de carbono y ha aumentado la concentración de oxígeno, lo que permite que se forme ozono estratosférico y que se dé la oxidación de metales, lo que da lugar, por ejemplo, a la formación de menas de hierro. No se requiere la cronología del proceso de oxigenación en la historia de la Tierra.

3.1

Actividad posible

- Los proyectos de ciencia ciudadana y las organizaciones de voluntariado ofrecen oportunidades al alumnado para participar en la obtención de conocimientos sobre la atmósfera y los efectos de la contaminación del aire.

6.2 Cambio climático: causas y efectos

Preguntas de orientación

- ¿En qué medida ha tenido lugar el cambio climático debido a causas antropogénicas?
- ¿Qué papel desempeñan las diferentes perspectivas a la hora de dar respuesta a los desafíos del cambio climático?

NM y NS

6.2.1 la palabra “clima” se refiere a las condiciones típicas que resultan de los procesos físicos en la atmósfera.

Los principales factores que afectan al clima en un área son las variaciones estacionales de las temperaturas y precipitaciones.

2.4

6.2.2 Las emisiones de dióxido de carbono antropogénicas han causado un aumento significativo de las concentraciones atmosféricas de este gas. La tasa global de emisiones se ha acelerado, en especial desde 1950.

Se pueden rastrear los incrementos hasta el inicio de la Revolución Industrial a finales del siglo XVIII en Europa; la principal aceleración se produjo durante el siglo XX, con la expansión de la industrialización y el aumento de la población humana.

1.1

6.2.3 El análisis de núcleos de hielo, de los anillos de crecimiento de los árboles y los sedimentos depositados proporcionan datos que indican una correlación positiva entre la concentración de dióxido de carbono en la atmósfera y las temperaturas globales.

Aplicación de habilidades: investigar gráficos de datos de los pasados 800.000 años e indicar cómo han cambiado estas variables durante los ciclos glaciales.

6.2.4 El efecto invernadero se ha visto incrementado por las emisiones antropogénicas de gases de efecto invernadero, lo que ha llevado al calentamiento global y, por consiguiente, al cambio climático.

Las actividades humanas han causado emisiones a la atmósfera de grandes cantidades de dióxido de carbono, metano y óxidos nitrosos, y cantidades algo menores de otros GEI.

2.3

6.2.5 El cambio climático afecta a los ecosistemas a diversas escalas, de la local a la global, y afecta a la resiliencia de los ecosistemas, lo que conduce a desplazamientos de biomas.

Incluya la alteración en distintos ecosistemas, como por ejemplo en el blanqueamiento de los corales y la desertización como impactos locales, y los cambios en la circulación de los océanos y el aumento del nivel del mar como impactos globales. Considere una serie de impactos del cambio climático en regiones en las que puede aumentar la productividad natural, y considere los factores que tienen un impacto sobre la resiliencia de un ecosistema, en particular sobre la biodiversidad. Use ejemplos del mundo real locales para destacar los cambios.	1.2, 2.2, 2.4
Aplicación de habilidades: investigar climogramas de diferentes lugares a nivel global. Los niveles atmosféricos y oceánicos de CO ₂ en gráficos a largo plazo proporcionan pruebas del calentamiento global y de la acidificación de los océanos de origen antropogénico. Utilizar bases de datos para explorar el impacto del cambio de temperaturas sobre un ecosistema concreto como, por ejemplo, los arrecifes de coral o los bosques.	

6.2.6 El cambio climático repercute en las sociedades humanas a diversas escalas y en distintas condiciones económicas, y afecta la resiliencia de las sociedades.

Considere una serie de repercusiones del cambio climático en sociedades en las que pueden producirse cambios en la salud, el suministro de agua, la agricultura, las infraestructuras y los factores que repercuten sobre la resiliencia de una sociedad. Use ejemplos del mundo real locales para destacar los cambios.	1.3, 4.2, 5.2, 8.2, 8.3, NS.b
---	-------------------------------

6.2.7 Se pueden emplear diagramas de sistemas y modelos para representar la causa y efecto del cambio climático con bucles de retroalimentación, ya sea positiva o negativa, y los cambios en el equilibrio energético global.

Incluya las variaciones en la radiación solar, los cambios en el albedo terrestre y la liberación de gas metano con sus bucles de retroalimentación asociados.	1.3
--	-----

6.2.8 Las pruebas sugieren que la Tierra ya ha traspasado el límite planetario para el cambio climático.

Considere las pruebas publicadas que responden a esta afirmación.	1.3
---	-----

6.2.9 Las perspectivas sobre el cambio climático tanto para las personas como para las sociedades se ven influidas por muchos factores.

Considere diferentes perspectivas en la respuesta de una sociedad al cambio climático. Incluya perspectivas personales.	1.1, NS.c
---	-----------

Solo NS

6.2.10 Los datos obtenidos a lo largo del tiempo en estaciones meteorológicas, observatorios, radares y satélites proporcionan la oportunidad de estudiar el cambio climático y el cambio en el uso de la tierra. Los conjuntos de datos a largo plazo incluyen el registro de la temperatura y las concentraciones de GEI. Las mediciones pueden ser tanto indirectas (indicadores indirectos) como directas. Las mediciones indirectas incluyen mediciones de isótopos tomadas de núcleos de hielo, la dendrocronología y el polen extraído de núcleos de turba.

Tanto las mediciones directas como las indirectas desempeñan una función en la creación de modelos climáticos.	1.2
--	-----

6.2.11 Los modelos climáticos globales manejan las entradas en los sistemas climáticos para predecir posibles salidas o resultados empleando ecuaciones para representar los procesos y las

interacciones que determinan el clima en la Tierra. La validez de los modelos se puede evaluar mediante un proceso conocido como análisis retrospectivo.

Existe incertidumbre acerca de las entradas (por ejemplo, el uso de indicadores indirectos) y, como resultado, sobre las salidas del sistema, lo que conduce a diversos resultados futuros posibles. En el análisis retrospectivo se ejecutan los modelos hacia atrás desde el momento presente para comprobar la validez del modelo.	1.2
---	-----

6.2.12 Los modelos climáticos emplean diferentes supuestos para predecir las posibles repercusiones del cambio climático.

Considere datos que muestren distintos supuestos como, por ejemplo, la subida del nivel del mar, la temperatura local o los patrones de precipitaciones de lluvia.	1.2
--	-----

6.2.13 Los modelos climáticos indican que la Tierra puede estar acercándose a un umbral crítico con cambios hacia un nuevo equilibrio. Los sistemas locales también presentan umbrales o puntos de inflexión.

Los umbrales críticos globales pueden ser rápidos, imprevistos y potencialmente catastróficos. A menudo se alude a los umbrales críticos como puntos de inflexión. Considere el efecto de los bucles de retroalimentación positiva que conducen a puntos de inflexión y al traspaso de umbrales, con al menos un ejemplo. Entre los ejemplos, incluya: fusión de las capas de hielo en el Antártico, la ralentización de la circulación termohalina del Atlántico y la transición de la selva del Amazonas–Cerrado.	1.2, 2.2, 2.4
---	---------------

6.2.14 Algunos puntos de inflexión individuales del sistema climático pueden interactuar para crear cascadas de puntos de inflexión.

Las interacciones de dos o más puntos de inflexión individuales introducen mucha incertidumbre en las predicciones sobre la escala y el ritmo del cambio climático. Los puntos de inflexión individuales pueden ser bióticos, abióticos o una combinación de factores bióticos y abióticos.	1.2, 2.2, 2.4
--	---------------

6.2.15 Las responsabilidades de distintos países sobre el cambio climático varían, así como su vulnerabilidad, siendo a menudo los países menos responsables los más vulnerables. Existen implicaciones políticas y económicas, así como cuestiones de equidad.

Considere tanto las tasas de emisiones actuales como las emisiones acumuladas totales desde el inicio de la Revolución Industrial. Considere también las emisiones por persona y por país. Incluya qué países son los más vulnerables a los impactos negativos del cambio climático y los cambios ambientales asociados, así como las repercusiones que esto tiene para la justicia climática.	1.1, 1.3, NS.a, NS.b, NS.c
--	----------------------------

Actividades posibles

- Crear una presentación o una exposición para el colegio con el objetivo de concienciar sobre el problema del cambio climático.
- Participar en actos de acción sobre el clima.
- Tomar parte en un grupo de acción ciudadana o en un parlamento juvenil para elaborar políticas que conciernen al cambio climático.
- Hacer una bufanda con franjas de colores del clima ("Tejer las rayas del clima") basadas en los diagramas desarrollados por el Profesor Ed Hawkins de la Universidad de Reading en 2018.

6.3 Cambio climático: mitigación y adaptación

Pregunta de orientación

- ¿Cómo pueden abordar las sociedades humanas las causas y consecuencias del cambio climático?

NM y NS

6.3.1 Para evitar el riesgo de un cambio climático catastrófico, se requieren acciones globales en lugar de medidas adoptadas únicamente por determinados estados.

Considere el concepto de soberanía estatal y la consiguiente necesidad de cooperación internacional mediante negociaciones, protocolos, convenciones y tratados. Incluya la toma de conciencia sobre diversos tratados de las Naciones Unidas y los protocolos que abordan el cambio climático. Incluya la posibilidad de sanciones como los impuestos sobre emisiones de carbono transfronterizos.	1.1, 1.3, NS.a, NS.b, NS.c
---	----------------------------

6.3.2 Una descarbonización de la economía implica reducir o poner fin al uso de fuentes de energía que den lugar a emisiones de CO₂ y su sustitución por fuentes de energías renovables.

Incluya el concepto de neutralidad de carbono y las diversas fechas que los estados han fijado para lograr esta.	1.3, NS.b
--	-----------

6.3.3 Diversas estrategias de mitigación tienen por objetivo abordar el cambio climático.

Hay tres categorías principales de estrategias de mitigación.	1.1, 1.3, 5.2, NS.a, NS.b, NS.c
• Reducir el proceso del calentamiento global: por ejemplo, de la toma de decisiones domésticas a intervenciones de geoingeniería a gran escala. • Reducir la producción de gases de efecto invernadero: por ejemplo, medidas de eficiencia energética, energía renovable, cambios en la selección de alimentos, cambios en la agricultura, impuestos sobre emisiones de carbono. • Retirar CO₂ de la atmósfera: por ejemplo, por medio de sumideros de carbono, resilvestración, reforestación y captura y almacenamiento de carbono.	
Considere, al menos, dos ejemplos de cada categoría.	

6.3.4 Las estrategias de adaptación tienen como objetivo reducir los efectos adversos del cambio climático y maximizar todas las consecuencias positivas.

Hay dos categorías principales de estrategias de adaptación.	1.3, NS.a, NS.b, NS.c
1. Adaptaciones estructurales: entre los ejemplos se incluyen defensas contra inundaciones, plantas desalinizadoras e infraestructuras móviles 2. Cambios no estructurales: entre los ejemplos se incluyen la adaptación de prácticas agrícolas (como por ejemplo cultivos resistentes a la sequía), la vacunación para nuevas enfermedades, la zonificación del uso del suelo y cambios en los códigos de construcción.	
Considere, al menos, dos ejemplos de cada categoría.	
Aplicación de habilidades: crear encuestas para investigar las actitudes frente a una solución propuesta en el colegio o la comunidad para mitigar el cambio climático.	

6.3.5 Las personas y las sociedades están desarrollando planes de adaptación a diversas escalas, como por ejemplo los Programas Nacionales de Acción para la Adaptación (NAPA) y los planes de resiliencia y adaptación.

El Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo proporciona un proceso mediante el cual los países en vías de desarrollo pueden obtener asistencia para desarrollar actividades con prioridad local para abordar las consecuencias inminentes del cambio climático.	1.1, 1.3, NS.a, NS.b, NS.c
---	----------------------------

Solo NS

6.3.6 Las respuestas al cambio climático pueden ser lideradas por los gobiernos o por una serie de partes interesadas no gubernamentales. Las respuestas pueden incluir medidas económicas, legislación, compromisos de establecimiento de objetivos y cambios en la vida personal.	
Las medidas económicas incluyen poner precio al carbono, comercio de derechos de emisión y empleo de subvenciones y aranceles. Dentro de la legislación se incluyen las leyes específicas de los distintos países para reducir las emisiones de carbono. La fijación de objetivos incluye mecanismos como la marca B Corp para empresas sostenibles y los objetivos de las compañías para reducir las emisiones de carbono y el cambio a las fuentes de energías renovables. Los cambios de vida personal pueden incluir reducir la producción de residuos, el consumo de carne o el consumo de energía. Considere un ejemplo para cada una de estas categorías: económica, legislativa e industria y sus impactos.	1.1, NS.a, NS.b, NS.c
Aplicación de habilidades: investigar las políticas de mitigación y adaptación del gobierno regional o nacional.	

6.3.7 Las Naciones Unidas han desempeñado un papel clave para la formulación de estrategias globales con el fin de abordar el cambio climático.	
Estas han sido lideradas en gran medida por la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) a través del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) y posteriores cumbres de la Conferencia de las Partes (COP). La función de la CMNUCC es estabilizar las concentraciones de gases de efecto invernadero en un nivel que impida la interferencia con el sistema climático. Considere los resultados de la cumbre de la COP más reciente. La Enmienda de Kigali se utilizó para controlar los hidroclorofluorocarbonos (HCFC) permitidos por el Protocolo de Montreal, pero que posteriormente resultaron ser emisiones de GEI.	1.1, NS.a

6.3.8 El Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) ha propuesto diversas situaciones de posibles emisiones, con los objetivos de reducir el riesgo de un cambio climático catastrófico.	
El IPCC cuenta con cinco supuestos posibles para las futuras emisiones de gases de efecto invernadero. Hay incertidumbre sobre cómo podrían cambiar las emisiones por países, conduciendo a los cinco supuestos posibles en el modelo del IPCC.	1.3, 2.3, NS.a
Aplicación de habilidades: investigar gráficos de los supuestos contemplados por el IPCC y sus implicaciones.	

6.3.9 Se está desarrollando y aplicando tecnología para ayudar a mitigar el cambio climático.	
Las tecnologías integradas socialmente incluyen las empleadas en ciudades inteligentes, como aplicaciones de teléfonos móviles o sensores que permiten a los ciudadanos escoger el centro de reciclaje o la estación de carga eléctrica para vehículos más próxima. Hay industrias apoyadas por centros de investigación y desarrollo de universidades que están desarrollando tecnología más eficiente para reducir o eliminar las emisiones de carbono. Considere la puesta	1.1, 1.3, NS.b

en práctica de una tecnología ideada para mitigar el cambio climático en una sociedad concreta.	
---	--

6.3.10 Existen retos todavía por superar en la aplicación de estrategias de gestión e intervención climáticas.

Incluya los retos y barreras siguientes: • Falta de convencimiento de que el cambio climático es un problema grave • Falta de recursos financieros o de estrategias de planificación por parte de los gobiernos nacionales • Falta de liderazgo entre diversos grupos de interés; por ejemplo, personas individuales, ONG, líderes políticos o compañías multinacionales • Desigualdades internacionales; por ejemplo, unas economías sacan provecho de los combustibles fósiles y otras no, o sociedades de países con bajos ingresos y de países con altos ingresos • Las diferencias de perspectiva entre los más jóvenes y los más mayores, o entre las comunidades costeras o con baja altitud y las comunidades de interior o de tierras altas	1.1, 1.3, NS.a, NS.b, NS.c
---	----------------------------

6.3.11 La geoingeniería es una estrategia de mitigación para el cambio climático que trata el síntoma pero no la causa.

La geoingeniería es una intervención deliberada y a gran escala en el sistema climático de la Tierra que incluye, entre otras, medidas como espejos espaciales, fertilización de los océanos, aerosoles estratosféricos, siembra de nubes y combustión de biomasa con captura y almacenamiento de carbono. No obstante, tiene inconvenientes tales como los costos potencialmente altos, la incertidumbre de sus efectos, la indecisión política, falta de ensayos convincentes y el potencial de conflictos geopolíticos. Considere argumentos a favor y en contra de las posibilidades de la geoingeniería.	1.1, 1.3, NS.a, NS.b, NS.c
---	----------------------------

6.3.12 Diversos grupos de interés desempeñan un papel importante para cambiar las perspectivas sobre el cambio climático.

Considere cómo diversos grupos de interés pueden influir en las perspectivas de las personas sobre el cambio climático. Por ejemplo, los grupos de interés pueden incluir una persona carismática, un grupo de una comunidad local, ONG, medios de comunicación e instituciones educativas.	1.1, NS.c
---	-----------

6.3.13 Las perspectivas sobre la necesidad, el sentido práctico y la urgencia de la acción sobre el cambio climático diferirán entre distintas personas y entre distintas sociedades.

Considere las diferencias de perspectiva entre grupos de edad, entre sociedades de países desarrollados o en vías de desarrollo, entre comunidades costeras o de interior, y entre las economías que se benefician de los combustibles fósiles y las que no lo hacen.	1.1, 1.3, NS.b, NS.c
---	----------------------

6.3.14 El concepto de la tragedia de los bienes comunes sugiere que el cambio climático catastrófico es probable, salvo que haya una cooperación internacional a una escala sin precedentes.

La atmósfera es común a todos, pero cuando una nación se beneficia de una acción que daña a la atmósfera (por ejemplo, mediante la quema de combustibles fósiles), los costos los comparten todas las naciones y sus ecosistemas. La situación contraria también resulta cierta: los costos de restaurar la atmósfera (por ejemplo, mediante la captura y almacenamiento de	1.1, 1.3, NS.a, NS.b, NS.c
---	----------------------------

carbono) podrían correr a cargo de una sola nación, pero todas las naciones se verían beneficiadas de ello.

Actividades posibles

- Crear pósteres informativos para el colegio acerca de comportamientos personales que podrían adoptarse para mitigar el cambio climático.
- Formar un consejo de estudiantes sobre cambio climático.
- Trabajar con grupos de todo el mundo involucrados en la economía rosquilla y poner en práctica un plan para el colegio.
- Crear un canal de redes sociales para informar a otras personas sobre el cambio de comportamiento para actuar sobre el cambio climático.
- Visitar un lugar de producción de energía local o la sede de un proyecto de compensación de emisiones de carbono.

6.4 Ozono estratosférico

Preguntas de orientación

- ¿Cómo se mantiene el equilibrio de la capa de ozono?
- ¿Cómo alteran las actividades humanas dicho equilibrio?

NM y NS

6.4.1 El sol emite radiación electromagnética en un rango de diferentes longitudes de onda, desde las ondas de radio de baja frecuencia hasta la radiación gamma de alta frecuencia.

Considere la radiación infrarroja, la luz visible y la radiación ultravioleta (UV) y la función que estas radiaciones tienen en la biosfera.

6.4.2 Las radiaciones de longitudes de onda más cortas (es decir, la radiación ultravioleta) tienen frecuencias más altas y, por consiguiente, más energía, por lo que suponen un mayor peligro para la vida.

Las radiaciones UVA, UVB y UVC provocan daños a los organismos. El ozono estratosférico protege la Tierra al absorber toda la radiación ultravioleta C (UVC) incidente, que es la que tiene la longitud de onda más corta, y la mayoría de los rayos de radiación ultravioleta B (UVB).

6.4.3 El ozono estratosférico absorbe la radiación ultravioleta (UV) del sol, reduciendo así la cantidad que alcanza la superficie terrestre y, por tanto, protegiendo a los organismos vivos de sus efectos dañinos.

La radiación ultravioleta es dañina por su elevada energía, especialmente en las longitudes de onda más cortas.

6.4.4 La radiación ultravioleta reduce la fotosíntesis en el fitoplancton y causa daños en el ADN, provocando mutaciones y cáncer. En los seres humanos causa quemaduras solares, envejecimiento prematuro de la piel y cataratas.

Considere datos relacionados con los efectos negativos de la radiación ultravioleta.

2.2

6.4.5 La concentración relativa de moléculas de ozono se ha mantenido constante durante largos períodos de tiempo debido al estado estacionario de equilibrio entre los procesos simultáneos de formación y destrucción del ozono.

No se requiere el uso de símbolos químicos ni de fórmulas o ecuaciones químicas relativas al equilibrio del ozono.	1.2, 2.2
--	----------

6.4.6 Las sustancias que reducen la capa de ozono destruyen las moléculas de ozono, intensificando el proceso de descomposición natural del ozono.

Cuando los ritmos de formación y desaparición del ozono son desiguales, el equilibrio se inclinará hacia el incremento de la formación o de la destrucción del ozono. La disminución del ozono no es una causa del calentamiento global. Solo NS: Se requieren las ecuaciones químicas relacionadas con la formación y destrucción del ozono.	1.2
---	-----

6.4.7 La disminución del ozono permite que alcancen la superficie terrestre unas cantidades mayores de radiación UVB, lo que tiene su impacto sobre los ecosistemas y en la salud humana.

La disminución del ozono ha afectado a la estratosfera en toda la Tierra. En los polos, aparecen "agujeros" de ozono con un mayor grado de eliminación de ozono cada primavera, debido a los efectos de las sustancias que reducen la capa de ozono y a los patrones meteorológicos atmosféricos estacionales.	2.2
--	-----

6.4.8 El Protocolo de Montreal es un tratado internacional que regula la producción, el comercio y el uso de clorofluorocarbonos (CFC) y otras sustancias que reducen la capa de ozono. Este se considera el ejemplo de mayor éxito de la cooperación internacional en la gestión e intervención para resolver un problema ambiental significativo.

Considere por qué ha sido un éxito el Protocolo de Montreal a la hora de revertir la disminución del ozono estratosférico y posibilitar aplicaciones en otras áreas en las que resulta necesaria la cooperación internacional.	NS.a
--	------

6.4.9 Las acciones llevadas a cabo en respuesta al Protocolo de Montreal han evitado que se traspasara el límite planetario de la disminución del ozono estratosférico.

Considere datos relacionados con el agujero de ozono a lo largo del tiempo como evidencia a esta conclusión.	1.3, NS.a
--	-----------

Solo NS

6.4.10 Las sustancias que reducen la capa de ozono liberan a la estratosfera halógenos como el cloro y el flúor, los cuales descomponen el ozono.

Se han estado produciendo y liberando a la atmósfera CFC y otras sustancias, en particular compuestos de carbono que se descomponen para liberar flúor y cloro, altamente reactivos.

6.4.11 La disminución del ozono estratosférico en los polos se produce en primavera debido a unas condiciones atmosféricas y químicas únicas en la estratosfera polar.

Las condiciones atmosféricas y químicas que contribuyen a ello incluyen la existencia de aerosoles volcánicos y nubes atmosféricas polares, así como a la presencia de "superficies activas" en la estratosfera polar sobre las que pueden potenciarse las reacciones de destrucción del ozono.	1.2
---	-----

6.4.12 Los hidrofluorocarbonos (HFC) se desarrollaron para reemplazar a los clorofluorocarbonos (CFC), ya que tienen un uso similar y causan una disminución del ozono mucho menor, pero son

potentes GEI. La Enmienda de Kigali al Protocolo de Montreal ha permitido desde entonces el control de estos.

Los CFC y HFC se han utilizado en aerosoles y como refrigerantes en sistemas de aire acondicionado y refrigeradores. Si no se recuperan cuidadosamente de los equipos y electrodomésticos desechados, estos se fugan a la atmósfera.

6.4.13 Las unidades de aire acondicionado son equipos que consumen mucha energía, contribuyen a generar emisiones de GEI y tradicionalmente han contenido sustancias que reducen la capa de ozono.

Incluya el desarrollo de refrigerantes distintos y alternativas tales como la mejora del diseño de los edificios y la inclusión de zonas verdes y prácticas de resilvestración en las ciudades.	1.1, 6.2, 8.3, NS.b
---	---------------------

Aplicación de habilidades: revisar las alternativas a los sistemas de aire acondicionado. Utilizar bases de datos para obtener datos sobre el uso de los equipos de aire acondicionado en distintas sociedades y presentar estos datos gráficamente, tomando en consideración las razones de las diferencias per cápita.

Actividades posibles

- Discutir en qué grado el Protocolo de Montreal marca un precedente acerca de cómo pueden abordarse problemas ambientales a escala global.
- Presentar al equipo directivo del colegio los hallazgos sobre las alternativas al aire acondicionado.
- Elaborar información sobre la protección frente a la radiación ultravioleta durante los períodos del año con mayor riesgo.

Tema 7: Recursos naturales

7.1 Recursos naturales: usos y gestión

Preguntas de orientación

- ¿Cómo repercute la renovabilidad del capital natural en su uso sostenible?
- ¿Cómo pueden conciliar las sociedades perspectivas opuestas sobre el uso de los recursos naturales?
- ¿En qué medida pueden las sociedades humanas emplear los recursos naturales de forma sostenible?

NM y NS

7.1.1 Los recursos naturales son las materias primas y las fuentes de energía utilizadas y consumidas por la sociedad.

Estos incluyen la luz solar, el aire, el agua, la tierra, las rocas, los ecosistemas y los seres vivos.

7.1.2 El capital natural es el conjunto de recursos naturales disponibles en la Tierra.

Considere ejemplos locales de tres tipos de capital natural.	1.3, NS.b, NS.c
--	-----------------

7.1.3 El capital natural proporciona ingresos naturales en lo relativo a bienes y servicios.

Algunos ejemplos de bienes de ingresos naturales son el pescado o la madera. Entre los servicios de ingresos naturales cabe citar la regulación del clima y la prevención de inundaciones.	1.1, 1.3, NS.a, NS.b, NS.c
--	----------------------------

7.1.4 Los términos “capital natural” e “ingresos naturales” implican una perspectiva particular sobre la naturaleza.

Considere las implicaciones de contemplar la naturaleza como algo compuesto por capital, servicios y recursos naturales. Esta percepción podría asociarse a la polémica perspectiva filosófica de que la naturaleza está ahí para que los seres humanos la exploten (un antropocentrismo más extremo). Sin embargo, sirve muy eficazmente como modelo para un uso sostenible de los recursos.	1.1, 1.2, 1.3, NS.a, NS.b, NS.c
---	---------------------------------

7.1.5 Los ecosistemas proporcionan servicios ecosistémicos que mantienen la vida.

Incluya el reabastecimiento de agua, la protección frente a inundaciones y a la erosión, mitigación de la contaminación (por ejemplo, zonas de amortiguamiento en sistemas de depuración de agua con juncos para eliminar los nutrientes inorgánicos) y la captura o secuestro de carbono. Estos servicios ecosistémicos mantienen a todos los seres vivos, incluyendo a los seres humanos.	1.2, 1.3, NS.a, NS.b, NS.c
---	----------------------------

7.1.6 Todos los recursos son limitados. Los recursos se pueden clasificar como renovables o no renovables.

Los recursos renovables se pueden regenerar o reemplazar al mismo ritmo que se utilizan, ya sea mediante crecimiento natural o reproducción (por ejemplo, alimentos, cultivos o madera), o mediante otros procesos recurrentes (por ejemplo, agua dulce u ozono). Si se emplean recursos renovables más allá de su tasa de regeneración, su uso se vuelve insostenible y se convierten en recursos no renovables.	1.1, 1.3, NS.a, NS.b, NS.c
--	----------------------------

7.1.7 El capital natural tiene valores estéticos, culturales, económicos, ambientales, para la salud, intrínsecos, sociales, espirituales y tecnológicos. El valor del capital natural se ve influido por dichos factores.

Considere la distinción entre cada uno de estos tipos de valor y dé un ejemplo.	1.1, NS.b, NS.c
Aplicación de habilidades: crear una encuesta para investigar el valor que las personas de la comunidad escolar otorgan a diferentes servicios ecosistémicos.	

7.1.8 El valor del capital natural es dinámico en cuanto a que puede cambiar a lo largo del tiempo.

Incluya diversas razones tanto para los aumentos como las disminuciones de dicho valor, junto con dos ejemplos concretos de su variación a lo largo del tiempo. Considere, por ejemplo, el carbón, el litio, el cobalto, el aceite de ballena o el corcho.	1.1, 1.3, NS.b, NS.c
--	----------------------

7.1.9 Es preciso gestionar el uso del capital natural para garantizar la sostenibilidad.

El bienestar a largo plazo de los ecosistemas y de los seres humanos depende de que no se empleen los recursos a un ritmo más rápido de lo que se pueden regenerar y de que no se liberen productos de desecho más rápidamente de lo que se pueden transformar. Incluya ejemplos que ilustren cómo podrían resultar dañados los ecosistemas y las sociedades por una extracción excesiva de los recursos y por la liberación de productos de desecho contaminantes.	1.1, 1.2, 1.3, NS.a, NS.b, NS.c
---	---------------------------------

7.1.10 La seguridad de los recursos depende de la capacidad de las sociedades para garantizar una disponibilidad a largo plazo de unos recursos naturales suficientes para satisfacer la demanda.

Considere la medida en que se ha logrado la seguridad de los recursos en dos sociedades concretas de características opuestas en lo que respecta a los alimentos o el agua.	1.2, 1.3, 4.2, 5.2,
---	---------------------

	7.2, 8.2, 8.3, NS.b
--	------------------------

7.1.11 Las decisiones que toma una sociedad para usar unos recursos naturales determinados se ven afectadas por múltiples factores y reflejan diversas perspectivas.

Entre los factores que afectan a tales decisiones se pueden incluir factores económicos, socioculturales, políticos, ambientales, geográficos, tecnológicos e históricos. Los acuerdos internacionales para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero con el objetivo de lograr unas emisiones netas cero modifican la prioridad de dichas decisiones. Considere los factores que afectan a la elección local de un recurso natural concreto.	1.1, 1.2, NS.a, NS.b, NS.c
--	-------------------------------------

Solo NS

7.1.12 Se pueden emplear diversas estrategias de gestión e intervención para influir directamente en el uso que hace la sociedad del capital natural.

La gestión del gobierno podría incluir planes de acción nacionales para los objetivos de desarrollo sostenible.	NS.a, NS.b
La intervención gubernamental podría incluir estrategias para reducir o detener el uso de determinados bienes y servicios del capital natural, como impuestos, multas y legislación. Por ejemplo, aumentar el precio de los combustibles fósiles y poner restricciones a las emisiones de carbono.	
La intervención gubernamental podría fomentar el uso de determinados bienes y servicios del capital natural mediante subvenciones, legislación, campañas publicitarias, investigación y educación.	
Por ejemplo, fabricación de hormigón que almacene dióxido de carbono, turbinas eólicas reciclables o una producción biológica de amoníaco que sustituya al proceso de Haber.	
Las ONG, las comunidades locales y los movimientos sociales pueden influir en la sociedad por medio de campañas, redes sociales o acciones como el reciclaje.	

7.1.13 Los objetivos de desarrollo sostenible de la ONU proporcionan un marco para la acción por parte de todos los países en una asociación global en favor de la gestión y del uso de los recursos naturales.

Considere dos ejemplos pertinentes relacionados con la gestión sostenible de los recursos. No se requieren conocimientos en detalle de cada objetivo.	1.1, 1.2, 1.3, NS.a, NS.b, NS.c
---	--

7.1.14 La gestión sostenible de los recursos en proyectos de desarrollo se aborda en una evaluación de impacto ambiental (EIA).

Una EIA evalúa los impactos ambientales, sociales y económicos y la sostenibilidad de un proyecto de desarrollo por medio de unos estudios detallados independientes, seguidos por unas auditorías y una supervisión continuada tras completarse el proyecto.	1.1, 1.2, 1.3, NS.a, NS.b
---	---------------------------------

7.1.15 Los distintos países y regiones siguen diferentes directrices con respecto al uso de evaluaciones de impacto ambiental.

Los estudios de línea de base se suelen emplear para predecir y evaluar los posibles impactos de un proyecto y sugerir estrategias de mitigación para paliar o evitar daños ambientales.	1.3, NS.a, NS.b, NS.c
--	-----------------------------

Considere diversos parámetros apropiados que podría abordar una EIA para un proyecto determinado. No es preciso explorar en profundidad una determinada EIA.	
--	--

7.1.16 Hacer públicas las evaluaciones de impacto ambiental permite a los ciudadanos locales tener un papel como partes interesadas en la toma de decisiones.

Considere las ventajas relativas de implicar a todas las partes interesadas en la toma de decisiones concerniente a proyectos de desarrollo.	1.1, 1.3, NS.a, NS.c
--	----------------------------

7.1.17 Aunque un recurso dado puede ser renovable, puede que los medios asociados para su extracción, recolección, transporte y procesamiento no sean sostenibles.

Considere un ejemplo de extracción, recolección, transporte y procesamiento no sostenible; por ejemplo, madera, pesca o energía hidroeléctrica.	1.2, 1.3, NS.b
---	-------------------

7.1.18 Los intereses económicos a menudo favorecen las respuestas a corto plazo en la producción y el consumo, lo cual socava la sostenibilidad a largo plazo.

Considere un ejemplo de recursos que se hayan visto reducidos o agotados por un consumo excesivo, como por ejemplo ballenas, poblaciones de peces o bosques.	1.2, 1.3, NS.b
--	-------------------

7.1.19 La inseguridad de los recursos naturales dificulta el desarrollo socioeconómico y puede conducir a una degradación ambiental y a tensiones y conflictos geopolíticos.

La dinámica del poder geopolítico cambia si el uso de recursos cambia. La producción de petróleo se concentra en los países miembros de la Organización de Países Exportadores de Petróleo (OPEP). La mayor parte de la extracción minera de minerales, como el litio, el cobalto y los elementos de las tierras raras (para su uso, por ejemplo, en baterías y teléfonos móviles) se concentra en Australia, China, Chile y la República Democrática del Congo. Casi todo el procesamiento de dichos minerales tiene lugar en China. Considere un ejemplo en el que la inseguridad de los recursos puede haber obstaculizado el desarrollo, causado daños al medio ambiente o provocado conflictos y problemas geopolíticos.	1.2, 1.3, NS.b, NS.c
---	----------------------------

7.1.20 La seguridad de recursos se puede lograr reduciendo la demanda, aumentando el suministro o adoptando un cambio de tecnologías.

La demanda se puede reducir aumentando la eficiencia en el uso o en base a medidas de conservación. La dependencia de los recursos importados se puede reducir mediante cambios tecnológicos. Considere un ejemplo de aumento de la seguridad de recursos para cada uno de los recursos siguientes: alimentos, agua y energía.	1.2, 1.3, NS.b
--	-------------------

7.1.21 La globalización económica puede aumentar el abastecimiento, haciendo que los países sean cada vez más interdependientes, pero puede reducir la seguridad nacional de los recursos.

Proporcionar ejemplos en diferentes contextos, incluyendo ejemplos concernientes a los alimentos, al agua y a la energía.	1.2, 1.3, NS.b
Aplicación de habilidades: usar fuentes de datos secundarios, como por ejemplo Gapminder, Our World in Data y el Banco Mundial, para investigar el uso de un recurso concreto (por ejemplo: acero, hormigón o fertilizantes inorgánicos) por parte de dos sociedades diferentes. Utilizar gráficos y pruebas estadísticas para mostrar los resultados.	

Actividades posibles

- Estudiar un ejemplo de una Evaluación de Impacto Ambiental (NS), como la historia de Nauru y el agotamiento de los recursos.
- Investigar y promover los servicios ecológicos proporcionados por los ecosistemas locales o regionales, como por ejemplo la provisión de agua y la estabilidad del suelo.
- Investigar la sostenibilidad de la producción local de alimentos.
- Participar en eventos de ciencia ciudadana, como por ejemplo los disponibles en Zooniverse, el Proyecto Noah o Scistarter.
- Involucrarse en un objetivo de desarrollo sostenible y diseñar un proyecto con el objetivo de concienciar acerca de las soluciones disponibles en relación con dicho ODS.
- Promover la producción de energía renovable en el colegio con el fin de incrementar la seguridad energética en este.

7.2 Fuentes de energía: usos y gestión

Preguntas de orientación

- ¿Hasta qué punto puede ser equitativo el consumo de energía en todo el mundo?
- ¿Cómo puede ser sostenible la producción de energía?

NM y NS

7.2.1 Las fuentes de energía renovables y no renovables.

Las fuentes de energía renovables incluyen: energía solar, eólica, mareomotriz, dendroenergía, geotérmica e hidroeléctrica. Las fuentes de energía no renovables incluyen: energía nuclear y combustibles fósiles. La mayor parte de la energía liberada por dichas fuentes se convierte en electricidad.

7.2.2 El consumo de energía global está aumentando por el incremento de la población y de la demanda per cápita.

A nivel global, la mayor parte de la energía la proporcionan los combustibles fósiles, si bien va aumentando la energía suministrada por las energías renovables. La función de los combustibles fósiles para mantener las industrias del acero, hormigón y fertilizantes sintéticos sugiere que la dependencia de estos probablemente continuará durante bastante tiempo en el futuro. El modo en que el suministro de energía puede satisfacer una demanda cada vez mayor es un desafío que hay que afrontar cambiando los recursos de producción de energía y reduciendo el consumo. Considere los cambios a nivel global y local, y las razones para dichos cambios.

1.2, 1.3,
NS.b,
NS.c

7.2.3 La sostenibilidad de las fuentes de energía varía de forma significativa.

Considere la sostenibilidad relativa de los combustibles fósiles, los elementos de las tierras raras, la energía nuclear, la solar y otra fuente renovable.

El uso de tanto las fuentes de energía renovables como las no renovables tienen un costo ambiental que incluye la restauración ambiental.

Los ejemplos de fuentes no renovables incluyen la extracción de combustibles fósiles, el refinado de petróleo crudo, la licuefacción de gas natural y la extracción minera de uranio.

Ejemplos de dispositivos para utilizar fuentes de energía renovables son las turbinas eólicas, los paneles solares y las presas mareomotrices; existen dificultades relacionadas con la construcción, el transporte, y el reciclaje, y con la gestión al final de su vida útil.

1.2, 1.3,
NS.b

7.2.4 Diversos factores afectarán a las opciones energéticas elegidas por un país.

Considere las ventajas y los inconvenientes de las fuentes de energía que pueden influir en las opciones energéticas elegidas por dos países concretos muy diferentes. Incluya cuestiones relativas a: sostenibilidad, costo económico, contaminación, eficiencia energética, disponibilidad y seguridad energética.	1.1, 1.2, 1.3, NS.b, NS.c
--	---------------------------

7.2.5 La producción de energía intermitente obtenida de algunos fuentes renovables crea la necesidad de sistemas de almacenamiento de energía.

Por ejemplo, la energía eólica requiere que sople el viento, y eso es intermitente. Entre las soluciones para “atenuar los picos” (nivelar los picos producidos durante la demanda) con el fin de garantizar que el suministro satisfaga la demanda se incluyen: baterías, almacenamiento hidroeléctrico por bombeo, pilas de combustible y almacenamiento térmico. Considere un ejemplo de soluciones de almacenamiento.	1.2, 1.3
---	----------

7.2.6 La conservación de energía y la eficiencia energética pueden permitir a un país depender menos de la importación de un recurso.

La conservación de energía está cambiando nuestros comportamientos para reducir el consumo de energía. Entre los ejemplos, se incluyen: apagar las luces, reducir el uso de la calefacción o del aire acondicionado y viajar menos en vehículos propulsados por combustibles. También consiste en emplear tecnologías con eficiencia energética mejorada, como por ejemplo, diseñar viviendas que conserven o disipen el calor, sistemas de alumbrado inteligentes de bajo consumo de energía, diseño de barcos con velas o diseño de mercancías fáciles de reciclar (economía circular). Considere la eficacia de dos ejemplos de conservación de energía o de eficiencia energética.	1.2
--	-----

Solo NS

7.2.7 La seguridad energética para un país implica tener acceso a fuentes de energía asequibles y fiables.

Mediante diversas medidas de eficiencia energética, disminución de la dependencia de suministros de energía importados y diversificación de las fuentes, un país puede mejorar su seguridad energética.	1.2, 1.3, NS.b
Aplicación de habilidades: investigar representaciones gráficas sobre cómo cambia el uso de las fuentes de energía a lo largo del tiempo, tanto a nivel global como por países. Comparar estos cambios y sus impactos. Investigar fuentes de datos secundarios, como por ejemplo Gapminder, Our World in Data y el Banco Mundial, para comparar los tipos y cantidades de energía empleados por distintas sociedades. Utilizar gráficos y pruebas estadísticas para mostrar los resultados.	

7.2.8 La economía global depende en gran medida de unas reservas finitas de combustibles fósiles como fuentes de energía; estos incluyen el carbón, el petróleo y el gas natural.

Considere los factores que influyen en los plazos para el agotamiento final de dichos combustibles, como por ejemplo, el ritmo de consumo, el descubrimiento de nuevos depósitos, los avances tecnológicos para la extracción, incremento en el uso de energías renovables o de la energía nuclear.	1.2, 1.3, NS.b
---	----------------

7.2.9 La energía nuclear es un medio de producción de electricidad no renovable y con bajas emisiones de carbono.

La mayoría de las centrales nucleares obtienen energía por reacciones de fisión del uranio o del plutonio. Aunque los costos de construcción son altos, una vez construidas las centrales	1.2, 1.3, NS.c
---	----------------

nucleares producen energía de forma constante, a un costo bajo y con bajas emisiones de carbono. Los inconvenientes son que la extracción minera de uranio tiene efectos negativos, la contaminación térmica de las centrales modifica la química del agua, existe un riesgo de accidentes nucleares y se producen residuos radiactivos. Estos residuos se confinan y almacenan de forma indefinida en contenedores especiales que blindan al medio ambiente de la radiación.

7.2.10 El almacenamiento en baterías es necesario a gran escala para satisfacer los requisitos globales de reducción de emisiones de carbono, pero requiere actividades de extracción minera, transporte, procesamiento y construcción, todo lo cual genera emisiones de carbono y contaminación, y provoca tensiones sociopolíticas.

Los elementos principales y óxidos necesarios para producir baterías eficaces son el litio, el cobalto y los elementos de tierras raras. Su extracción minera y procesamiento genera toxinas y contaminación, tanto en la tierra como en los océanos, y se han producido accidentes en presas de residuos mineros. La distribución de dichos elementos se concentra en determinados países, pero la demanda es global, lo que provoca consecuencias imprevistas, como conflictos geopolíticos. Considere el uso de uno de estos elementos en las baterías.

Actividades posibles

- Evaluar el uso de la energía y considerar si debería reducirse a nivel individual, en el colegio y en la comunidad local. Considere cómo podría tener lugar dicha reducción.
- Llevar a cabo una encuesta en el colegio o utilice cuestionarios para ver si se puede reducir el uso de la energía.
- Considerar las perspectivas personales sobre el uso de la energía nuclear, en relación con los sistemas de valores ambientales personales.

7.3 Residuos sólidos

Pregunta de orientación

- ¿Cómo pueden gestionar las sociedades los residuos de forma sostenible?

NM y NS

7.3.1 El uso de recursos naturales genera residuos que se pueden clasificar por la fuente o el tipo.

Incluya entre las fuentes los residuos domésticos, industriales y agrícolas, y entre los tipos los residuos eléctricos y electrónicos, los alimentos y los materiales biológicos peligrosos.

7.3.2 Los residuos sólidos urbanos normalmente tienen un contenido diverso.

Incluya: papel, cartón, vidrio, metal, plásticos, restos orgánicos (cocina y jardín), material de embalaje, escombros y ropa.

7.3.3 El volumen y la composición de los residuos varía a lo largo del tiempo y entre sociedades, debido a factores socioeconómicos, políticos, ambientales y tecnológicos.

Incluya ejemplos de factores socioeconómicos, políticos, ambientales y tecnológicos que afectan al volumen y a la composición de los residuos.

1.2, 1.3,
NS.a,
NS.b,
NS.c

7.3.4 La producción, el tratamiento y la gestión de residuos tiene impactos ambientales y sociales que pueden experimentarse en una ubicación diferente de aquella en la que se generaron los residuos.

Algunos residuos se transportan a largas distancias, normalmente desde países con altos ingresos a otros con bajos ingresos, e implica una potencial injusticia ambiental.	1.3
--	-----

7.3.5 Los ecosistemas pueden absorber algunos residuos, pero la contaminación se produce cuando se añaden sustancias nocivas a un entorno a un ritmo más rápido del que se pueden degradar o transformar en sustancias inocuas.

La capacidad de los ecosistemas para procesar los residuos depende de factores como la biodegradabilidad de las sustancias (la rapidez con que las descomponen los procesos biológicos) y su semivida (el tiempo que tarda la mitad de una sustancia en descomponerse o perder su actividad). Los contaminantes persistentes con semividas largas o baja biodegradabilidad se acumulan y pueden causar daños ambientales a largo plazo.	1.2
---	-----

7.3.6 Las estrategias de prevención para la gestión de los residuos son más sostenibles que las estrategias de restauración.

Entre las estrategias de prevención se incluyen: alteración del comportamiento humano (por ejemplo, reducción del consumo) o control del vertido de contaminantes (por ejemplo, eliminación de residuos).	1.1, 1.2, 1.3
Entre las estrategias de restauración se incluyen: limpieza y restauración de sistemas dañados (por ejemplo, intentos de restaurar las manchas de basura en los océanos).	
La reducción en el consumo de mercancías y, por consiguiente, también en la producción de residuos es la opción más sostenible.	

7.3.7 Las diferentes opciones de eliminación de residuos tienen distintas ventajas e inconvenientes en lo que respecta a su impacto sobre las sociedades y los ecosistemas.

Considere las ventajas y los inconvenientes relativos de: vertederos, incineración, uso de residuos para obtener energía, exportación de residuos, reciclaje y compostado.	1.3
--	-----

7.3.8 Las sociedades pueden promover opciones sostenibles para la gestión de residuos sólidos urbanos.

Las estrategias para promover una gestión más sostenible incluyen: impuestos, incentivos fiscales, políticas sociales, legislación, educación, campañas y un mejor acceso a instalaciones de eliminación de residuos.	1.3, NS.a, NS.b, NS.c
---	-----------------------

7.3.9 Los principios de una economía circular proporcionan una perspectiva holística sobre la gestión sostenible de los residuos.

Incluya un ejemplo, junto con la trayectoria seguida por un recurso, desde la fabricación hasta las estrategias apropiadas de recuperación del producto.	1.2, 1.3, NS.b
--	----------------

Actividades posibles

- Visitar el centro local de reciclaje y aprender cómo se manipulan los residuos localmente.
- Averiguar qué ocurre con los residuos en la sociedad local: en qué grado se reciclan, reutilizan, reelaboran, llegan a un vertedero o a una planta incineradora, o si se envían a otro país.
- Evaluar la gestión de los residuos en el colegio y promover formas de reducir o reutilizar los residuos.
- Concienciar sobre las opciones de la economía circular en la comunidad.

- Participar en un “Café de reparación” u organizar una objetoteca o “Biblioteca de cosas”.

Tema 8: Poblaciones humanas y sistemas urbanos

8.1 Poblaciones humanas

Preguntas de orientación

- ¿Cómo se puede medir y comparar la dinámica de las poblaciones humanas?
- ¿En qué medida puede predecirse con precisión el crecimiento futuro de la población humana?

NM y NS

8.1.1 Los nacimientos y la inmigración son entradas en una población humana.	
La tasa de natalidad bruta (número de nacidos vivos por cada 1.000 personas en una población al año) y la tasa de inmigración (número de inmigrantes por cada 1.000 habitantes en una población al año) son las medidas cuantitativas de la entrada de población. Las tasas se pueden utilizar a diversas escalas: desde pequeñas áreas urbanas, como una ciudad pequeña, hasta un país, una región o la población global.	2.1
8.1.2 Las muertes y la emigración son salidas de una población humana.	
La tasa de mortalidad bruta (número de muertes por cada 1.000 personas en una población al año) y la tasa de emigración (número de emigrantes por cada 1.000 habitantes en una población al año) son las medidas cuantitativas de la salida de población. Las tasas se pueden utilizar a diversas escalas: desde pequeñas áreas urbanas, como una ciudad pequeña, hasta un país, una región o la población global.	2.1
8.1.3 La dinámica de poblaciones se puede cuantificar y analizar calculando la tasa de fertilidad total, la esperanza de vida, el tiempo de duplicación y el crecimiento natural.	
La tasa de fertilidad total es el promedio de nacimientos por mujer en edad reproductiva. La esperanza de vida es el promedio de años que cabe esperar que viva una persona, normalmente a partir del nacimiento, si no hay cambios en los factores demográficos. El tiempo de duplicación es el número de años que tardaría una población en duplicar su tamaño a la tasa de crecimiento actual; este se puede calcular empleando la regla de 70. Para hacerlo, hay que dividir 70 por la tasa de crecimiento (en porcentaje). El crecimiento natural es la tasa de natalidad menos la tasa de mortalidad, expresado como un número por 1.000 o en porcentaje (la tasa de natalidad menos la tasa de mortalidad, dividido por 10).	1.2, 1.3
Aplicación de habilidades: calcular las tasas de crecimiento natural y los tiempos de duplicación de la población a partir de unos determinados datos.	
8.1.4 La población humana global ha seguido una curva de rápido crecimiento. Para predecir el crecimiento de la población humana global futura se emplean modelos.	
Los modelos de proyección de las Naciones Unidas indican tres situaciones posibles relacionadas con las tasas de fertilidad futuras. Hay incertidumbre sobre cómo podrían cambiar las tasas de fertilidad humanas en el futuro, lo que conduce a los tres escenarios posibles en los modelos.	2.1

8.1.5 Se pueden emplear políticas demográficas y de migración para gestionar directamente las tasas de crecimiento de las poblaciones humanas.

Estas pueden ser antinatalistas o pronatalistas, abordando así directamente las tasas de natalidad, o pueden abordar la inmigración y la emigración. Estas políticas pueden hacer uso de toda una serie de factores culturales, religiosos, económicos, sociales y políticos para alcanzar sus objetivos. Incluya ejemplos concretos.	1.3, NS.a, NS.b, NS.c
---	-----------------------

8.1.6 El crecimiento de la población humana también se puede gestionar indirectamente por medio de políticas económicas, sociales, relativas a la salud o al desarrollo, u otras políticas que influyan en los nacimientos, los fallecimientos o la migración.

Muchas políticas de desarrollo que abordan áreas como, entre otras, la igualdad de género, la educación, mejoras en la sanidad pública y el bienestar afectarán indirectamente a los nacimientos y fallecimientos, y a la migración. Incluya dos ejemplos concretos.	1.1, 1.2, 1.3, NS.a, NS.b, NS.c
--	---------------------------------

8.1.7 La composición de las poblaciones humanas se puede modelizar y comparar utilizando pirámides de población por edades y sexos.

La pirámide se mide con cifras absolutas o en forma de porcentaje de la población total y muestra la proporción de la población de uno u otro sexo en cada grupo de edad.	1.2.14
---	--------

8.1.8 El modelo de transición demográfica describe los niveles cambiantes de nacimientos y fallecimientos en una población humana a través de las diferentes etapas de desarrollo a lo largo del tiempo.

Hay cinco etapas en este modelo: primero desciende la tasa de mortalidad, luego desciende la tasa de natalidad, generando crecimiento exponencial, y después la estabilización de la población y un posible descenso. Considere la relación de pirámides de población por edades y sexos específicas para las etapas apropiadas.	1.2.14
--	--------

Solo NS

8.1.9 Un rápido crecimiento de la población humana ha incrementado la presión ejercida sobre los sistemas de la Tierra.

Incluya las proyecciones para la población humana total a lo largo de los próximos 50 y 100 años, y los factores que pueden alterar dichas proyecciones. El aumento de la presión sobre los sistemas de la Tierra está relacionado con la disparidad de biocapacidades y con el hecho de que se hayan traspasado los límites planetarios y las bases sociales, tal como ilustra el modelo de la economía rosquilla.	1.2, 1.3
---	----------

8.1.10 Las pirámides de población por edades y sexos se pueden emplear para determinar la tasa de dependencia y el ímpetu demográfico.

La tasa de dependencia depende del número de personas en edades definidas como dependientes (menos de 15 años y más de 64 años) y del número de personas en edades consideradas económicamente productivas (de 15 a 64 años) en una población. La tasa de dependencia tiende a ser alta en las poblaciones con una tasa de fecundidad muy alta o muy baja. El ímpetu demográfico es la razón por la que una población seguirá creciendo aunque disminuya la tasa de fecundidad. El ímpetu demográfico se produce porque el crecimiento de la	1.2, 1.3
---	----------

población no está determinado únicamente por el número de hijos por cada mujer, sino también el número de mujeres en edad reproductiva.

8.1.11 Las razones de los patrones y tendencias de la estructura y el crecimiento de la población pueden entenderse utilizando ejemplos de dos países en diferentes etapas del Modelo de transición demográfica.

Considere los patrones y tendencias del pasado (remontándose a 30 años o más), del presente y previstos para el futuro (al menos 30 años). Considere las razones (en base a factores históricos, culturales, religiosos, económicos, sociales y políticos) para los países elegidos.

1.1, 1.2,
1.3, NS.a,
NS.b,
NS.c

8.1.12 Las cuestiones ambientales tales como el cambio climático, la sequía y la degradación del terreno están causando migración ambiental.

La migración como resultado del cambio climático puede deberse a fenómenos que se producen súbitamente, como inundaciones, sequías, incendios forestales y tormentas de mayor intensidad, pero cada vez sucede más como resultado de fenómenos de aparición lenta, como la desertización, la subida del nivel del mar o inundaciones por masas de agua salada.

Incluya un ejemplo de un área en la que la migración se produzca o se haya producido por una cuestión ambiental como, por ejemplo, el aumento de migración de Tuvalu a Nueva Zelanda debido a los impactos del cambio climático en islas, o ciclones repetidos que han causado devastación local y emigración desde Mozambique.

1.2, 1.3,
5.2, 6.2,
NS.a,
NS.c

Aplicación de habilidades: utilizar datos secundarios de fuentes como Gapminder, el Banco Mundial y Our World in Data para probar una hipótesis sobre la relación entre un indicador socioeconómico y un factor demográfico empleando una herramienta estadística adecuada. Utilizar una herramienta en línea para herramientas estadísticas como por ejemplo una de las calculadoras de Social Science Statistics.

Actividades posibles

- Evaluar y debatir cuestiones relativas a la variación de población en el área local o regional.
- Investigar rutas migratorias tradicionales que aún existan, las amenazas que afectan a estas o las soluciones implicadas en el mantenimiento de dichas rutas.
- Hacer un voluntariado en un centro local para personas refugiadas.
- Trabajar con una ONG local que preste ayuda a comunidades indígenas o que comunidades que transitan estacionalmente.
- Ayudar en el trabajo del Alto Comisionado de las Naciones Unidas para los Refugiados (ACNUR).

8.2 Sistemas urbanos y planificación urbanística

Preguntas de orientación

- ¿En qué medida son similares los sistemas urbanos a los ecosistemas naturales?
- ¿De qué modo reinventar los sistemas urbanos puede ayudar a crear un futuro más sostenible?

NM y NS

8.2.1 Las áreas urbanas contienen ecosistemas urbanos.

Los ecosistemas urbanos, como todos los ecosistemas, están constituidos por componentes bióticos (plantas, animales y otras formas de vida) y por componentes abióticos (suelo, agua, aire, clima y topografía).

1.2

8.2.2 Un área urbana es un área urbanizada con una elevada densidad de población, edificios e infraestructuras.

Las áreas urbanas albergan un conjunto denso de edificios habitados por personas, situados unos cerca de otros con fines residenciales, culturales, productivos, comerciales y sociales; las áreas rurales presentan una densidad de población relativamente baja y asentamientos dispersos. Las ciudades, los pueblos y los barrios periféricos o residenciales, se clasifican como áreas urbanas.	5.2
--	-----

8.2.3 Un área urbana funciona como un sistema.

Un sistema urbano es el sistema interconectado de edificios, microclima, transporte, bienes y servicios, electricidad y energía, abastecimiento de agua y alcantarillado para aguas residuales, seres humanos, plantas y animales. En los sistemas urbanos, considere: residuos o contaminación, eficiencia urbana, sostenibilidad y resiliencia.	1.2
Aplicación de habilidades: crear un diagrama de flujo de sistemas que represente un sistema urbano.	

8.2.4 La urbanización es el movimiento de población desde las áreas rurales hacia las urbanas.

La urbanización implica el proceso por el cual el uso de la tierra cambia y pasa a tener más edificaciones y a estar más industrializada y dominada por infraestructuras y asentamientos humanos permanentes y densos.	5.2
--	-----

8.2.5 Debido a la migración de las áreas rurales a las urbanas, actualmente en los sistemas urbanos vive una proporción de población humana mayor que la que vive en sistemas rurales, y dicha proporción no cesa de aumentar.

Incluya razones (factores atracción-expulsión, migración forzada frente a la voluntaria) para la migración desde áreas rurales hacia áreas urbanas y las ventajas reales o supuestas que tienen los asentamientos urbanos. La mayor parte de la migración del campo a la ciudad es una migración interna. Considere la tendencia dentro de un país a una migración del campo a la ciudad, junto con las tendencias a la desurbanización.	1.2, 1.3
---	----------

8.2.6 La suburbanización se debe al movimiento de personas desde áreas urbanas céntricas con densa población hacia áreas periféricas con menor densidad.

A veces la suburbanización se llama expansión urbana espontánea debido a que los asentamientos de menor densidad requieren mayores superficies de terreno.	
--	--

8.2.7 La expansión de los sistemas urbanos y suburbanos causan cambios al medio ambiente.

Incluya la pérdida de tierras agrícolas, bosques u otros ecosistemas naturales, cambios en la calidad del agua, caudales de ríos y contaminación del aire.	4.4, 5.2
--	----------

8.2.8 La planificación urbanística ayuda a decidir el mejor modo de aprovechar tierras y edificios.

La planificación urbana tiene como objetivo satisfacer las necesidades físicas, domésticas, ambientales, comerciales, industriales, financieras y de salud de todas las partes interesadas en la comunidad.	1.2
---	-----

8.2.9 La planificación urbana moderna puede conllevar la consideración de la sostenibilidad del sistema urbano.

Considere factores tales como: viviendas de calidad y asequibles, sistemas de transporte público integrados, espacios verdes, seguridad, educación y empleo, uso de recursos renovables, reutilización y reciclaje de residuos, eficiencia energética, integración y participación de la comunidad y edificios ecológicos. Incluya un ejemplo de planificación urbana sostenible como: plan Cerdà en Barcelona (1860), plan de Hausmann para París (1850), Brasilia (1960), la controvertida Ciudad del Bosque en Malasia, reducción o supresión del uso del coche (Copenhague), estaciones de carga de vehículos eléctricos (San Francisco), conservación de agua (espacios verdes en Dubái regados con aguas grises).

1.3, 6.3

Aplicación de habilidades: investigar mapas que muestren el desarrollo urbano de una ciudad a lo largo del tiempo.

8.2.10 La planificación urbana ecológica es un enfoque más holístico que considera el sistema urbano como un ecosistema, comprendiendo las complejas relaciones entre sus componentes bióticos y abióticos.

Considere un ejemplo de la lista siguiente.

- Ecología urbana: por ejemplo, espacios verdes, hábitats para la vida silvestre, huertos urbanos, parques, canales y estanques
- Agricultura urbana: por ejemplo, apicultura, horticultura, acuicultura y granjas urbanas
- Diseño biofílico: por ejemplo, tejados y paredes verdes vivas, fuentes de agua y luz natural
- Planificación de resiliencia: por ejemplo, agricultura vertical en las ciudades, construcción sobre pilotes en áreas propensas a inundaciones o redes a prueba de fallos
- Arquitectura regenerativa: por ejemplo, recubrimientos de edificios que depuran el aire, captación de agua de lluvia que recarga los acuíferos, paneles solares, turbinas eólicas o biodigestores que exportan energía

1.2, 2.1, 6.3

Solo NS

8.2.11 La planificación urbana ecológica debe seguir los principios de compacidad urbana, uso mixto del suelo y el territorio, y práctica de mezcla social.

Considere las ventajas sostenibles de estas prácticas, incluyendo una menor expansión urbana espontánea, menor dependencia de los automóviles, menor consumo de energía, mejores transportes públicos, mayor accesibilidad e igualdad social. Evitar las desigualdades sociales en el acceso a las zonas verdes es una cuestión de justicia ambiental.

1.3, 5.2, 6.3, 7.1, NS.a, NS.c

8.2.12 Las sociedades son sistemas en desarrollo que abordan la sostenibilidad urbana utilizando modelos como el de la economía circular o la economía rosquilla para promover la sostenibilidad dentro del sistema urbano.

Considere un ejemplo del uso de estos modelos en el desarrollo urbano.

1.2, 1.3

8.2.13 La arquitectura verde minimiza los efectos nocivos de los proyectos de construcción sobre la salud humana y el medio ambiente, y tiene como objetivo proteger el aire, el agua y la tierra, eligiendo unos materiales y unas técnicas de construcción respetuosos con el medio ambiente.

La arquitectura y la ingeniería civil verdes combinan sistemas de conocimiento nuevos y tradicionales, la arquitectura vernácula, biomateriales y sistemas de construcción circulares.

1.3, 5.2, 6.3

Considere un ejemplo de arquitectura verde como, por ejemplo: construcción con fardos/balas de paja, construcciones con botellas y plásticos, casas fabricadas mediante impresión en 3D, casas árabes con torre de viento (por ejemplo, *barjeel*).

Actividades posibles

- Investigar la variación de la población en los propios países del alumnado y discutir los impactos sobre la sociedad, así como las opciones para la gestión de la población.
- Hacer un voluntariado en una organización que trabaje para ayudar a personas que puedan haber sufrido situaciones de desigualdad social y ambiental localmente.
- Los alumnos/as pueden evaluar en qué grado es sostenible un medio urbano local.
- Podrían participar en actividades adicionales fuera del horario escolar.
 - Utilizar el objetivo de desarrollo sostenible 11 (concerniente a las ciudades y comunidades sostenibles) para evaluar la sostenibilidad local.
 - Proponer una funcionalidad de una ciudad inteligente para la propia comunidad escolar.

8.3 Contaminación del aire urbano

Pregunta de orientación

- ¿Cómo se puede controlar eficazmente la contaminación del aire en entornos urbanos?

NM y NS

8.3.1 La contaminación del aire urbano está causada por las entradas de actividades humanas en los sistemas atmosféricos, incluidos óxidos de nitrógeno (NOx), dióxido de azufre, monóxido de carbono y partículas en suspensión.

Las partículas en suspensión se clasifican de acuerdo con el tamaño de las partículas, siendo la categoría PM_{2,5} las partículas finas, con un diámetro de 2,5 micrómetros o menos, y PM₁₀ la categoría de contaminación atmosférica causada por partículas de materia más gruesas, con un diámetro de 10 micrómetros.

1.2, 6.1

8.3.2 Las fuentes de contaminantes primarios son tanto naturales como antropogénicas.

Los contaminantes primarios están activos directamente en el punto de emisión. Como fuentes naturales se incluyen: incendios forestales, polvo y erupciones volcánicas. Como fuentes antropogénicas se incluyen: quema de materia vegetal para despejar tierras agrícolas y bosques, quema de combustibles fósiles y biomasa para la producción de energía, y polvo de construcciones y carreteras.

6.2

Aplicación de habilidades: planificar un experimento para emplear una especie indicadora como medio de correlación con la contaminación en el medio ambiente local.

8.3.3 La mayoría de los contaminantes atmosféricos en el medio urbano procede, directa o indirectamente, de la quema de combustibles fósiles.

Las partículas PM_{2,5} y PM₁₀, el monóxido de carbono y el dióxido de azufre son contaminantes primarios, y el ozono troposférico es un contaminante secundario.

1.3

8.3.4 Se pueden emplear diversas estrategias de gestión e intervención para reducir la contaminación del aire urbano.

Incluya, entre otras, estrategias como: mejor transporte público, infraestructuras y carriles para ciclistas, plantación de árboles, pantallas naturales, muros verdes, convertidores catalíticos obligatorios, uso limitado de vehículos y peatonalización de centros de núcleos urbanos.	1.3, 8.3
--	----------

8.3.5 Los NO_x y el dióxido de azufre reaccionan con el agua y oxígeno del aire para producir ácido nítrico y sulfúrico, agentes causantes de la lluvia ácida.

Incluya la química de la formación de la lluvia ácida.

8.3.6 La lluvia ácida tiene impactos sobre la ecología, los seres humanos y los edificios.

Hay efectos en hábitats terrestres (lixiviación, toxificación del suelo, impacto directo sobre las hojas de las plantas); en hábitats de agua dulce (toxicidad debida a la solubilización del aluminio, impactos sobre las branquias de los peces y en los exoesqueletos de los invertebrados); en materiales diversos (corrosión del mármol, caliza, acero, pinturas y otros materiales de construcción); en la respiración, al inhalar partículas de nitratos y sulfatos (daño a los tejidos e inflamación de los pulmones por componentes de partículas PM_{2,5} y deposición ácida seca).

2.2

8.3.7 Se emplean estrategias de control e intervención para reducir el impacto del dióxido de azufre y de los NO_x en los ecosistemas y para minimizar sus efectos.

Al igual que con otras formas de contaminación, estos contaminantes se pueden controlar alterando las actividades humanas (por ejemplo, empleando fuentes de energía alternativas), efectuando un control en el punto de emisión (por ejemplo, depuradoras y convertidores catalíticos) o restaurando los sistemas dañados (por ejemplo, atención sanitaria y adición de caliza o fertilizantes a lagos).

1.3

Solo NS

8.3.8 La niebla contaminante fotoquímica se forma cuando la luz solar actúa sobre contaminantes primarios ocasionando su transformación química en contaminantes secundarios.

Incluya los NO_x y los compuestos orgánicos volátiles como contaminantes primarios que se emiten directamente. Los peroxiacetilnitratos (PAN) y el ozono troposférico son contaminantes secundarios y los componentes principales de la niebla contaminante fotoquímica.

6.1

8.3.9 Los factores meteorológicos y topográficos pueden intensificar los procesos causantes de la formación de niebla contaminante fotoquímica.

La insolación abundante, la escasez de viento y la inversión térmica son factores meteorológicos. Considere cómo se produce la inversión térmica y cómo esta tiende a suceder en lugares rodeados de montañas o edificios altos.

2.4, 6.1

Aplicación de habilidades: utilizar gráficos que muestren las variaciones diurnas en los contaminantes atmosféricos urbanos. Utilizar bases de datos secundarios para estudiar las variaciones de la calidad del aire a lo largo del tiempo empleando una herramienta estadística para evaluar la relevancia de las variaciones.

8.3.10 Los impactos directos del ozono troposférico son tanto biológicos como físicos.

Los daños en membranas y cutículas de las plantas, la irritación ocular en los seres humanos y otros mamíferos y las enfermedades respiratorias son efectos biológicos. Los daños en tejidos y materiales de goma son efectos físicos.

8.3.11 Los impactos indirectos del ozono troposférico incluyen costos sociales y la pérdida de rendimiento económico.	
Entre las posibles repercusiones se encuentran las que afectan a los sistemas sanitarios y la reducción de la mano de obra. Estos efectos negativos pueden afectar de forma diferencial en la sociedad, ya que las comunidades más pobres suelen soportar una mayor proporción de estos.	1.3

Actividades posibles

- Investigar y debatir las causas y las consecuencias de la contaminación del aire urbano en el medio ambiente local, y las estrategias que podrían emplearse para reducir la contaminación.
- Participar en proyectos de ciencia ciudadana relativos a la calidad del aire instalando en el colegio una estación meteorológica conectada a una red.
- Defender la mejora de opciones para ir caminando o en bicicleta al colegio.

Lentes del NS

NS.a Derecho ambiental

Pregunta de orientación

- ¿Cómo puede ayudar el derecho ambiental a garantizar una gestión sostenible de los sistemas de la Tierra?

Solo NS

NS.a.1 Las leyes son reglas que gobiernan el comportamiento humano y que las autoridades sociales o gubernamentales hacen respetar.
Las autoridades sociales o gubernamentales elaboran y hacen respetar dichas leyes.

NS.a.2 El derecho ambiental se refiere específicamente a las reglas acerca de cómo usan los seres humanos los recursos naturales y qué impactos tienen en ellos, con el objetivo de mejorar la sostenibilidad social y ecológica.
Una ley ambiental puede abarcar la gestión de los recursos naturales (por ejemplo, los bosques, los minerales o las pesquerías), la gestión de la contaminación (por ejemplo, el aire, los suelos o el agua), la protección de la biodiversidad (por ejemplo, hábitats para la conservación de la flora y fauna silvestre) o los proyectos de construcción y desarrollo (por ejemplo, Evaluaciones de Impacto Ambiental).

NS.a.3 El derecho ambiental puede tener una importante función para abordar y dar respaldo a la justicia ambiental, pero las leyes ambientales pueden ser difíciles de aprobar debido a los grupos de presión.
El derecho ambiental trata de impedir la sobreexplotación y degradación de los recursos naturales en beneficio de los intereses a corto plazo de una minoría por encima de los intereses a largo plazo del bien común. Las leyes pueden dar respaldo o garantizar el comportamiento ético cuando los sistemas económicos incentivan los daños ambientales y sociales; sin embargo, puede ser difícil lograr que las leyes ambientales se aprueben debido a las acciones políticas de los grupos de presión vinculados a partes interesadas económicamente poderosas.

NS.a.4 El derecho ambiental se basa en marcos legales existentes, pero no tiene el mismo éxito en todos los países.
--

El derecho ambiental requiere la aplicación eficaz de las leyes por parte de unas instituciones administrativas y jurídicas fuertes, la aceptación general por parte de la sociedad, así como una financiación adecuada para respaldar las medidas de protección ambiental que exige la ley.

NS.a.5 El constitucionalismo ambiental se refiere a la introducción de los derechos y obligaciones ambientales en la constitución de un país.

A nivel internacional, el constitucionalismo ambiental está creciendo, al constatare cada vez más casos de constituciones de naciones que abordan esta cuestión de forma eficaz. Las cuestiones relativas al cambio climático cada vez se abordan más de esta manera. Incluya un ejemplo de una constitución nacional implicada con éxito en abordar las cuestiones ambientales.

NS.a.6 Se pueden redactar leyes ambientales de ámbito local, nacional o internacional.

Las leyes promulgadas a nivel nacional o internacional prevalecen sobre las de ámbito local. Se pueden crear y aplicar leyes internacionales o acuerdos bilaterales en cuestiones ambientales transfronterizas relacionadas con la contaminación y la gestión de recursos. Los gobiernos municipales pueden tener leyes sobre el reciclaje y la eliminación de residuos; los países aprueban leyes ambientales acerca del cumplimiento de las normas de calidad del agua; hay acuerdos ambientales internacionales en relación con las pesquerías y el comercio de especies amenazadas. Incluya un ejemplo de una ley ambiental en cada escala: local, nacional e internacional.

NS.a.7 El derecho internacional proporciona un marco legal esencial para abordar problemas transfronterizos relativos a la contaminación y la gestión de recursos.

Hay acuerdos que abordan la contaminación transfronteriza (por ejemplo, el Acuerdo de la Asociación de Naciones del Sudeste Asiático (ASEAN) sobre contaminación por calima transfronteriza) y la gestión de recursos transfronterizos (por ejemplo, el Plan de Acción Internacional para prevenir, desalentar y eliminar la pesca ilegal, no declarada y no reglamentada de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO)).

NS.a.8 Las conferencias de las Naciones Unidas elaboran convenios (acuerdos) internacionales jurídicamente vinculantes y protocolos que pueden llegar a serlo para todos los signatarios.

Los protocolos y acuerdos internacionales pueden ser arduos de alcanzar y lentos de desarrollar. Entre los ejemplos de los retos que plantean, se incluyen los siguientes: complejidad de los acuerdos; lo rápidamente que avanzan los conocimientos científicos; presiones sobre distintos gobiernos por parte de partes interesadas internas con diferentes intereses; conflictos entre países por "responsabilidades diferenciadas"; compromisos de financiación de los países de renta alta hacia los países de renta baja; conflictos geopolíticos generales y potencial impacto económico de los acuerdos. Considere el éxito relativo de los Protocolos de Montreal y Kyoto y del Acuerdo de París, junto con las posteriores enmiendas y desarrollos ulteriores.

NS.a.9 Pueden crearse instituciones u organizaciones como resultado de acuerdos internacionales, con el fin de facilitar su puesta en práctica.

En el curso deben cubrirse una serie de convenciones y organizaciones, por ejemplo, la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES) y la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN).

NS.a.10 Cortes y tribunales internacionales han examinado la aplicación del derecho ambiental internacional.

Algunos ejemplos de organismos implicados en el desarrollo del derecho ambiental internacional son: la Corte Internacional de Justicia, el Tribunal Internacional del Derecho del Mar y el Tribunal de Justicia de la Unión Europea. Una de las dificultades que encaran los organismos de justicia internacionales es cómo evaluar los daños y compensaciones apropiados en casos de infracción del derecho ambiental.

NS.a.11 Cada vez hay más leyes que otorgan personalidad jurídica a entidades naturales con el fin de reforzar la protección ambiental.

Dotar de personalidad jurídica a entidades naturales puede tener como resultado una protección ambiental más firme y es similar a la arraigada tradición de reconocer personalidad jurídica a las corporaciones. Esto está relacionado con los sistemas de conocimiento indígenas que no hacen distinción entre los seres humanos y la naturaleza, los sistemas de valores ambientales (antropocéntricos y ecocéntricos) y un enfoque ético basado en los derechos (deontológico).

NS.a.12 Tanto las estrategias legales como las económicas pueden desempeñar un papel en el mantenimiento del uso sostenible del medio ambiente.

Existen diferentes contribuciones a la gestión sostenible que se pueden lograr por medio de ambos tipos de estrategias. Desde el punto de vista económico, existe el reto de asignar un valor económico a los servicios de los ecosistemas y a la degradación de estos, y desde el punto de vista jurídico, el reto consiste en lograr un acuerdo entre las partes interesadas y conseguir su cumplimiento. Los resultados más satisfactorios pueden proceder de una integración de ambos enfoques, por ejemplo, leyes que impongan multas por los vertidos ilegales o derrames de petróleo.

NS.b Economía ambiental

Preguntas de orientación

- ¿Cómo puede garantizar la economía ambiental la sostenibilidad de los sistemas de la Tierra?
- ¿Cómo influyen las distintas perspectivas en el tipo de economía que gestionan los gobiernos y las sociedades?

Solo NS

NS.b.1 La economía estudia el modo en que los seres humanos producen, distribuyen y consumen bienes y servicios, tanto a nivel individual como colectivo.

La economía se centra en el suministro y demanda de recursos y en los resultados de la interacción de los mercados.

NS.b.2 La economía ambiental consiste en la economía aplicada al medio ambiente y a las cuestiones ambientales.

Las perspectivas tecnocéntricas tienden a considerar que la ciencia y la tecnología lograrán que la economía ambiental opere dentro del marco económico actual. En las perspectivas más ecocéntricas se tiende a valorar el enfoque más innovador de la economía ecológica.

NS.b.3 Se produce una falla de mercado cuando la asignación de bienes y servicios por parte del mercado libre impone unas consecuencias negativas sobre el medio ambiente.

Por ejemplo, una fábrica en la que la producción de bienes cause contaminación que, a su vez, genere una pérdida de bienestar neta en la sociedad sin ningún costo para la fábrica.

NS.b.4 Cuando el mercado no logra prevenir los impactos negativos, puede aplicarse el principio de que “quien contamina paga”.

El principio de que “quien contamina paga” significa que el responsable de contaminar debe cargar con los costos de detener, gestionar y limpiar la contaminación generada. La economía ambiental ha creado soluciones tales como cuotas, multas, impuestos, permisos transferibles o la certificación de neutralidad de carbono, las cuales garantizan que quien contamina debe pagar para así limitar la carga soportada por la sociedad.

NS.b.5 El “lavado de imagen verde” o “impostura ecológica” son prácticas en las que las compañías emplean el *marketing* para dar una imagen de sí mismas como empresas más respetuosas con el medio ambiente.

El lavado de imagen verde es una forma de desinformación en la que las compañías y organizaciones dedican tiempo y dinero a vender una imagen de sostenibilidad o respeto por el medio ambiente, en lugar de cambiar a unas prácticas que las harían realmente sostenibles.

Por ejemplo, las compañías petrolíferas que afirman haber hecho una transición a energías limpias.

NS.b.6 La tragedia de los bienes comunes destaca el problema de que los derechos de propiedad no están claramente delimitados y no hay asignado ningún precio de mercado a un bien común, lo que origina sobreexplotación.

Por ejemplo, un individuo o una empresa puede sobreexplotar un bien común pese a que ello vaya en detrimento de los demás. Este fenómeno destaca la limitación que tiene la economía libre de mercado para abordar problemas ambientales. No obstante, este dilema se puede sortear mediante enfoques alternativos como, por ejemplo, los pastos compartidos en Ostrom, Suiza, donde una innovadora estrategia de la comunidad local resuelve el problema.

NS.b.7 La contabilidad ambiental es el intento de asignar un valor económico a los recursos naturales y su agotamiento.

La contabilidad ambiental, verde o ecológica se topa con dificultades a la hora de dar con un valor consensado para todas las partes interesadas.

NS.b.8 Aunque en algunos casos se puede establecer un valor económico en base al uso, no es así en el caso de valores de no uso.

Un valor de no uso puede incluir el valor intrínseco de una especie, el potencial de un uso futuro o el valor que podría tener para generaciones venideras. Este se puede establecer estimando por medio de encuestas cuántas personas estarían dispuestas a pagar por un bien común o cuánta compensación estarían dispuestas a aceptar a cambio de la destrucción de un bien común. Por ejemplo, el vertido de petróleo del Exxon Valdez, producido en 1989.

NS.b.9 La economía ecológica difiere de la economía ambiental en que la primera contempla la economía como un subsistema de la biosfera de la Tierra y considera el sistema social un subcomponente de la ecología.

Los economistas ecológicos perciben la biosfera como un sistema en el que hay entradas de energía solar que sustentan la energía natural y los recursos materiales que entran en el subsistema económico, el cual, a su vez, genera residuos y una pérdida global de energía térmica de baja calidad desde la biosfera. La economía ecológica pone el énfasis en el uso sostenible del capital natural, aplicando el principio de precaución para minimizar los impactos ambientales y sociales. La economía ecológica hace hincapié en el valor del capital natural junto con el capital físico, humano y financiero.

NS.b.10 Mientras que la economía ambiental aborda la valoración económica de los servicios ecosistémicos, la economía ecológica hace aún más hincapié en ella.

Los países “con recursos agotados” pagan a los países en vías de desarrollo “ricos en recursos” para que no agoten sus activos naturales. Esto podría ocurrir cuando los países en vías de desarrollo corren el riesgo de agotar sus recursos para desarrollarse económicamente. Por ejemplo, en la economía ecológica se considera que los bosques tienen un valor económico más allá del valor de la madera. En la economía ecológica se toman en consideración tanto los servicios ecológicos, como el valor estético para el turismo y las actividades recreativas o el valor ético. Los países que han agotado algunos de sus activos naturales para obtener beneficios económicos en el pasado pueden pagar a otros países que aún disponen de activos naturales, como los bosques, para que no los eliminen en aras del crecimiento económico. Esto puede crear tensiones entre países.

NS.b.11 El crecimiento económico es la variación del valor total de mercado de los bienes y servicios de un país a lo largo de un periodo determinado; este suele medirse como la variación porcentual anual del PIB.

El PIB es la medida del valor monetario de todos los bienes y servicios producidos por un país en un determinado período de tiempo. El PIB per cápita es una evaluación más precisa de los niveles de vida, aunque no toma en consideración las desigualdades en la distribución real de los ingresos.

NS.b.12 El crecimiento económico está influido por la oferta y la demanda, y puede percibirse como una medida de la prosperidad.

Este enfoque proporciona una economía lineal que no suele tomar en cuenta los residuos, la contaminación y los problemas que conducen a la degradación ambiental.

NS.b.13 El crecimiento económico tiene repercusiones en el bienestar ambiental.

El crecimiento económico y el consiguiente aumento de ingresos pueden tener efectos, tanto positivos como negativos, sobre el medio ambiente. Puede dar lugar a un mayor consumo de recursos no renovables, unos mayores niveles de contaminación, calentamiento global y pérdida de hábitats naturales. También puede proporcionar recursos para proteger el medio ambiente y abordar problemas ambientales como la contaminación. En cualquier caso, este problema puede ser complejo, dado que plantea cuestiones sobre justicia ambiental para aquellas personas que se ven afectadas por el aumento del consumo.

NS.b.14 El desacoplamiento ecoeconómico es la noción de separar el crecimiento económico de la degradación ambiental.

Aunque algunos países han afirmado tener cierto éxito en desvincular las emisiones de CO₂ del crecimiento económico, parece imposible que se produzca una desvinculación absoluta. Si bien un crecimiento indefinido parecería requerir una disponibilidad infinita de recursos, algunas personas sostienen que el desarrollo tecnológico puede hacer esto posible. Puede producirse un desacoplamiento relativo, en el que al menos se reduce la degradación de los recursos, aunque esto sigue posibilitando cierta degradación.

NS.b.15 La economía ecológica respalda la necesidad de un decrecimiento, un crecimiento cero o un crecimiento ralentizado, y aboga por una reducción planificada del consumo y la producción, especialmente en los países con altos ingresos.

Equilibrar la huella ecológica de un país con su biocapacidad lleva a la sostenibilidad, lo cual es el objetivo de la economía ecológica.

NS.b.16 Los economistas ecológicos respaldan un modelo de crecimiento lento, cero o nulo.

Existen dificultades inherentes al desmantelamiento de sistemas económicos profundamente arraigados y a la medición objetiva del bienestar social y ambiental.

Los economistas ecológicos abordan en qué grado se encuentran equilibradas de forma sostenible la huella ecológica de un país y su biocapacidad (sin centrarse en el PIB).

NS.b.17 Los modelos de economía circular y economía rosquilla se pueden contemplar como aplicaciones de la economía ecológica en pro de la sostenibilidad.

La eficacia de estos modelos para abordar la actividad sostenible de una sociedad varía. La economía circular implica una gestión responsable de productos en la que la responsabilidad para la gestión sostenible de un producto se le atribuye al fabricante, al vendedor y al usuario. Hay intentos de cuantificar el modelo de la economía rosquilla para distintos países, y el modelo rosquilla esencialmente trata de abordar los problemas de la desigualdad y la injusticia.

NS.c Ética ambiental

Preguntas de orientación

- ¿En qué medida los seres humanos tienen una responsabilidad moral hacia el medio ambiente?
- ¿Cómo influye la ética ambiental en los enfoques para lograr un futuro sostenible?

Solo NS

NS.c.1 La ética es la rama de la filosofía que se ocupa de los principios morales y distingue qué comportamientos son correctos o erróneos.

Se debe presentar al alumnado diversos ejemplos éticos de todo el mundo. No es necesario estudiarlos en detalle.

NS.c.2 La ética ambiental es una rama de la filosofía ética que aborda las cuestiones ambientales.

Esta rama de la ética surgió en las décadas de 1960 y 1970, cuando empezó a extenderse la conciencia sobre las cuestiones ambientales. Preocupaba el hecho de que las tradiciones éticas occidentales se centraran en relaciones y acciones interpersonales y que fueran inadecuadas para abordar el estatus moral de entidades ambientales no humanas o no vivas.

NS.c.3 Las diferentes creencias fundamentales sobre la relación entre los seres humanos y la naturaleza dan lugar a diversos marcos éticos y valores éticos en conflicto.

Si se considera que la especie humana no presenta ninguna diferencia significativa con el resto de la naturaleza, esto podría conllevar una postura más ecocéntrica según la cual todos los componentes e integrantes de la naturaleza tienen unos derechos intrínsecos e iguales, pudiéndose hacer en tal caso juicios éticos en base a ello.

Si, en cambio, se considera que la especie humana forma parte de la naturaleza pero tiene una responsabilidad especial para una gestión responsable hacia esta, ello puede influir en los juicios éticos a favor de un administrador compasivo, respetuoso y bueno.

Por otra parte, si se cree que la naturaleza es algo aparte y que está ahí para satisfacer las necesidades humanas, entonces es probable que se adopte una visión del mundo antropocéntrica o tecnocéntrica más extrema y se limite a considerar qué aporta el mayor bien al mayor número de personas.

NS.c.4 El valor instrumental es la utilidad que una entidad tiene para los seres humanos.

Puede que el valor proceda de proporcionar bienes (por ejemplo, alimentos y agua), servicios (descomponedores que procesen residuos) u oportunidades para el desarrollo humano (conocimientos o inspiración creativa).

NS.c.5 El valor intrínseco es el valor que se puede asignar a algo simplemente por lo que es.

Por ejemplo, a los objetos no vivos, como los paisajes, se les puede dar valor por ser silvestres, por su belleza o por ser significativos desde un punto de vista cultural. A los organismos vivos se les puede otorgar valor, porque, como los seres humanos, tienen componentes, procesos y comportamientos organizados con el fin de lograr su supervivencia y reproducción, por lo que deberíamos respetar su existencia y bienestar.

NS.c.6 Los conceptos de valor intrínseco y valor instrumental no son excluyentes.

Por ejemplo, se puede considerar que las ballenas tienen un valor intrínseco por su atractivo estético, pero también que tienen un valor instrumental por ser una atracción turística.

NS.c.7 Una entidad tiene “estatus moral” si debe ser considerada moralmente con respecto a cómo debemos actuar ante ella.

Preguntar si algo tiene estatus moral es preguntar si debe ser tomado en cuenta o si tiene derecho a hacer demandas a otras partes. Los ecocentristas creen que todos los organismos vivos tienen estatus moral debido a su propio valor intrínseco. Algunos ecocentristas ampliarían este argumento a entidades no vivas presentes en la naturaleza, como los ríos, las rocas o los paisajes. Por ejemplo, en la perspectiva de la ética de la tierra de Aldo Leopold se argumenta que “Una cosa es buena cuando tiende a preservar la integridad, estabilidad y belleza de la comunidad biótica. Es mala cuando tiende a lo contrario.” Asimismo, se puede considerar el estatus moral de las generaciones futuras. Por ejemplo, ¿tienen los seres humanos que viven hoy obligaciones hacia los seres humanos que vivirán en el futuro, independientemente de los beneficios que obtengan los seres humanos de hoy?

NS.c.8 Hay tres enfoques principales de la ética tradicional: ética de la virtud, ética consecuencialista (por ejemplo, la ética utilitaria) y la ética basada en los derechos (ética deontológica).

Estos enfoques éticos contrastan entre sí por centrarse, o en el carácter de la persona (virtudes), o en las consecuencias de sus acciones o en los derechos de las entidades implicadas.

HL.c.9 La ética de la virtud se centra en el carácter de la persona que hace la acción. Supone que las personas buenas harán acciones buenas y las personas malas llevarán a cabo malas acciones.

Se podría considerar que el respeto, la compasión y la responsabilidad son aproximaciones virtuosas al mundo natural.

NS.c.10 La ética consecuencialista es la visión de que las consecuencias de una acción determinan la moralidad de la acción.

En la ética consecuencialista, las acciones con consecuencias buenas son buenas acciones, y las acciones con consecuencias malas son malas acciones. Las acciones moralmente buenas son aquellas que dan lugar al mayor bien común. La intención de la acción no afectaría a la moralidad de la acción; lo que importa únicamente es el resultado.

NS.c.11 Los sistemas éticos basados en los derechos se centran en las acciones y en si estas entran en conflicto con los derechos de otros. Existe un debate sobre cuáles podrían ser estos derechos.

Por ejemplo, si alguien cree que las normas éticas derivan de un texto religioso y en el texto se afirma que matar animales es algo malo, entonces se podría considerar que matar animales para obtener alimentos sería éticamente incorrecto por entrar en conflicto con los derechos del animal.

NS.c.12 Algunas personas opinan que todo lo que es natural es correcto o bueno. Esta postura es controvertida y se describe como la falacia de la “apelación a la naturaleza”.

Resulta cuestionable que todo lo que es “natural” sea una guía ética fiable. Por ejemplo, las enfermedades son naturales aunque no son buenas; ¿es correcto proteger a los mosquitos pese a que propagan enfermedades?

NS.c.13 Los movimientos ambientalistas y ecologistas y los movimientos de justicia social tienen puntos de origen diferentes pero cada vez convergen más en aras de objetivos comunes de unas sociedades equitativas y justas.

Hay un paralelo entre la superioridad humana sobre la naturaleza y otros tipos de explotación. Hay paralelismos con los derechos de grupos sociales marginados, las cuestiones de sexismo, racismo y equidad con las generaciones futuras.

La evaluación en el Programa del Diploma

Información general

La evaluación es una parte fundamental del aprendizaje y la enseñanza. La finalidad principal de la evaluación en el PD es apoyar los objetivos del currículo y fomentar un aprendizaje adecuado por parte de los alumnos. En el PD, la evaluación es tanto interna como externa. Los trabajos preparados para la evaluación externa los corrige el personal de examinación del IB, mientras que los trabajos presentados para la evaluación interna los corrige el profesorado y los modera externamente el IB.

El IB reconoce dos tipos de evaluación:

- La **evaluación formativa** sirve de base tanto para el aprendizaje como para la enseñanza. Esta proporciona a estudiantes y docentes información útil y precisa sobre el tipo de aprendizaje que se está produciendo y sobre los puntos fuertes y débiles de los alumnos y alumnas, lo que permite ayudarles a desarrollar su comprensión y aptitudes. La evaluación formativa también ayuda a mejorar la calidad de la enseñanza, pues gracias a la información que proporciona, se puede hacer un seguimiento del progreso de cada estudiante hacia el logro de los objetivos generales y de evaluación del curso.
- La **evaluación sumativa** ofrece una perspectiva general del aprendizaje que se ha producido hasta un momento dado y se emplea para determinar los logros de cada estudiante al final de su programa de estudios o cerca de ese final.

Una política de evaluación integral debe ser una parte fundamental del aprendizaje, la enseñanza y la organización del curso. Para obtener más información, consulte el documento del IB *Normas para la implementación de los programas y aplicaciones concretas*.

El enfoque de evaluación adoptado por el IB no es normativo, sino que está relacionado con criterios. Es decir, se evalúa el trabajo del alumnado en relación con niveles de logro determinados y no en relación con el trabajo de otros alumnos/as. Para obtener más información sobre la evaluación en el Programa del Diploma, consulte la publicación titulada *Principios y prácticas de evaluación del IB: evaluaciones de calidad en la era digital*.

Para ayudar al profesorado en la planificación, implementación y evaluación de los cursos del Programa del Diploma, hay una variedad de recursos que se pueden consultar en el Centro de recursos para los programas o adquirir en la tienda virtual del IB (store.ibo.org). En el Centro de recursos para los programas pueden encontrarse también publicaciones tales como exámenes de muestra y esquemas de calificación, material de ayuda al profesor, informes generales de la asignatura y descriptores de calificaciones finales. En la tienda virtual del IB se pueden adquirir exámenes y esquemas de calificación de convocatorias anteriores.

Métodos de evaluación

El IB emplea diversos métodos para evaluar el trabajo del alumnado.

Criterios de evaluación

Los criterios de evaluación se emplean cuando la tarea de evaluación es abierta. Cada criterio se concentra en una habilidad específica que se espera que demuestren los alumnos. Los objetivos de evaluación describen lo que deberían ser capaces de hacer y los criterios de evaluación describen qué nivel deberían demostrar al hacerlo. Los criterios de evaluación permiten evaluar del mismo modo respuestas que pueden ser muy diferentes. Cada criterio está compuesto por una serie de descriptores de nivel ordenados jerárquicamente. Cada descriptor de nivel equivale a uno o varios puntos. Se aplica cada criterio de evaluación por separado y se localiza el descriptor que refleja más adecuadamente el nivel conseguido por

el alumno. La puntuación máxima de cada criterio puede diferir en función de su importancia. Los puntos obtenidos en cada criterio se suman para obtener la puntuación total del trabajo en cuestión.

Bandas de puntuación

Las bandas de puntuación exponen de forma integral el desempeño esperado y se utilizan para evaluar las respuestas del alumnado. Constituyen un único criterio holístico, dividido en descriptores de nivel. A cada descriptor de nivel le corresponde un rango de puntos, lo que permite diferenciar el desempeño del alumnado. Del rango de puntos de cada descriptor de nivel se elige la puntuación que mejor corresponda al nivel que cada estudiante ha logrado.

Esquemas de calificación analíticos

Estos esquemas se preparan para aquellas preguntas de examen que se deben contestar con un tipo concreto de respuesta o una respuesta final determinada. Detallan a quienes corrigen cómo desglosar la puntuación total disponible para cada pregunta con respecto a las diferentes partes de la respuesta.

Notas para la corrección

En algunos componentes de evaluación que se corrigen usando criterios de evaluación se proporcionan notas para la corrección. En ellas se asesora a los correctores sobre cómo aplicar los criterios de evaluación a los requisitos específicos de la pregunta en cuestión.

Adecuaciones inclusivas de acceso

Existen adecuaciones inclusivas de acceso disponibles para estudiantes con necesidades específicas de acceso. Las condiciones normales de evaluación pueden representar una desventaja para aquellos alumnos/as con necesidades específicas de acceso a la evaluación, al impedirles demostrar su nivel de logro. Las adecuaciones inclusivas de acceso permiten al alumnado demostrar su capacidad en condiciones de evaluación lo más justas posible.

En el documento del IB titulado *Política de acceso e inclusión* se explican detalladamente todas las adecuaciones inclusivas de acceso disponibles para el alumnado. El documento *La diversidad en el aprendizaje y la inclusión en los programas del IB: Eliminar las barreras para el aprendizaje* describe la postura del IB con respecto a los alumnos y alumnas con diversas necesidades de aprendizaje en los programas que ofrece. Para quienes sufran circunstancias adversas, la publicación *Procedimientos de evaluación del Programa del Diploma* (que se actualiza cada año), que contiene el reglamento general, incluye información detallada sobre los casos de consideración para el acceso a la evaluación.

Responsabilidades del colegio

Los colegios deben garantizar que el alumnado con necesidades de apoyo para el aprendizaje cuenta con las adecuaciones de acceso equitativo y los ajustes razonables correspondientes según los documentos del IB titulados *Política de acceso e inclusión* y *La diversidad en el aprendizaje y la inclusión en los programas del IB: Eliminar las barreras para el aprendizaje*.

Resumen de la evaluación: NM

Primera evaluación: 2026

Componente de evaluación	Porcentaje del total de la evaluación
Evaluación externa (3 horas)	75 %
Prueba 1 (1 hora) Se proporcionará a los alumnos/as una serie de datos presentados de varias maneras relacionados con un estudio de caso específico, no visto anteriormente. Las preguntas se basarán en el análisis y en la evaluación de los datos del estudio de caso. Todas las preguntas son obligatorias. (35 puntos)	25 %
Prueba 2 (2 horas) La sección A (40 puntos) consta de preguntas de respuesta corta y preguntas basadas en datos. En la sección B (20 puntos) los alumnos/as deben responder una pregunta de respuesta larga estructurada, de entre dos posibles. Cada pregunta vale 20 puntos. (60 puntos)	50 %
Evaluación interna (10 horas)	25 %
Este componente lo evalúa internamente el profesorado y lo modera externamente el IB al final del curso. La evaluación interna consiste en una tarea: la investigación individual. (30 puntos)	

Resumen de la evaluación: NS

Primera evaluación: 2026

Componente de evaluación	Porcentaje del total de la evaluación
Evaluación externa (4,5 horas)	80 %
Prueba 1 (2 horas) Se proporcionará a los alumnos/as una serie de datos presentados de varias maneras relacionados con un estudio de caso específico, no visto anteriormente. Las preguntas se basarán en el análisis y en la evaluación de los datos del estudio de caso. Todas las preguntas son obligatorias. (70 puntos)	30 %
Prueba 2 (2,5 horas) La sección A (40 puntos) consta de preguntas de respuesta corta y preguntas basadas en datos. En la sección B (40 puntos) los alumnos/as deben responder dos preguntas de respuesta larga estructurada, de entre tres posibles. Cada pregunta vale 20 puntos. (80 puntos)	50 %
Evaluación interna (10 horas)	20 %
Este componente lo evalúa internamente el profesorado y lo modera externamente el IB al final del curso. La evaluación interna consiste en una tarea: la investigación individual. (30 puntos)	

Evaluación externa

Se utilizan los siguientes métodos para evaluar al alumnado.

- Esquemas de calificación detallados, específicos para cada prueba de examen
- Bandas de puntuación

Las bandas de puntuación se incluyen en esta guía.

La prueba 1 se evalúa mediante un esquema de calificación.

La prueba 2 se evalúa mediante bandas de puntuación y un esquema de calificación.

Las bandas de puntuación se relacionan con los objetivos de evaluación establecidos para el curso de Sistemas Ambientales y Sociedades. Los esquemas de calificación son específicos para cada examen.

Descripción detallada de la evaluación externa: NM

La evaluación externa consta de dos pruebas escritas y representa el 75 % de la evaluación final.

Para ambas pruebas se requiere llevar una calculadora. Se permite el uso de calculadoras de pantalla gráfica (consulte el documento *Orientación sobre el uso de calculadoras en los exámenes* publicado anualmente en el [Centro de recursos para los programas](#)).

Nota: Siempre que sea posible, el profesorado deberá emplear y recomendar a sus estudiantes el uso del Sistema Internacional de Unidades (unidades SI).

Prueba 1

Duración: 1 hora

Porcentaje del total de la evaluación: 25 %

Puntos: 35

Se proporcionará a los alumnos/as una serie de datos presentados de varias maneras relacionados con un estudio de caso específico, no visto anteriormente.

Las preguntas se basarán en el análisis y en la evaluación de los datos del estudio de caso.

Todas las preguntas son obligatorias.

Las preguntas de la prueba 1 abordan los objetivos de evaluación 1, 2 y 3.

Prueba 2

Duración: 2 horas

Porcentaje del total de la evaluación: 50 %

Puntos: 60

La prueba 2 consta de dos secciones: A y B.

- La sección A (40 puntos) consta de preguntas de respuesta corta y preguntas basadas en datos.
- En la sección B (20 puntos) los alumnos/as deben responder una pregunta de respuesta larga estructurada, de entre dos posibles. Cada pregunta vale 20 puntos.
- Las preguntas de la prueba 2 abordan los objetivos de evaluación 1, 2 y 3.

Bandas de puntuación de la evaluación externa: NM

La parte final de cada pregunta de respuesta larga de la sección B (9 puntos) de la prueba 2 será calificada mediante bandas de puntuación. Los descriptores de estas bandas de puntuación sugieren determinadas características que pueden ofrecerse en la respuesta. Los descriptores esbozan el tipo de elementos que deben buscarse a la hora de decidirse por la banda de puntuación apropiada y por el punto específico dentro de dicha banda.

El propósito es encontrar el descriptor que exprese de la forma más adecuada el nivel de logro alcanzado por el trabajo remitido, utilizando el modelo del descriptor más adecuado. Esto implica que, cuando un trabajo demuestre niveles de logro distintos para los diferentes aspectos de una banda de puntuación, será necesario compensar dichos niveles. La puntuación asignada debe ser aquella que refleje más justamente el logro general entre los aspectos de la banda de puntuación. No es necesario cumplir todos los aspectos de un descriptor de nivel para obtener la puntuación correspondiente.

Se recomienda que los alumnos/as tengan acceso a las bandas de puntuación.

Puntuación	Descriptor de nivel
0	El trabajo no alcanza ninguno de los niveles especificados por los descriptores que figuran a continuación.
1-3	La respuesta muestra: • Mínimas pruebas de conocimiento y comprensión sobre las cuestiones y los conceptos de Sistemas Ambientales y Sociedades • Afirmaciones de conocimiento fragmentarias y poco relacionadas con el contexto de la pregunta • Cierta uso adecuado de la terminología de Sistemas Ambientales y Sociedades • Una falta de ejemplos cuando así se requiere, o ejemplos con insuficiente explicación o pertinencia • Un análisis superficial que no es más que una lista de hechos o ideas • Juicios o conclusiones imprecisos o que no están respaldados por pruebas o argumentos.
4-6	La respuesta muestra: • Algunas pruebas de conocimiento y comprensión sólidos sobre las cuestiones y los conceptos de Sistemas Ambientales y Sociedades • Afirmaciones de conocimiento relacionadas eficazmente con el contexto de la pregunta • Un uso en gran medida adecuado de la terminología de Sistemas Ambientales y Sociedades • Cierta uso de ejemplos pertinentes cuando así se requiere, aunque con una explicación limitada • Un análisis claro que demuestra un grado de equilibrio • Ciertos juicios o conclusiones claros que están respaldados por argumentos o pruebas limitados.
7-9	La respuesta muestra: • Pruebas sustanciales de conocimiento y comprensión sólidos sobre las cuestiones y los conceptos de Sistemas Ambientales y Sociedades • Un amplio espectro de afirmaciones de conocimiento que están relacionadas eficazmente entre sí y con el contexto de la pregunta

Puntuación	Descriptor de nivel
	• Un uso sistemático, adecuado y preciso de la terminología de Sistemas Ambientales y Sociedades • Un uso eficaz de ejemplos pertinentes y bien explicados, cuando así se requiere, y que demuestran cierta originalidad • Un análisis completo, bien equilibrado y perspicaz • Juicios y conclusiones explícitos que están bien respaldados por las pruebas y los argumentos, y que incluyen cierto grado de reflexión crítica.

Descripción detallada de la evaluación externa: NS

Prueba 1

Duración: 2 horas

Porcentaje del total de la evaluación: 30 %

Puntos: 70

Se proporcionará a los alumnos/as una serie de datos presentados de varias maneras relacionados con un estudio de caso específico, no visto anteriormente.

Las preguntas se basarán en el análisis y en la evaluación de los datos del estudio de caso.

Todas las preguntas son obligatorias.

Las preguntas de la prueba 1 abordan los objetivos de evaluación 1, 2 y 3.

Prueba 2

Duración: 2,5 horas

Porcentaje del total de la evaluación: 50 %

Puntos: 80

La prueba 2 consta de dos secciones: A y B.

- La sección A (40 puntos) consta de preguntas de respuesta corta y preguntas basadas en datos.
- En la sección B (40 puntos) los alumnos/as deben responder dos preguntas de respuesta larga estructurada, de entre tres posibles. Cada pregunta vale 20 puntos.
- Las preguntas de la prueba 2 abordan los objetivos de evaluación 1, 2 y 3.

Bandas de puntuación de la evaluación externa: NS

La parte final de cada pregunta de respuesta larga de la sección B (9 puntos) de la prueba 2 será calificada mediante bandas de puntuación. Los descriptores de estas bandas de puntuación sugieren determinadas características que pueden ofrecerse en la respuesta. Los descriptores esbozan el tipo de elementos que deben buscarse a la hora de decidirse por la banda de puntuación apropiada y por el punto específico dentro de dicha banda.

El propósito es encontrar el descriptor que exprese de la forma más adecuada el nivel de logro alcanzado por el trabajo remitido, utilizando el modelo del descriptor más adecuado. Esto implica que, cuando un trabajo demuestre niveles de logro distintos para los diferentes aspectos de una banda de puntuación, será necesario compensar dichos niveles. La puntuación asignada debe ser aquella que refleje más justamente el logro general entre los aspectos de la banda de puntuación. No es necesario cumplir todos los aspectos de un descriptor de nivel para obtener la puntuación correspondiente.

Se recomienda que los alumnos/as tengan acceso a las bandas de puntuación.

Puntuación	Descriptor de nivel
0	El trabajo no alcanza ninguno de los niveles especificados por los descriptores que figuran a continuación.
1-3	La respuesta muestra: • Mínimas pruebas de conocimiento y comprensión sobre las cuestiones, los conceptos o el contenido de las lentes del NS de Sistemas Ambientales y Sociedades • Afirmaciones de conocimiento fragmentarias y poco relacionadas con el contexto de la pregunta • Cierta uso adecuado de la terminología de Sistemas Ambientales y Sociedades • Una falta de ejemplos cuando así se requiere, o ejemplos con insuficiente explicación o pertinencia • Un análisis superficial que no es más que una lista de hechos o ideas • Juicios o conclusiones imprecisos o que no están respaldados por pruebas o argumentos.
4-6	La respuesta muestra: • Algunas pruebas de conocimiento y comprensión sólidos sobre las cuestiones, los conceptos y el contenido de las lentes del NS de Sistemas Ambientales y Sociedades • Afirmaciones de conocimiento relacionadas eficazmente con el contexto de la pregunta • Un uso en gran medida adecuado de la terminología de Sistemas Ambientales y Sociedades • Cierta uso de ejemplos pertinentes cuando así se requiere, aunque con una explicación limitada • Un análisis claro que demuestra un grado de equilibrio • Ciertos juicios o conclusiones claros que están respaldados por argumentos o pruebas limitados.
7-9	La respuesta muestra: • Pruebas sustanciales de conocimiento y comprensión sólidos sobre las cuestiones, los conceptos y el contenido de las lentes del NS de Sistemas Ambientales y Sociedades • Un amplio espectro de afirmaciones de conocimiento que están relacionadas eficazmente entre sí y con el contexto de la pregunta • Un uso sistemático, adecuado y preciso de la terminología de Sistemas Ambientales y Sociedades • Un uso eficaz de ejemplos pertinentes y bien explicados, cuando así se requiere, y que demuestran cierta originalidad • Un análisis completo, bien equilibrado y perspicaz • Juicios y conclusiones explícitos que están bien respaldados por las pruebas y los argumentos, y que incluyen cierto grado de reflexión crítica.

Evaluación interna

Propósito de la evaluación interna

La evaluación interna es una parte fundamental del curso y es obligatoria tanto en el Nivel Medio (NM) como en el Nivel Superior (NS). Esta permite a los alumnos/as demostrar la aplicación de sus habilidades y conocimientos, y dedicarse a aquellas áreas que despierten su interés personal, sin las restricciones de tiempo y de otro tipo asociadas a los exámenes escritos. La evaluación interna debe, en la medida de lo posible, integrarse en la enseñanza normal en clase y no ser una actividad aparte que tenga lugar una vez que se hayan impartido todos los contenidos del curso.

Los requisitos de evaluación interna son los mismos para el NM y el NS.

La tarea de evaluación interna implica el diseño, puesta en práctica y la finalización de una investigación individual sobre una pregunta de investigación de Sistemas Ambientales y Sociedades. La investigación se remite en forma de informe escrito.

Toda investigación que se utilice para la evaluación interna deberá haber sido diseñada específicamente por el alumno/a de forma que aborde los criterios de evaluación. Por consiguiente, deberá entregarse a los alumnos/as una copia de los criterios de evaluación cuando se les expliquen los requisitos de la investigación.

Una monografía no debe basarse en la pregunta de investigación del alumno/a de la evaluación interna de Sistemas Ambientales y Sociedades.

Orientación y autoría original

La investigación individual (NM y NS) presentada para la evaluación interna debe ser un trabajo original del alumno o alumna. Sin embargo, no se pretende que los alumnos/as decidan el título o el tema y se les deje trabajar en el componente de evaluación interna sin ningún tipo de apoyo por parte del profesor/a. El profesorado debe desempeñar un papel importante en las etapas de planificación y elaboración del trabajo de evaluación interna. Es responsabilidad del profesorado asegurarse de que los alumnos/as están familiarizados con:

- Los requisitos del tipo de trabajo que se va a evaluar internamente
- La publicación *Directrices del IB sobre la experimentación científica*
- Los criterios de evaluación; cada estudiante debe entender que el trabajo que presente para su evaluación debe abordar estos criterios eficazmente.

Docentes y estudiantes deben discutir el trabajo que se va a evaluar internamente. Se debe animar al alumnado a dirigirse a su profesor o profesora en busca de consejos e información y no se les debe penalizar por solicitar orientación. Como parte del proceso de aprendizaje, los profesores/as deben leer un borrador del trabajo y asesorar a sus estudiantes al respecto. Deben asesorar a sus estudiantes oralmente o por escrito sobre la manera de mejorar el trabajo, pero no deben editar el borrador. La siguiente versión que se entregue al profesor/a debe ser la versión final.

El profesorado tienen la responsabilidad de asegurarse de que cada estudiante entienda el significado y la importancia de los conceptos relacionados con la integridad académica, especialmente los de autoría original y propiedad intelectual. Deben verificar que todos los trabajos que los alumnos/as entreguen para evaluación se hayan preparado conforme a los requisitos, y deben explicarles claramente que el trabajo que se evalúe internamente debe ser original en su totalidad. Cuando se permita la colaboración entre estudiantes, debe quedarles clara la diferencia entre colaboración y colusión.

Cada docente debe verificar la autoría original de todo trabajo que se envíe al IB para su moderación o evaluación, y no deben enviar ningún trabajo que constituya (o sospechen que constituye) un caso de conducta impropia. Cada estudiante debe confirmar que el trabajo es original (es decir, que es obra suya) y que es la versión final. Una vez que el alumno o alumna ha entregado oficialmente la versión final de su trabajo no puede pedir que se lo devuelvan para modificarlo. El requisito de confirmar la originalidad del trabajo se aplica al trabajo de todos los alumnos y alumnas, y no solo de quienes formen parte de la muestra que se enviará al IB para la moderación. Para obtener más información, consulte las publicaciones del IB *Política de integridad académica*, *El Programa del Diploma: de los principios a la práctica* y el reglamento general pertinente (contenido en *Procedimientos de evaluación del Programa del Diploma*).

La autoría de los trabajos se puede comprobar discutiendo su contenido con el alumno/a y analizando en detalle uno o varios de los siguientes aspectos:

- La propuesta inicial del alumno/a
- El primer borrador del trabajo escrito
- Las referencias bibliográficas citadas
- El estilo de redacción, comparado con trabajos que se sabe que ha realizado el alumno/a
- El análisis del trabajo con un servicio en línea de detección de plagio como, por ejemplo, www.turnitin.com

No se permite presentar un mismo trabajo para la evaluación interna y la Monografía.

Trabajo en grupo

Se permite que los alumnos/as colaboren en relación con la pregunta de investigación y el desarrollo de la metodología de la investigación. Los alumnos/as pueden ayudarse entre sí (en grupos de tres o menos).

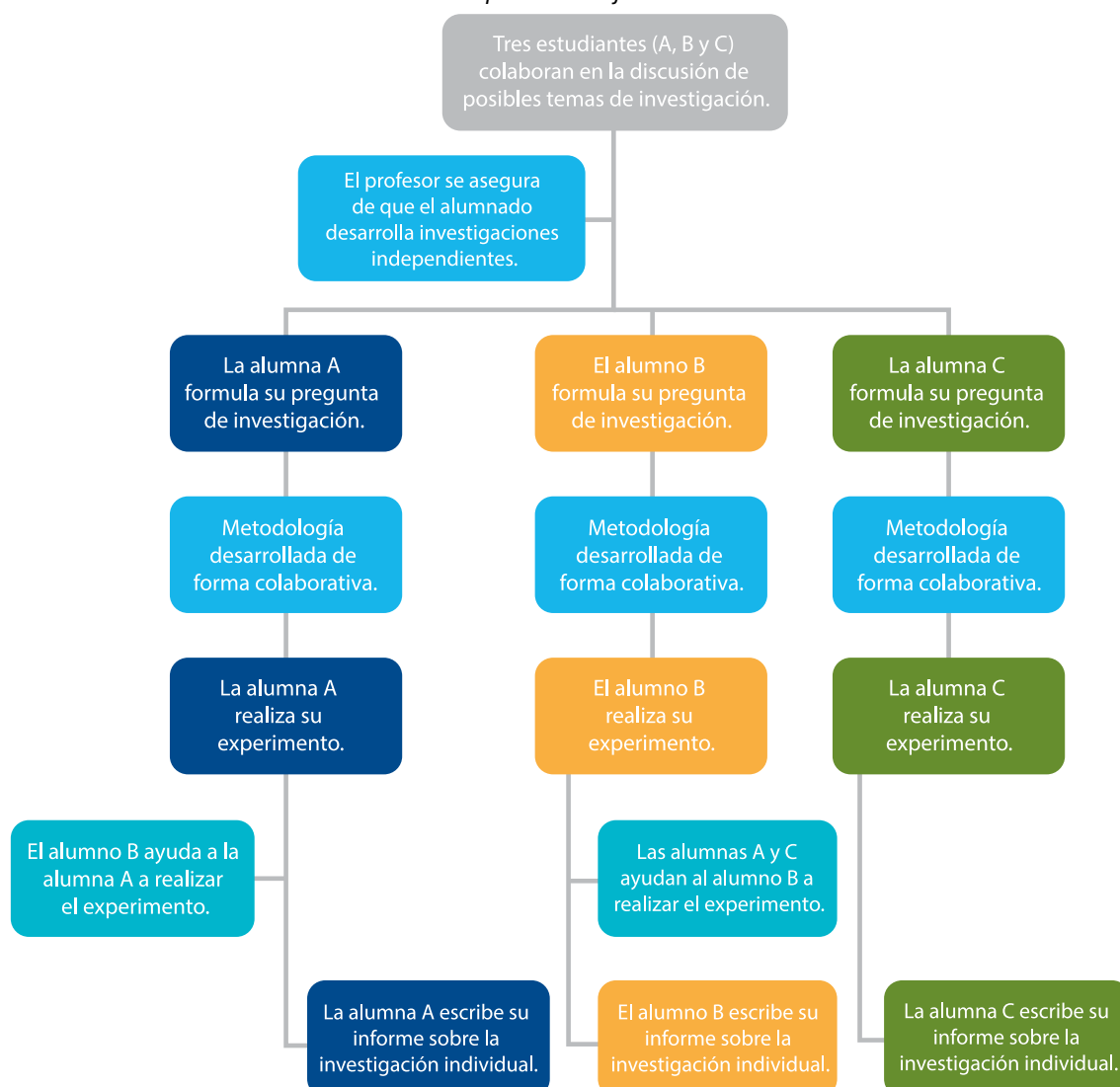
Cada estudiante debe desarrollar una pregunta de investigación propia y una metodología con unos datos únicos.

La metodología desarrollada para responder la pregunta de investigación individual puede ser, en parte, el resultado de una actividad colaborativa. Por ejemplo, un alumno/a que forme parte de un grupo investiga su pregunta de investigación individual manipulando un elemento de los siguientes:

- Una variable independiente distinta de las elegidas por otros miembros del grupo
- La misma variable independiente, con una variable dependiente distinta de las elegidas por otras personas del grupo
- Datos distintos de los elegidos por otras personas del grupo a partir de un conjunto más amplio de datos adquiridos de forma colaborativa.

En este contexto, el trabajo colaborativo se permite a condición de que el informe final presentado para su evaluación lo realice individualmente cada estudiante. No se permiten los informes escritos en grupo. Toda la redacción, incluida la descripción de la metodología, debe hacerse de manera individual.

Figura 5
Posible vía para el trabajo colaborativo



Colaboración en clase para crear una base de datos

Un colegio puede tomar parte en una actividad a gran escala consistente en obtener datos para generar una base de datos utilizando protocolos estandarizados. Si un alumno/a decide utilizar esta base de datos para responder su pregunta de investigación, entonces debe considerarse que se trata de una investigación realizada a partir de una base de datos. En tal caso, la metodología debe centrarse en la manera en que se filtran y muestrean los datos de toda la base de datos, del mismo modo que si los datos procedieran exclusivamente de una fuente externa.

Distribución del tiempo

La evaluación interna es una parte fundamental de la asignatura de Sistemas Ambientales y Sociedades y representa un 25 % de la evaluación final en el NM y un 20 % en el NS. La diferencia en el porcentaje del total de la evaluación se refleja en el tiempo que se dedica a enseñar los conocimientos, las habilidades y la comprensión necesarios para llevar a cabo el trabajo de evaluación interna, así como en el tiempo total dedicado a realizar el trabajo.

El tiempo asignado a la actividad de evaluación interna es de 10 horas. En estas horas se deberá incluir:

- Tiempo para que cada docente explique a sus estudiantes los requisitos de la evaluación interna
- Tiempo para consultas entre el profesor/a y cada estudiante para discutir la pregunta de investigación antes de que se lleve a la práctica la investigación individual
- Tiempo dedicado al desarrollo de una metodología apropiada y la obtención de datos (aunque la metodología podría desarrollarse en grupo, el informe será redactado de forma individualizada y por separado: véase el apartado “[Trabajo en grupo](#)”)
- Tiempo dedicado a revisar, supervisar y respaldar el progreso.

Debe tenerse en cuenta que durante la etapa de consulta, el profesor/a asesorará a sus estudiantes para brindarles apoyo pero no deberá sugerirles qué investigar ni cómo llevar a cabo la investigación. Antes de la entrega final, cada docente debe también facilitar a sus estudiantes comentarios formativos en un borrador del informe escrito.

Requisitos y recomendaciones de seguridad

Es responsabilidad de todas la personas que trabajan en la enseñanza de las ciencias el comprometerse de forma permanente a que los trabajos prácticos se realicen de forma segura y saludable.

Las prácticas y protocolos de trabajo deben proteger eficazmente al alumnado y el medio ambiente. Los colegios deberán ajustarse a las directrices nacionales o locales, que difieren de un país a otro. El [Material de ayuda al profesor de Sistemas Ambientales y Sociedades](#) proporciona orientación adicional.

Uso de los criterios de evaluación en la evaluación interna

Se ha establecido una serie de criterios de evaluación para la evaluación interna. Cada criterio de evaluación cuenta con descriptores que describen un nivel de logro específico y equivalen a un determinado rango de puntos. Los descriptores de nivel se centran en aspectos positivos, aunque, en los niveles más bajos, la descripción puede mencionar la falta de logros.

El profesorado debe valorar el trabajo de evaluación interna del NM y del NS con relación a los criterios, utilizando los descriptores de nivel.

- Se utilizan los mismos criterios de evaluación para el NM y el NS.
- El propósito es encontrar, para cada criterio, el descriptor que exprese de la forma más adecuada el nivel de logro alcanzado por el alumno/a. Esto implica que, cuando un trabajo muestre niveles de logro distintos para los diferentes aspectos de un criterio, se deben compensar dichos niveles. La puntuación asignada debe ser aquella que refleje más justamente el logro general de los aspectos del criterio. No es necesario cumplir todos los aspectos de un descriptor de nivel para obtener la puntuación correspondiente.
- Al evaluar un trabajo, cada docente debe leer los descriptores de cada criterio hasta llegar al descriptor que describa de manera más apropiada el nivel del trabajo que se está evaluando. Si un trabajo parece estar entre dos descriptores, se deben leer de nuevo ambos descriptores y elegir el que mejor describa el trabajo.
- En los casos en que un descriptor de nivel comprenda dos o más puntuaciones, el equipo docente debe conceder las puntuaciones más altas si el trabajo demuestra en gran medida las cualidades descritas; el trabajo puede estar cerca de alcanzar las puntuaciones del descriptor de nivel superior. Se deben conceder las puntuaciones más bajas si el trabajo demuestra en menor medida las cualidades descritas; el trabajo puede estar cerca de alcanzar las puntuaciones del descriptor de nivel inferior.
- Solamente deben utilizarse números enteros y no puntuaciones parciales, como fracciones o decimales.
- No se debe pensar en términos de aprobado o no aprobado, sino concentrarse en identificar el descriptor apropiado para cada criterio de evaluación.

- Los descriptores de nivel más altos no implican un trabajo perfecto: deben estar al alcance de los alumnos y alumnas. Los profesores/as no deben dudar en conceder los niveles extremos si describen apropiadamente el trabajo que se está evaluando.
- Un alumno/a que alcance un nivel de logro alto en un criterio no necesariamente alcanzará niveles altos en los demás criterios. Igualmente, un alumno o alumna que alcance un nivel de logro bajo en un criterio no necesariamente alcanzará niveles bajos en los demás criterios. El profesorado no debe suponer que la evaluación general de sus estudiantes debe dar como resultado una distribución determinada de puntuaciones.
- Se recomienda que el alumnado tenga acceso a los criterios de evaluación.

Descripción detallada de la evaluación interna: NM y NS

La investigación individual

NM

Duración: 10 horas

Porcentaje del total de la evaluación: 25 %

NS

Duración: 10 horas

Porcentaje del total de la evaluación: 20 %

Requisitos

La investigación individual es una tarea abierta en la que el alumno/a obtiene y analiza datos para responder la pregunta de investigación de su propia autoría. Se utilizan los mismos requisitos para el NM y el NS. La investigación individual cubre los objetivos de evaluación 1, 2, 3 y 4.

El resultado de la investigación individual se evaluará a través de un informe escrito. El informe debe tener un total de 3.000 palabras como máximo.

El cómputo de palabras no incluye:

- Gráficos y diagramas
- Tablas de datos
- Ecuaciones, fórmulas y cálculos
- Citas y referencias (entre paréntesis, numeradas, notas a pie de página o notas al final)
- Bibliografía
- Encabezados

Al comienzo del informe, se debe indicar la siguiente información:

- Título de la investigación
- Código personal del alumno/a del IB (alfanumérico, por ejemplo: xyz123)
- Códigos personales de todos los alumnos/as que componen el grupo (si procede)
- Número de palabras

No es obligatorio que el trabajo tenga una portada ni un índice.

Criterios de evaluación interna: NM y NS

Hay seis criterios de evaluación interna para la investigación de Sistemas Ambientales y Sociedades.

A: Pregunta de investigación e indagación	B: Estrategia	C: Método	D: Tratamiento de datos	E: Análisis y conclusión	F: Evaluación
4 puntos	4 puntos	4 puntos	6 puntos	6 puntos	6 puntos

Cada docente debe leer la orientación acerca del uso de los criterios de evaluación indicada en el apartado “Uso de los criterios de evaluación en la evaluación interna” antes de empezar a corregir. También es esencial conocer la puntuación de los puntos de referencia que figuran en el [Material de ayuda al profesor de Sistemas Ambientales y Sociedades](#). El significado concreto de los términos de instrucción que se utilizan en los criterios se puede encontrar en el glosario de esta guía.

Criterio A: Pregunta de investigación e indagación

Este criterio evalúa la medida en que el alumno o alumna establece y explora una cuestión ambiental (ya sea local o global) para una investigación y desarrolla dicha cuestión para formular una pregunta de investigación pertinente y centrada. (Puntuación máxima: 4 puntos)

Puntuación	Descriptor de nivel
0	El informe no alcanza ninguno de los niveles especificados por los descriptores que figuran a continuación.
1-2	El informe: - Describe una cuestión o un tema ambiental local o global pero con errores u omisiones que muestran una comprensión limitada - Formula una pregunta de investigación que no está centrada o no está relacionada con la cuestión o el tema ambiental elegidos.
3-4	El informe: - Explica una cuestión o un tema ambiental local o global con suficiente investigación de contexto para respaldar la pregunta de investigación - Formula una pregunta de investigación centrada que aborda la cuestión o el tema ambiental elegidos.

Aclaraciones para el criterio Pregunta de investigación e indagación

Si la pregunta de investigación no está centrada es posible que no pueda abordarse de forma adecuada dentro del límite de palabras fijado (3.000 palabras).

Investigación de contexto: por ejemplo, una revisión de la bibliografía especializada o la consideración de una teoría o un modelo. Las citas de los materiales publicados deben ser lo suficientemente detalladas como para permitir la localización de las fuentes.

Hay orientación adicional disponible en el [Material de ayuda al profesor de Sistemas Ambientales y Sociedades](#).

Criterio B: Estrategia

Este criterio evalúa en qué medida comprende el alumnado cómo las tensiones entre las distintas perspectivas pueden afectar los resultados ambientales o sociales de una estrategia que aborda una cuestión central de su investigación. (Puntuación máxima: 4 puntos)

Puntuación	Descriptor de nivel
0	El informe no alcanza ninguno de los niveles especificados por los descriptores que figuran a continuación.
1-2	El informe:

Puntuación	Descriptor de nivel
	- Indica una estrategia existente o en desarrollo que aborda una cuestión ambiental relacionada con la pregunta de investigación. - Describe una tensión entre diferentes perspectivas (económica, social, cultural, política o ambiental) resultante de dicha estrategia.
3-4	El informe: - Describe una estrategia existente o en desarrollo que aborda una cuestión ambiental relacionada con la pregunta de investigación. - Explica una tensión entre diferentes perspectivas (económica, social, cultural, política o ambiental) resultante de dicha estrategia.

Aclaraciones para el criterio Estrategia

La estrategia o cuestión ambiental explorada puede diferir de la explorada en la investigación. Sin embargo, la cuestión debe tener una conexión con la pregunta de investigación creíble y claramente presentada.

Las tensiones surgen de los objetivos y necesidades potencialmente contrapuestos de grupos con puntos de vista diferentes.

Hay orientación adicional disponible en el [Material de ayuda al profesor de Sistemas Ambientales y Sociedades](#).

Criterio C: Método

Este criterio evalúa en qué medida el alumno o alumna ha desarrollado un método apropiado y repetible para obtener datos pertinentes para la pregunta de investigación. Los datos pueden ser primarios o secundarios, cualitativos o cuantitativos. (Puntuación máxima: 4 puntos)

Puntuación	Descriptor de nivel
0	El informe no alcanza ninguno de los niveles especificados por los descriptores que figuran a continuación.
1-2	- El informe describe un método que no es repetible. - El método no permite obtener suficientes datos para abordar la pregunta de investigación.
3-4	- El informe describe un método repetible. - El método permite obtener suficientes datos para responder la pregunta de investigación.

Aclaraciones para el criterio Método

Un método que sea repetible debe incluir información detallada suficiente para permitir que una tercera persona reproduzca la investigación.

La descripción del método debe incluir el montaje o configuración y la contribución del alumno/a, las técnicas empleadas para muestreos, sondeos, evaluaciones de impacto etc. y el modo de obtención de los datos.

Una investigación descriptiva basada en bibliografía que solo consista en una revisión de la literatura especializada no se puede considerar un método repetible.

Hay orientación adicional disponible en el [Material de ayuda al profesor de Sistemas Ambientales y Sociedades](#).

Criterio D: Tratamiento de datos

Este criterio evalúa la medida en que el alumno o alumna ha comunicado y procesado los datos eficazmente y de maneras pertinentes para la pregunta de investigación. El alumno/a debe emplear técnicas asociadas al método de indagación apropiado de las ciencias experimentales o sociales. (Puntuación máxima: 6 puntos)

Puntuación	Descriptor de nivel
0	El informe no alcanza ninguno de los niveles especificados por los descriptores que figuran a continuación.
1-2	- La comunicación de los datos brutos y procesados no es clara. - Las técnicas empleadas para procesar los datos brutos conducen a hallazgos que no abordan la pregunta de investigación. - Los datos brutos se han procesado con errores importantes.
3-4	- La comunicación de los datos brutos y procesados es clara. - Las técnicas empleadas para procesar los datos brutos conducen a hallazgos que no abordan por completo la pregunta de investigación. - Los datos brutos se han procesado con algunos errores menores.
5-6	- La comunicación de los datos brutos y procesados es clara y detallada. - Las técnicas empleadas para procesar los datos brutos conducen a hallazgos que abordan por completo la pregunta de investigación. - Los datos brutos se han procesado correctamente.

Aclaraciones para el criterio Tratamiento de datos

Los **errores menores** (los que no afectan a la conclusión) no deben impedir que un informe obtenga la puntuación máxima para el criterio o nivel de desempeño.

Los **datos** pueden ser primarios o secundarios, cualitativos o cuantitativos.

Comunicación **clara** significa que la presentación o el método de procesamiento se puede comprender fácilmente, incluyendo información apropiada tal como la rotulación de gráficos y tablas o el uso de unidades, cifras decimales y cifras significativas, si procede.

Los **datos brutos** presentados podrían ser una muestra, si hay una gran cantidad de datos obtenidos, por ejemplo, de resultados de sondeos o de registro de datos; los datos restantes se pueden incluir en un apéndice.

Hay orientación adicional disponible en el [Material de ayuda al profesor de Sistemas Ambientales y Sociedades](#).

Criterio E: Análisis y conclusión

Este criterio evalúa en qué medida el alumno o alumna ha interpretado los datos de maneras pertinentes para la pregunta de investigación. Los patrones que reflejan los datos se han destacado e interpretado correctamente para obtener una conclusión válida. (Puntuación máxima: 6 puntos)

Puntuación	Descriptor de nivel
0	El informe no alcanza ninguno de los niveles especificados por los descriptores que figuran a continuación.
1-2	- El análisis identifica los patrones o las tendencias en los datos que son pertinentes para la pregunta de investigación. - La conclusión no aborda la pregunta de investigación o no está respaldada por el análisis presentado.

Puntuación	Descriptor de nivel
3-4	- El análisis describe los patrones o las tendencias en los datos que son pertinentes para la pregunta de investigación, incluyendo algunas medidas de sesgo, fiabilidad, validez e incertidumbre. - La conclusión aborda la pregunta de investigación y está parcialmente respaldada por el análisis presentado.
5-6	- El análisis explica todos los patrones y tendencias en los datos que son pertinentes para la pregunta de investigación, incluyendo las medidas de sesgo, fiabilidad, validez e incertidumbre. - La conclusión aborda la pregunta de investigación y está respaldada por el análisis presentado.

Aclaraciones para el criterio Análisis y conclusión

Una **conclusión respaldada** debe incluir medidas de sesgo, fiabilidad, validez e incertidumbre.

Hay orientación adicional disponible en el [Material de ayuda al profesor de Sistemas Ambientales y Sociedades](#).

Criterio F: Evaluación

Este criterio evalúa en qué medida el alumno o alumna lleva a cabo una evaluación de la investigación. (Puntuación máxima: 6 puntos)

Puntuación	Descriptor de nivel
0	El informe no alcanza ninguno de los niveles especificados por los descriptores que figuran a continuación.
1-2	La evaluación: - Menciona limitaciones metodológicas o puntos débiles muy genéricos que afectan a la conclusión - Menciona mejoras para el método que abordan las limitaciones o los puntos débiles identificados - Menciona preguntas genéricas sin resolver que surgen la investigación.
3-4	La evaluación: - Describe limitaciones metodológicas o puntos débiles que afectan a la conclusión - Describe mejoras para el método que abordan las limitaciones o los puntos débiles identificados - Esboza preguntas sin resolver que surgen la investigación.
5-6	La evaluación: - Evalúa limitaciones metodológicas o puntos débiles específicos que afectan a la conclusión - Evalúa mejoras para el método que abordan las limitaciones o los puntos débiles - Describe preguntas sin resolver que surgen la investigación y que afectan a la conclusión.

Aclaraciones para el criterio Evaluación

Una metodología **genérica** significa que atañe a varias metodologías y no es específicamente pertinente a la metodología de la investigación que se está evaluando.

Aclaraciones para el criterio Evaluación

Los **puntos débiles** de la metodología se refieren a cuestiones relativas al control de las variables o a la precisión de las mediciones.

Las **limitaciones** pueden referirse a cómo la conclusión tiene un alcance limitado por el rango de datos obtenidos, los límites del sistema o la aplicabilidad de los supuestos realizados.

Hay orientación adicional disponible en el [*Material de ayuda al profesor de Sistemas Ambientales y Sociedades*](#).

Glosario de términos de instrucción

Términos de instrucción para Sistemas Ambientales y Sociedades

El alumnado deberá familiarizarse con los siguientes términos y expresiones clave utilizados en las preguntas de examen, que deberán comprenderse tal y como se describen a continuación. Aunque estos términos se usarán frecuentemente en las preguntas de examen, también podrán usarse otros términos con el fin de guiar al alumnado para que presente un argumento de una manera específica.

Estos términos de instrucción indican el grado de profundidad en el tratamiento de un aspecto.

Objetivo de evaluación 1

Definir	Dar el significado exacto de una palabra, frase, concepto o magnitud física.
Dibujar con precisión	Representar a lápiz por medio de un diagrama o un gráfico precisos y rotulados. Se debe utilizar la regla para las líneas rectas. Los diagramas se deben dibujar a escala. En los gráficos, cuando el caso lo requiera, los puntos deben aparecer correctamente situados y unidos, bien por una línea recta o por una curva suave.
Enumerar	Proporcionar una lista de respuestas cortas sin ningún tipo de explicación.
Indicar	Especificar un nombre, un valor o cualquier otro tipo de respuesta corta sin aportar explicaciones ni cálculos.
Medir	Obtener el valor de una cantidad o magnitud.
Rotular	Añadir rótulos o encabezamientos a un diagrama.

Objetivo de evaluación 2

Anotar	Añadir notas breves a un diagrama o gráfico.
Aplicar	Utilizar una idea, ecuación, principio, teoría o ley con relación a una cuestión o problema determinados.
Calcular	Obtener una respuesta numérica y mostrar las operaciones pertinentes.
Describir	Exponer detalladamente.
Distinguir	Indicar de forma clara las diferencias entre dos o más conceptos o elementos.
Estimar	Obtener un valor aproximado.
Identificar	Dar una respuesta entre un número de posibilidades.
Interpretar	Utilizar el conocimiento y la comprensión para reconocer tendencias y extraer conclusiones a partir de información determinada.
Resumir	Exponer brevemente o a grandes rasgos.

Objetivos de evaluación 3 y 4

Analizar	Separar (las partes de un todo) hasta llegar a identificar los elementos esenciales o la estructura.
Comentar	Emitir un juicio basado en un enunciado determinado o en el resultado de un cálculo.
Comparar y contrastar	Exponer las semejanzas y diferencias entre dos (o más) elementos o situaciones refiriéndose constantemente a ambos (o a todos).
Deducir	Establecer una conclusión a partir de la información suministrada.
Demostrar	Aclarar mediante razonamientos o datos, ilustrando con ejemplos o aplicaciones prácticas.
Derivar	Manipular una relación matemática para obtener una nueva ecuación o relación.
Determinar	Obtener la única respuesta posible.
Dibujar aproximadamente	Representar por medio de un diagrama o gráfico (rotulados si fuese necesario). El dibujo deberá dar una idea general de la figura o relación que se pide y deberá incluir las características pertinentes.
Discutir	Presentar una crítica equilibrada y bien fundamentada que incluya una serie de argumentos, factores o hipótesis. Las opiniones o conclusiones deberán presentarse de forma clara y respaldarse mediante pruebas adecuadas.
Diseñar	Idear un plan, una simulación o un modelo.
Elaborar	Mostrar información de forma lógica o con un diagrama.
¿En qué medida...?	Considerar la eficacia u otros aspectos de un argumento o concepto. Las opiniones y conclusiones deberán presentarse de forma clara y justificarse mediante pruebas apropiadas y argumentos sólidos.
Evaluar	Realizar una valoración de los puntos fuertes y débiles.
Examinar	Considerar un argumento o concepto de modo que se revelen los supuestos e interrelaciones inherentes a la cuestión.
Explicar	Exponer detalladamente las razones o causas de algo.
Justificar	Proporcionar razones o pruebas válidas que respalden una respuesta o conclusión.
Predecir	Dar un resultado esperado.
Sugerir	Proponer una solución, una hipótesis u otra posible respuesta.

Bibliografía

- ADAMS, W. M. *The future of sustainability: Re-thinking environment and development in the twenty-first century* [Informe de la Reunión de Pensadores de Renombre de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza y de los Recursos Naturales (UICN)]. The World Conservation Union. Gland, Suiza, 29-31 de enero de 2006.
- ADAMS, W. M.; JEANRENAUD, S. J. *Transition to sustainability: Towards a humane and diverse world*. UICN, 2008.
- ALMOND, R. E. A.; GROOTEN, M.; JUFFE BIGNOLI, D.; PETERSEN, T. (Eds). *Living Planet Report 2022 – Building a nature-positive society*. WWF, 2022.
- BACHILLERATO INTERNACIONAL. *El Programa de los Años Intermedios: de los principios a la práctica*. 7.ª ed. Organización del Bachillerato Internacional, 2014.
- BAUWENS, T. "Are the circular economy and economic growth compatible? A case for post-growth circularity". En *Resources, Conservation & Recycling*, 175(4), 1–3. 2021. <<https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2021.105852>>
- BENDELL, J.; READ, R. (Eds.). *Deep adaptation: Navigating the realities of climate change*. Polity, 2021.
- BERNERS-LEE, M. *How bad are bananas?: The carbon footprint of everything*. Green Books, 2010.
- BIESTA, G. "Transcendence, revelation, and the constructivist classroom: Or, in praise of teaching". En *Philosophy of Education*, 67, pp. 358-365. 2011. <<https://doi.org/10.47925/2011.358>>
- BOSSCHAERT, T. *Symbiosis in development: Making new futures possible*. Except Sustainability Academy, 2010-2019.
- BREGMAN, R. *Humankind: A hopeful history*. Bloomsbury Publishing plc., 2021.
- CARVER, S. "Making real space for nature: A continuum approach to UK conservation". En *ECOS*, 35(3/4), pp. 4-14. 2014.
- CHIRAS, D. D. *Environmental science*. 8.ª ed. Jones and Bartlett Publishers, 2009.
- CLARK, S. G.; WALLACE, R. L. Integration and interdisciplinarity: Concepts, frameworks, and education. En *Policy Sciences*, 48, pp. 233-255. 2015. <<https://doi.org/10.1007/s11077-015-9210-4>>
- CLAY, J. (Director). *Breaking boundaries: The science of our planet* [Película]. Netflix, 2021. <<https://www.netflix.com/de-en/title/81336476>>
- COMMON WORLDS RESEARCH COLLECTIVE. *Learning to become with the world: Education for future survival* [Programa y documento de reunión]. UNESCO, 2020. <<https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000374032>> [Consulta el 27-3-2023]
- COOK, J. "How do we stop the spread of science denial?" En *Education in Science*, 262, 16. 2015.
- COOPER, C. *Citizen science: How ordinary people are changing the face of discovery*. Abrams Press, 2016.
- CURRY, P. (rev.). *Ecological ethics: An introduction* (Capítulo 8: Dark green or deep (ecocentric) ethics). 2014. <<http://ruby.fgcu.edu/courses/twimberley/EnviroPhilo/currypdf.pdf>> [Consulta: 27-3-2023]
- DÍAZ, S.; SETTELE, J.; BRONDÍZIO, E.; NGO, H. T.; GUÈZE, M., et al. *Summary for policymakers of the global assessment report on biodiversity and ecosystem services of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services*. Intergovernmental Science Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services. 2019. <http://www.mari-odu.org/academics/2018su_Leadership/commons/library/Summary%20for%20Policymakers%20IPBES%20Global%20Assessment.pdf> [Consulta: 27-3-2023]
- DOMMERHOLT, E. *Towards the circular economy and beyond: Implications of an ongoing transition for the professorship Biobased Business Valorization at the Hanze University of Applied Sciences Groningen*. Hanze University of Applied Sciences Groningen, 2021. <<https://research.hanze.nl/ws/portalfiles/portal/35977420/>>

- HANZE_21_0187_Lectorale_Rede_Towards_the_Circular_Economy_and_Beyond_LR.pdf> [Consulta: 27-3-2023]
- DOUGHNUT ECONOMICS ACTION LAB. *Doughnut diagrams in 25+ languages*. Doughnut Economics Action Lab, 2020. <<https://doughnuteconomics.org/tools/65>> [Consulta: 27-3-2023]
- DOUGHNUT ECONOMICS ACTION LAB. *Get animated! Introducing the seven ways*. Doughnut Economics Action Lab, 2020. <<https://doughnuteconomics.org/tools/2>> [Consulta: 27-3-2023]
- DOUGHNUT ECONOMICS ACTION LAB. *Introduction to distributive design* [Video]. YouTube, 2022. <<https://youtu.be/xYrdOpaMQHl>>
- DOUGHNUT ECONOMICS ACTION LAB. *Introduction to regenerative design* [Video]. YouTube, 2022. <<https://youtu.be/OY0meOEzifl>>
- DOUGHNUT ECONOMICS ACTION LAB. *Meet the economy* [Video]. YouTube, 2022. <<https://www.youtube.com/watch?v=ZLnAXNbtcZQ>>
- ELLEN MACARTHUR FOUNDATION. *Explaining the circular economy and how society can rethink progress* [Video]. YouTube, 2011. <<https://youtu.be/zCRKvDyyHml>>
- ELLEN MACARTHUR FOUNDATION. *The butterfly diagram: Visualising the circular economy*. Ellen MacArthur Foundation, 2019. <<https://ellenmacarthurfoundation.org/circular-economy-diagram>> [Consulta: 27-3-2023]
- ELLEN MACARTHUR FOUNDATION. *Ellen MacArthur on the basics of the circular economy* [Video]. YouTube, 2020. <<https://youtu.be/NBEvJwTxs4w>>
- ELLEN MACARTHUR FOUNDATION. *It's time for a circular economy*. Ellen MacArthur Foundation, 2023. <<https://ellenmacarthurfoundation.org/>> [Consulta: 27-3-2023]
- ELLEN MACARTHUR FOUNDATION. *Teaching resources*. Ellen MacArthur Foundation, 2023. <<https://ellenmacarthurfoundation.org/resources/education-and-learning/teaching-resources>> [Consulta: 27-3-2023]
- ELSEVIER FOUNDATION. *The power of data to advance the SDGs: Mapping research for the sustainable development goals*. Elsevier and RELX Group, SDG Resource Centre, 2020.
- FARAHBAKHSI, I.; BAUCH, C. T.; ANAND, M. "Modelling coupled human–environment complexity for the future of the biosphere: Strengths, gaps and promising directions". En *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, 377, pp. 1-13. 2022. <<https://doi.org/10.1098/rstb.2021.0382>>
- FORUM FOR THE FUTURE. *What is sustainability?* Forum for the Future (sin fecha). <<https://www.forumforthefuture.org/faqs/what-is-sustainability#:~:text=Sustainable%20development%20means%20being%20able,to%20fulfil%20their%20own%20needs>> [Consulta: 4-4-2023]
- FOSTER, J. "Making sense of stewardship: Metaphorical thinking and the environment". En *Environmental Education Research*, 11(1), pp. 25-36. 2005. <<https://doi.org/10.1080/1350462042000328721>>
- FREYDONT-ATTIE, J. (Director). *The cross of the moment* 2015. [Documental].
- GATES, B. *How to avoid a climate disaster: The solutions we have and the breakthroughs we need*. Penguin Books, 2022.
- GOUGH, S.; SCOTT, W.; STABLES, A. "Beyond O'Riordan: Balancing anthropocentrism and ecocentrism". En *International Research in Geographical and Environmental Education*, 9(1), pp. 36-47. 2000. <<https://doi.org/10.1080/10382040008667628>>
- HARLEN, W. "Working towards big ideas of science education". En *Education in Science*, 242, p. 20. 2011.
- HICKMAN, C.; MARKS, E.; PIHKALA, P.; CLAYTON, S.; LEWANDOWSKI, R. E.; MAYALL, E. "Climate anxiety in children and young people and their beliefs about government responses to climate change: A global survey". En *The Lancet Planetary Health*, 5(12), e863–e873. 2021. <[https://doi.org/10.1016/s2542-5196\(21\)00278-3](https://doi.org/10.1016/s2542-5196(21)00278-3)>
- HOLMES, T.; BLACKMORE, E.; HAWKINS, R.; WAKEFORD, T. *The common cause handbook: A guide to values and frames for campaigners, community organisers, civil servants, fundraisers, educators, social entrepreneurs, activists, funders, politicians, and everyone in between*. Public Interest Research Centre, 2011.

- HOWARTH, S.; SLINGSBY, D. "Biology fieldwork in school grounds: A model of good practice in teaching science". En *School Science Review*, 87(320), pp. 99-105. 2006. <<https://eprints.worc.ac.uk/id/eprint/2076>>
- HUCKLE, J. "Realizing sustainability in changing times". En J. Huckle y S. Sterling (Eds.), *Education for sustainability* pp. 3-17. Earthscan, 1996.
- INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC). *Synthesis report of the sixth assessment report: A report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. IPCC, 2023. <<https://www.ipcc.ch/ar6-syr/>> [Consulta: 3-4-2023]
- IPBES. *Report of the plenary of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services on the work of its ninth session* [Programa y documento de reunión]. Plenario de la Plataforma Intergubernamental Científico-Normativa sobre Diversidad Biológica y Servicios de los Ecosistemas, 3-9 de julio de 2022. Bonn, Alemania.
- JAMES, P. *Urban sustainability in theory and practice: Circles of sustainability*. Routledge, 2015.
- JICKLING, B.; WALS, A. E. J. "Globalization and environmental education: Looking beyond sustainable development". En *Journal of Curriculum Studies*, 40(1), pp. 1-21. 2008. <<https://doi.org/10.1080/00220270701684667>>
- KAHN, R. *Critical pedagogy, ecoliteracy and planetary crisis: The ecopedagogy movement*. Peter Lang, 2010.
- KIDRON, A.; KALI, Y. "Boundary breaking for interdisciplinary learning". En *Research in Learning Technology*, 23. 2015. <<https://doi.org/10.3402/rlt.v23.26496>>
- KLEIN, N.. *This changes everything: Capitalism vs. the climate*. Penguin, 2014.
- KOTHARI, A.; SALLEH, A.; ESCOBAR, A.; DEMARIA, F.; ACOSTA, A. (Eds.) *Pluriverse: A post-development dictionary*. Tulika Books, 2019.
- KRZNARIC, R. *The good ancestor: How to think long term in a short-term world*. WH Allen, 2021.
- KUCERA, S. (Director). *Living in the future's past* [Documental]. Rangeland Productions, 2018.
- LENTON, T. M.; ROCKSTRÖM, J.; GAFFNEY, O.; RAHMSTORF, S.; RICHARDSON, K.; et al. "Climate tipping points —too risky to bet against". En *Nature*, 575, pp. 592-595. 2019. <<https://doi.org/10.1038/d41586-019-03595-0>>
- LORIMER, J.; DRIESSEN, C. "Experiments with the wild at the Oostvaardersplassen". En *ECOS*, 35(3/4), pp. 44-52. 2014.
- LUCKIE, D.; NEWELL, W. "Pedagogy for interdisciplinary habits of mind". En *Journal of Interdisciplinary Studies in Education*, 8(1), 6-20. 2019. <<https://doi.org/10.32674/jise.v8i1.584>>
- LYNAS, M. *Six degrees: Our future on a hotter planet*. Harper Perennial, 2008.
- LYNAS, M. *The God species: How humans really can save the planet*. Fourth Estate, 2011.
- MCDONALD, R. I.; ARONSON, M. F. J.; BEATLEY, T.; BELLER, E.; BAZO, M.; et al. "Denser and greener cities: Green interventions to achieve both urban density and nature". En *People and Nature*, 5(1), pp. 84-102. 2023. <<https://doi.org/10.1002/pan3.10423>>
- MCGUIRE, B.. *Hothouse Earth: An inhabitant's guide*. Icon Books, 2022.
- MEADOWS, D. H. *Thinking in systems: A primer*. Earthscan, 2008.
- MENKEN, S.; KEESTRA, M. (Eds.). *An introduction to interdisciplinary research: Theory and practice*. Amsterdam University Press, 2016.
- MOBERG, F.; SIMONSEN, S. H. *What is resilience? An introduction to social-ecological research*. Stockholm Resilience Centre, 2014.
- MONBIOT, G. *Heat: How we can stop the planet burning*. Penguin, 2007.
- MONBIOT, G. *Feral: Searching for enchantment on the frontiers of rewilding*. Penguin Books, 2013.
- MONBIOT, G. *Regenesi: Feeding the world without devouring the planet*. Allen Lane, 2022.
- MORTON, T. *Being ecological*. Pelican Books, 2018.
- MUNSON, B. H. "Ecological misconceptions". En *The Journal of Environmental Education*, 25(4), pp. 30-34. 1994. <<https://doi.org/10.1080/00958964.1994.9941962>>

- ODUM, E. P. *Ecology: A bridge between science and society* 3.ª ed. Oxford University Press Inc., 1997.
- O'RIORDAN, T. *Environmentalism* 2.ª ed. Pion, 1981.
- PALMER, A. *Trying to avoid sustainababble* [Notas sobre la discusión]. Reunión de revisión del currículo de Sistemas Ambientales y Sociedades. La Haya, Países Bajos. Diciembre de 2020.
- PERSSON, L.; LUNDEGÅRD, I.; WICKMAN, P. "Worry becomes hope in education for sustainable development – an action research study at a secondary school". En *Utbildning & Demokrati*, 20(1), pp. 123-144. 2011. <<https://doi.org/10.48059/uod.v20i1.946>>
- PETERSON DEL MAR, D. *Environmentalism* 2.ª ed. Routledge, 2014.
- POLMAN, J. L.; SCORNAVACCO, K. *Meanings and practices of inquiry-based teaching and learning in the International Baccalaureate*. University of Colorado Boulder y Organización del Bachillerato Internacional, 2022.
- RAHMSTORF, S. "The climate sceptics". *The state of Science: Weather catastrophes and climate change*, pp. 76-83. 2004. <http://www.pik-potsdam.de/~stefan/Publications/Other/rahmstorf_climate_sceptics_2004.pdf> [Consulta: 4-4-2023]
- RAWORTH, K. *A healthy economy should be designed to thrive, not grow* [Video]. TED, 2018. <https://www.ted.com/talks/kate_raworth_a_healthy_economy_should_be_designed_to_thrive_not_grow?language=en>
- RAWORTH, K. *Doughnut economics: Seven ways to think like a 21st-century economist*. Random House Business, 2018.
- REA, A. W.; MUNNS, W. R. "The value of nature: Economic, intrinsic, or both?" En *Integrated Environmental Assessment and Management*, 13(5), pp. 953-955. 2017. <<https://doi.org/10.1002/ieam.1924>>
- REIMERS, F. M. *Empowering students to improve the world in sixty lessons*. CreateSpace Independent Publishing Platform, 2017.
- REIMERS, F. M. (Ed). *Education and climate change: The role of universities*. Springer, 2021.
- ROCKSTRÖM, J. *10 years to transform the future of humanity—or destabilize the planet* [Video]. TED, 2020. <https://www.ted.com/talks/johan_rockstrom_10_years_to_transform_the_future_of_humanity_or_destabilize_the_planet>
- ROCKSTRÖM, J.; STEFFEN, W.; NOONE, K. J.; PERSSON, Å.; CHAPIN, F. S. III; et al. "Planetary boundaries: Exploring the safe operating space for humanity". En *Ecology and Society*, 14(2). 2009. <<https://doi.org/10.5751/es-03180-140232>>
- SDG ACADEMY. *Professional Certificate in Foundations of Sustainable Development*. EdX. <<https://www.edx.org/professional-certificate/sdgacademyx-sustainable-development>> [Consulta: 27-3-2023]
- SHEPARDSON, D. P.; NIYOGI, D.; CHOI, S.; CHARUSOMBAT, U. "Students' conceptions about the greenhouse effect, global warming, and climate change". En *Climatic Change*, 104, pp. 481-507. 2011. <<https://doi.org/10.1007/s10584-009-9786-9>>
- SMIL, V. *How the world really works: A scientist's guide to our past, present and future*. Penguin Books, 2022.
- SPAISER, V.; RANGANATHAN, S.; SWAIN, R. B.; SUMPTER, D. J. T. "The sustainable development oxymoron: Quantifying and modelling the incompatibility of sustainable development goals". En *International Journal of Sustainable Development & World Ecology*, 24(6), pp. 457-470. 2017. <<https://doi.org/10.1080/13504509.2016.1235624>>
- STEVENSON, R. B.; BRODY, M.; DILLON, J.; WALSH, A. E. J. *International handbook of research on environmental education*. American Educational Research Association, Routledge Publishers, 2013.
- STIBBE, A. *The handbook of sustainability literacy: Skills for a changing world*. GreenBooks, 2009.
- STOCKHOLM RESILIENCE CENTRE. *Planetary boundaries*. Stockholm University, 2022. <<https://stockholmuniversit.app.box.com/s/5rc9wwwzv3c03ghgawckjflno77zptd0>> [Consulta: 27-3-2023]
- STROH, D. P. *Systems thinking for social change: A practical guide to solving complex problems, avoiding unintended consequences, and achieving lasting results*. Chelsea Green Publishing, 2015.
- THE INSTITUTION OF ENVIRONMENTAL SCIENCES. "Education: A journey through environmental science". En *Journal of the Institution of Environmental Sciences*, 20(2). 2011.

- THOMPSON, P. B.; NORRIS, P. E. *Sustainability: What everyone needs to know*. Oxford University Press, 2021.
- THUNBERG, G. *The climate book*. Allen Lane, 2022.
- TREE, I. *Wilding: The return of nature to a British farm*. Picador, 2019.
- TRUDGILL, S. T. *Barriers to a better environment: What stops us solving environmental problems?* Belhaven Press, 1990.
- UNESCO & UNESCO ASSOCIATED SCHOOLS. *ASPnet strategy for 2014-2021, Global network of schools addressing global challenges: Building global citizenship and promoting sustainable development* [Programa y documento de reunión]. UNESCO. París, Francia, 2014.
- UNIVERSITY OF LEEDS. *A good life for all within planetary boundaries*. University of Leeds, 2023. <<https://goodlife.leeds.ac.uk/>> [Consulta: 27-3-2023]
- WALLACE-WELLS, D. *The uninhabitable Earth: Life after warming*. Tim Duggan Books, 2019.
- WARBURTON, K. "Deep learning and education for sustainability". En *International Journal of Sustainability in Higher Education*, 4(1), pp. 44-56. 2003. <<https://doi.org/10.1108/14676370310455332>>
- WEBSTER, K.; JOHNSON, C. *Sense and sustainability: Educating for a circular economy* 2.ª ed. TerraPreta, 2010.
- ZABEL, I.; DUGGAN-HASS, D.; ROSS, R. M. *The teacher-friendly guide to climate change*. Paleontological Research Institution, 2018. <<https://www.priweb.org/science-education-programs-and-resources/teacher-friendly-guide-to-climate-change#aguide>> [Consulta: 28-3-2023]
- ZHOU, S. L.; SMULDERS, S. "Closing the loop in a circular economy: Saving resources or suffocating innovations?" En *European Economic Review*, 139. 2021. <<https://doi.org/10.1016/j.eurocorev.2021.103857>>
- ZINKUNEGI-GOITIA, O.; REKALDE-RODRÍGUEZ, I. "Employability within an education for sustainability framework: The Ocean i3 Case Study". En *Education Sciences*, 12, 277. 2022. <<https://doi.org/10.3390/educsci12040277>>

Actualizaciones de la publicación

En esta sección se describen los cambios realizados en esta publicación a lo largo de los dos últimos años. Los cambios están ordenados del más reciente al más antiguo. No se incluyen errores ortotipográficos menores.

Cambios de febrero de 2025

Programa de estudios > Contenido del programa de estudios

2.3 Ciclos biogeoquímicos

Modificación en respuesta a comentarios de las partes interesadas.

En el enunciado del programa de estudios y la orientación 2.3.21 (solo NS), se eliminó el término *fotosíntesis*, previamente incluido como una transformación en el ciclo: “Los flujos en el ciclo del nitrógeno incluyen la absorción de minerales por parte de los productores, el consumo, la excreción, la muerte, la descomposición y la amonificación. Considere diagramas de sistemas del ciclo del nitrógeno y la diferencia entre los flujos de transformaciones (descomposición y amonificación) y de transferencias”.

7.3 Residuos sólidos

Modificación en respuesta a comentarios de las partes interesadas.

En el enunciado del programa de estudios y la orientación 7.3.5 (NM y NS) se realizaron cambios para aclarar más los conceptos *semivida* y *biodegradabilidad*: “Los ecosistemas pueden absorber algunos residuos, pero la contaminación se produce cuando se añaden sustancias nocivas a un entorno a un ritmo más rápido del que se pueden degradar o transformar en sustancias inocuas. La capacidad de los ecosistemas para procesar los residuos depende de factores como la biodegradabilidad de las sustancias (la rapidez con que las descomponen los procesos biológicos) y su semivida (el tiempo que tarda la mitad de una sustancia en descomponerse o perder su actividad). Los contaminantes persistentes con semividas largas o baja biodegradabilidad se acumulan y pueden causar daños ambientales a largo plazo.”

Cambios de julio de 2024

Programa de estudios > Contenido del programa de estudios

A lo largo del programa de estudios, se ha actualizado la sección sobre conexiones entre contenidos. Se ha eliminado cualquier referencia a los temas 5.3 y 8.4, ya que no se incluyen en esta guía.

2.2 Energía y biomasa en los ecosistemas

Modificación en respuesta a comentarios de las partes interesadas.

El enunciado de contenido 2.2.21 (“Los autótrofos sintetizan compuestos de carbono a partir de fuentes inorgánicas de carbono y de otros elementos. Los heterótrofos obtienen compuestos de carbono de otros organismos”) ahora se aplica tanto al NM como al NS.

2.3 Ciclos biogeoquímicos

Modificación en respuesta a comentarios de las partes interesadas.

En el enunciado 2.3.8, “Los métodos agrícolas regenerativos” se ha reemplazado por “Algunos métodos agrícolas”, ya que la agricultura regenerativa no se estudia como contenido del Nivel Medio.

4.2 Acceso al agua, uso del agua y seguridad hídrica

Modificación en respuesta a comentarios de las partes interesadas.

En el enunciado 4.2.9, la oración “Considere cómo se puede medir el límite planetario y las posibles estrategias de mitigación para evitar cruzar dicho límite” se ha reemplazado por “Considere cómo se puede medir el límite planetario y las posibles estrategias de mitigación para que el uso del agua dulce vuelva a estar dentro del límite”.

5.1 Suelo

Modificación en respuesta a comentarios de las partes interesadas.

En el segundo párrafo del enunciado 5.1.4, se ha sustituido “minerales orgánicos” por “minerales inorgánicos”.

6.1 Introduction to the atmosphere

Modificación en respuesta a comentarios de las partes interesadas.

En el enunciado 6.1.3, la oración “Estos incluyen: vapor de agua, dióxido de carbono, metano y óxidos nitrosos (GEI) y carbono negro (aerosol)” se ha reemplazado por “Estos incluyen: vapor de agua de los gases de efecto invernadero, dióxido de carbono, metano y óxido nitroso (N₂O) y carbono negro (aerosol)”.

Cambios de marzo de 2024

Evaluación > Evaluación interna

Descripción detallada de la evaluación interna: NM y NS

Corrección de un error en la versión anterior.

En la sección “La investigación científica”, en el apartado sobre lo que se debe indicar al comienzo del informe, “Código del alumno/a del IB” se ha reemplazado por “código personal del alumno/a”.