

¡CUIDADO, INVASORAS!

Cuaderno de actividades para trabajar en el aula
la temática de las especies invasoras



Edición y publicación: LIFE INVASAQUA ©
Diseño y maquetación: Biovisual
Información de contacto: life_invasaqua@um.es
ISBN: 978-84-126598-3-2

¡CUIDADO, INVASORAS!

Cuaderno de actividades para trabajar en el aula
la temática de las especies invasoras

Enero 2023.

Autores: Celia López Cañizares¹, Ana Ruiz Navarro², Antonio Guillén Beltrán¹, Rosa Olivo del Amo¹, Laura González Munuera³, Margarida Monteiro³, Maria Joao Correia³, Rute Candeias³, Rita Silva³, Francisco José Oliva Paterna¹.

(1) Departamento de Zoología y Antropología Física. GTC - Biodiversidad y zoología aplicada a la transferencia y divulgación. Universidad de Murcia. 30100.

(2) Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales. GTC - Biodiversidad y zoología aplicada a la transferencia y divulgación. Universidad de Murcia. 30100.

(3) Associação Portuguesa de Educação Ambiental (ASPEA) - Projeto Rios.



Alburno
(*Alburnus alburnus*)

LIFE INVASAQUA

Especies exóticas invasoras de agua dulce y de sistemas estuarinos: sensibilización y prevención en la Península Ibérica.

¿Quiénes somos?

El proyecto LIFE INVASAQUA (LIFE17GIE/ES/000515) está financiado por el Programa LIFE de la Unión Europea y tiene como objetivo reducir la problemática que suponen las especies invasoras en los ecosistemas acuáticos de agua dulce y sistemas estuarinos de España y Portugal a través de la información, la formación y la sensibilización.

¿Cómo se va a hacer?

- Creando herramientas como listas de especies prioritarias, líneas estratégicas de gestión o plataformas web para apoyar y facilitar la implementación del Reglamento de la UE sobre especies exóticas invasoras.
- Mejorando la detección temprana y la respuesta rápida ante las especies invasoras mediante campañas de información, organizando cursos y jornadas dirigidas a sectores clave.
- Desarrollando actividades de comunicación y sensibilización dirigidas al público en general con campañas de voluntariado, conciencia ciudadana, concursos o exposiciones itinerantes a nivel peninsular.

Más información:

www.lifeinvasaqua.com

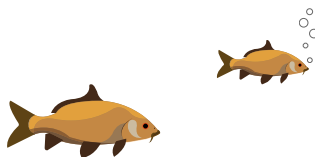
Contacto:

life_invasaqua@um.es

Síguenos en:



@LifeInvasaqua



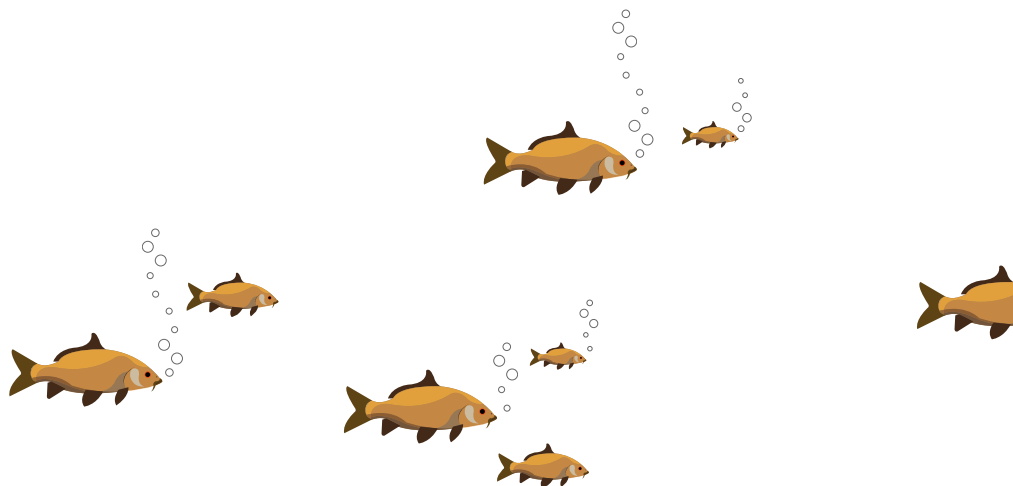
Coordinación:



Beneficiarios asociados:



Con el apoyo de:



¡CUIDADO, INVASORAS!

Cuaderno de actividades para trabajar en el aula la temática de las especies invasoras.

Este cuaderno de actividades está dirigido a la comunidad educativa. Contiene 10 secciones con actividades de enseñanza relacionadas con diversas áreas de conocimiento para trabajar la temática de las especies exóticas invasoras, tanto dentro en el aula como en el exterior.

El presente documento es una adaptación del cuaderno CONOCER PARA ACTUAR, editado en portugués por la Asociación Portuguesa de Educación Ambiental (ASPEA) en el año 2021 en el marco del proyecto LIFE INVASAQUA. Esta adaptación en castellano se ha realizado considerando las competencias y otros aspectos definitorios del currículo desarrollado en el Real Decreto 217/2022, de 29 de marzo, por el que se establece la ordenación y las enseñanzas mínimas de la Educación Secundaria Obligatoria.

Cualquier información que pueda contribuir a mejorar el presente documento será bienvenida. Por favor, envíen sus comentarios y aportaciones al correo electrónico life_invasaqua@um.es

Financiación:

Este cuaderno ha sido desarrollado en el marco de LIFE INVASAQUA (LIFE 17GIE/ES/000515) *Especies invasoras de agua dulce y de sistemas estuarinos: sensibilización y prevención en la Península Ibérica*, proyecto co-financiado por la Comisión Europea a través del Programa LIFE.

Aviso Legal:

Los contenidos de esta publicación podrán ser reutilizados, citando la fuente y la fecha de la última actualización.

La información que contiene este documento refleja únicamente la opinión de los autores y la Unión Europea no se hace responsable del uso que pueda hacerse de la información que contiene.

Este documento puede ser citado como:

López-Cañizares C., Ruiz-Navarro A., Guillén Beltrán A., Olivo del Amo R., González Munuera L., Monteiro M., Correia M.J., Candeias R., Silva R. & Oliva-Paterna F.J. 2023. ¡Cuidado, invasoras! Cuaderno de actividades para trabajar en el aula la temática de las especies invasoras. Cuaderno de actividades elaborado por LIFE INVASAQUA (LIFE17 GIE/ES/000515).

ÍNDICE

1. Introducción a las Bioinvasiones.	8
2. Directrices Pedagógicas.	10
3. Objetivos del Cuaderno.	11
4. Secciones Didácticas.	12
4.1 Biología y Geología.	12
4.2 Educación en Valores Cívicos y Éticos.	24
4.3 Educación Plástica, Visual y Audiovisual.	32
4.4 Física y Química.	38
4.5 Geografía e Historia.	44
4.6 Lengua Extranjera: Inglés.	54
4.7 Lengua Castellana y Literatura.	58
4.8 Matemáticas.	66
4.9 Tecnología y Digitalización.	74
5. Materiales y Documentos de Consulta.	82
6. Glosario.	86
7. Anexos.	88



Carpa común
(*Cyprinus carpio*)



1. Introducción a las Bioinvasiones

La globalización ha incrementado exponencialmente el tránsito de personas y el comercio internacional, acelerando el ritmo de introducción de especies invasoras. Las especies que llegan a través de actividades humanas (tanto de forma deliberada como accidental) a lugares que no podrían alcanzar por sus propios medios se denominan **especies exóticas**, introducidas o alóctonas. La mayoría no son dañinas. Sin embargo, cuando consiguen llegar al medio natural, algunas logran propagarse y establecerse, produciendo graves impactos **ambientales, socioeconómicos y de salud**. Estas son las **especies exóticas invasoras**, comúnmente denominadas **especies invasoras**.

En el contexto de la Península Ibérica, la presencia de especies invasoras es especialmente grave. España y Portugal, por ejemplo, albergan en sus ríos, lagos y estuarios una gran diversidad de especies que se encuentran seriamente amenazadas por la presencia de más de 200 especies invasoras acuáticas de fauna y flora.

Las especies invasoras pueden provenir de cualquier parte del mundo, llegando a nuestro territorio de formas muy variadas y siempre relacionadas con la actividad humana, aunque la forma en que se introducen o son liberadas en el medio natural es diferente según los grupos de organismos. Las **vías de entrada** son la forma en la que las especies exóticas llegan a los ecosistemas, pudiendo ser de forma intencionada o accidental (liberación intencionada o escape accidental desde el cautiverio, transporte como contaminantes de seres vivos transportados, como “polizones” en rutas comerciales, maquinaria o equipos de trabajo, etc.). Los **vectores de introducción** son las actividades ligadas a estas vías de entrada (acuariofilia, jardinería, acuicultura, pesca, turismo, comercio, etc.). La pesca y el transporte marítimo parecen ser los vectores predominantes de introducción de las especies invasoras acuáticas.

Los impactos ambientales que producen son devastadores. Después de la pérdida de hábitat, las especies invasoras suponen la segunda **mayor amenaza para la biodiversidad**, según el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), y, en Europa, una de cada tres especies está en peligro crítico de extinción por esta creciente amenaza. Además, presentan graves impactos económicos y sociales. La Unión Europea calcula que el coste asociado a la gestión y reparación de daños producidos por especies invasoras de los países miembros oscila entre **12.000 y 20.000 millones de euros anuales**. Estas cifras no paran de crecer y afectan a sectores económicos tan dispares como la agricultura, la silvicultura, la acuicultura, la pesca deportiva y profesional o el turismo.



Figura 1. Vías de entrada y dispersión.

En cuanto a sus impactos sobre la salud humana, algunas especies invasoras son vectores de **enfermedades y patógenos peligrosos**, transmitiendo enfermedades como la salmonelosis, la rabia o el dengue, o produciendo infecciones pulmonares como la psitacosis. La introducción de especies invasoras es un problema de tal magnitud que se aborda en los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) aprobados por la ONU en 2015.

A la hora de gestionar las especies invasoras, las actuaciones se pueden agrupar en cuatro tipos de medidas: prevención, detección temprana y respuesta rápida, control y erradicación. Una vez que una especie invasora se establece en un nuevo territorio, su erradicación resulta, en la mayor parte de los casos, técnica y económicamente inviable. Por ello, a la hora de gestionar estas especies, la **prevención** es prioritaria y fundamental para evitar que lleguen al medio natural.

LIFE INVASAQUA tiene como objetivo reducir el impacto negativo que suponen las especies invasoras acuáticas a través de campañas de información, formación y sensibilización del público en general y de los sectores relacionados con este problema. En este sentido, **la implicación de la comunidad educativa es esencial** en su papel como transmisora de conocimiento y desarrollo de un pensamiento crítico sobre las consecuencias ambientales que el ser humano provoca en el medio ambiente, para crear conciencia y sumar esfuerzos para la conservación de los ecosistemas nativos.

2. Directrices pedagógicas

Este cuaderno ofrece a los docentes de los primeros cursos de Educación Secundaria una serie de actividades para abordar la temática de las especies invasoras acuáticas y su problemática, siendo también estos contenidos adaptables a otros niveles. Las distintas secciones han sido elaboradas teniendo en consideración las competencias específicas y los saberes básicos establecidos por el currículo oficial vigente en España (RD 217/2022) para cada materia. Además, las actividades propuestas recogen las aportaciones realizadas por los docentes que participaron en el programa de formación del proyecto LIFE INVASAQUA impartido por ASPEA y contenidos específicos de la 1ª edición del MOOC “Especies Exóticas Invasoras: conceptos básicos para docentes y estudiantes” desarrollado por LIFE INVASAQUA y la Universidad de Murcia.

Cada sección tiene la siguiente estructura:

- Nombre de la materia
- Antes de empezar: bioinvasiones y [Materia]
- Objetivos
- Claves didácticas: Conceptos clave, competencias y relación con otras materias
- Desarrollo
- Anexos: Materiales de apoyo a las actividades, algunos de los cuales se pueden imprimir para el trabajo en el aula

Teniendo en cuenta la importancia del estudio de las especies invasoras en el contexto educativo, es fundamental apostar por enfoques interdisciplinares y transversales que posibiliten diferentes perspectivas sobre un mismo problema y permitan la creación de herramientas y metodologías que potencien el aprendizaje sobre esta temática, así como la consolidación de los conocimientos adquiridos.

Las secciones didácticas presentadas en este cuaderno refuerzan la importancia de la transversalidad del conocimiento y de las metodologías que llevan a los estudiantes a relacionar conceptos y construir su propio proceso de aprendizaje. Este proceso es importante no sólo en términos pedagógicos, sino también en el sentido de ir más allá de la concienciación y conseguir cambios de mentalidad y actitud en los estudiantes.

3.Objetivos del cuaderno

Entre los objetivos del proyecto LIFE INVASAQUA (LIFE 17GIE/ES/0006515) se encuentra la sensibilización del público general y sectores clave implicados en la gestión y transmisión de conocimiento sobre las especies invasoras, incluyendo, entre otros, el sector educativo. De esta forma, el principal fin del presente cuaderno de actividades es el de proporcionar recursos a docentes y estudiantes para explorar y aprender sobre la temática de las bioinvasiones. Así, los objetivos de este cuaderno son:

- Ofrecer materiales y herramientas didácticas que faciliten la comprensión de la problemática de las especies invasoras a través de documentación e información actualizada.
- Dar a conocer los impactos que provocan las especies invasoras sobre los ecosistemas peninsulares, sectores socioeconómicos y salud humana.
- Facilitar la capacidad para identificar especies nativas de fauna y flora, comprendiendo el papel que juegan en nuestros ecosistemas y diferenciarlas de las especies invasoras.
- Transmitir hábitos y actitudes de respeto hacia el medio ambiente, valorando nuestros ecosistemas y especies nativas.
- Potenciar el pensamiento crítico sobre consecuencias de determinados impactos de las actividades humanas sobre la naturaleza.
- Desarrollar buenas prácticas para la prevención de las especies invasoras en el día a día.
- Fomentar el uso responsable de plataformas digitales y las nuevas tecnologías como herramienta de aprendizaje sobre medio ambiente y la temática de las bioinvasiones.
- Experimentar la producción de ciencia participativa (ciencia ciudadana) como herramienta de implicación en proyectos científicos y de prevención de las especies invasoras.
- Proporcionar una visión global de la problemática de las especies invasoras y su relación con distintos ámbitos, facilitando la transversalidad con las diferentes materias del currículo.
- Acercar los objetivos de las políticas europeas medioambientales y el Programa LIFE a las aulas como instrumento financiero para la conservación del medio ambiente.

4. Secciones didácticas

4.1. BIOLOGÍA Y GEOLOGÍA

- **Antes de empezar: bioinvasiones y la materia de Biología y Geología:**

La visión que la sociedad tiene del medio ambiente ha cambiado en las últimas décadas. Problemáticas globales como la crisis climática, la pérdida de biodiversidad, o la sobreexplotación de los recursos del planeta, dan lugar a una mayor sensibilización sobre la implicación que las personas pueden tener para mejorar la salud del planeta.

El conocimiento de los seres vivos, el papel que cumplen dentro de los ecosistemas y la importancia de la conservación del medio natural son básicos para comprender el impacto que supone la llegada de especies invasoras a un nuevo ambiente. Las ciencias naturales son el eje principal de la Educación Secundaria sobre el que se asientan muchas de las competencias sobre sostenibilidad, estructura y composición de los ecosistemas y nociones de fauna y flora. En la temática de las bioinvasiones, la investigación y una gestión basada en la prevención y detección temprana son fundamentales para mejorar la problemática de las especies invasoras.

- **Objetivos:**

1. Comprender la problemática de las especies invasoras y la amenaza que constituyen para los ecosistemas y la biodiversidad.
2. Analizar las consecuencias de determinadas acciones del ser humano sobre el medio ambiente y los ecosistemas, que pueden repercutir no solo a nivel de biodiversidad, sino también a nivel de salud y sectores socioeconómicos.
3. Utilizar el razonamiento para comprender conceptos, usando herramientas metodológicas propias del ámbito científico, desarrollando destrezas y aptitudes del mundo de la investigación, con aplicación a la temática de las bioinvasiones.

- **Claves didácticas:**

Las actividades desarrolladas en esta sección tienen como conceptos clave: sensibilización, especie invasora, clave dicotómica, impacto (sobre biodiversidad, salud humana, sectores socioeconómicos), origen, taxonomía.

Entre las destrezas y valores destacan: interpretación, observación, reflexión, pensamiento crítico, trabajo colectivo, expresión oral, pensamiento lógico.

Esta sección incluye actividades relacionadas con las materias de Educación Plástica, Visual y Audiovisual; Tecnología y Digitalización y Geografía e Historia.

ACTIVIDAD 1: Juego del Reloj de las Especies Invasoras Acuáticas

El juego propuesto a continuación está adaptado del Juego del Reloj. Este es un juego de cartas en el que el jugador que consigue la misma carta de los cuatro palos debe comunicarse con su compañero de equipo, sin que los jugadores de los otros equipos lo detecten. A través de señas, ambos compañeros de equipo se deberán poner de acuerdo para gritar a la vez “¡Tiempo!” y así ganar la partida. Normalmente se juega con una baraja de 52 cartas y dos o más equipos, cada uno formado por 2 jugadores.

Inicialmente, se hace una introducción al tema de las especies invasoras en España, destacando las especies de peces de río más abundantes, el origen de su introducción y el impacto resultante en los ecosistemas y, sobre todo, en las especies autóctonas.

A continuación, se explica el objetivo de la actividad. A cada grupo se le proporciona material de trabajo para preparar el juego. Alternativamente, este juego se puede preparar en la materia de Educación Plástica, Visual y Audiovisual, donde se preparará una carta de identificación para cada una de las 7 especies invasoras de peces.

Las cartas se pueden plastificar con papel autoadhesivo y, en este caso, se deben rellenar con rotulador permanente antes de empezar una nueva partida. Esta información se puede borrar con alcohol al final y las tarjetas se pueden usar en futuros usos del juego.

A cada grupo se le entregarán cinco cartas tamaño A6, una carta de identificación de la especie (ilustración) y otras cuatro cartas de caracterización para rellenar con información de la especie. La cumplimentación previa de estos datos fomentará la familiaridad con los nombres y las características de cada pez y facilitará así el éxito de las jugadas.



Figura 2. Ejemplo de carta de identificación (versión ilustración y fotografía).

La información que contienen las 4 cartas de caracterización deberá ser:



Figura 3. Ejemplo de cartas de caracterización.

NOTA: Los estudiantes pueden utilizar estos enlaces para completar la información de las cartas de caracterización:



IBERMIS. Plataforma de especies invasoras acuáticas en la Península Ibérica

<https://ibermis.org>



Guía ¡Cuidado! Invasoras Acuáticas

<https://lifeinvasaqua.com/wp-content/uploads/2020/11/LIBRO-ESPECIES-INVASORAS-ESPA%C3%91OL-FINAL.pdf>



Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza

<http://www.iucngisd.org/gisd>



Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITECO)

<https://www.miteco.gob.es/es/biodiversidad/temas/conservacion-de-especies/especies-exoticas-invasoras/ce-eei-catalogo.aspx>

Reglas del juego del Reloj de las Especies Invasoras Acuáticas:

El objetivo del juego es juntar las 5 cartas de cada especie: 1 carta de identificación + 4 cartas de caracterización. El juego se estructura en 2 mazos: un primer mazo contiene las cartas de identificación de las especies (puede haber tantas especies como se considere), mientras que el segundo mazo contiene las cartas de caracterización. A partir de ahí, el desarrollo del juego es el siguiente:

- Se organiza la clase en grupos de juego con un mínimo de 2 equipos por grupo (por ejemplo, en una clase de 28 estudiantes, 7 grupos con 2 equipos de 2 jugadores cada uno).
- Un jugador de cada equipo saca del mazo de cartas de identificación, al azar, una carta de identificación con una especie. A partir de ahí, el juego se desarrolla con el mazo de cartas de caracterización, para intentar que uno de los jugadores de alguno de los equipos consiga reunir las cartas de caracterización de la especie que han sacado del primer mazo.
- Se barajan las cartas de caracterización y se reparten 4 por jugador.
- Por turnos siguiendo el sentido de las agujas del reloj, cada jugador retira del mazo una carta de caracterización y descarta otra carta de las 4 que tiene en su mano, mostrándola boca arriba en la mesa. Cuando el mazo de cartas de caracterización se agote, se barajan las cartas descartadas en un nuevo mazo, para continuar la partida.
- El primer equipo que logre completar el conjunto de 4 cartas de caracterización correspondientes a la especie que han sacado del mazo de identificación, gana el juego.
- Se pueden aplicar otras reglas adicionales, por ejemplo, si el juego se desarrolla en grupos de 2 parejas enfrentadas, los miembros de cada pareja tendrán que acordar una señal secreta para que el estudiante que ha completado el juego de 4 cartas de caracterización, avise a su pareja para que sea ella quien diga “¡Tiempo!”.
- Se puede evitar que un equipo gane diciendo “¡Tiempo!” si los oponentes lo sospechan y dicen “¡Corte!” antes. En estas circunstancias, nadie gana y el juego se reinicia.

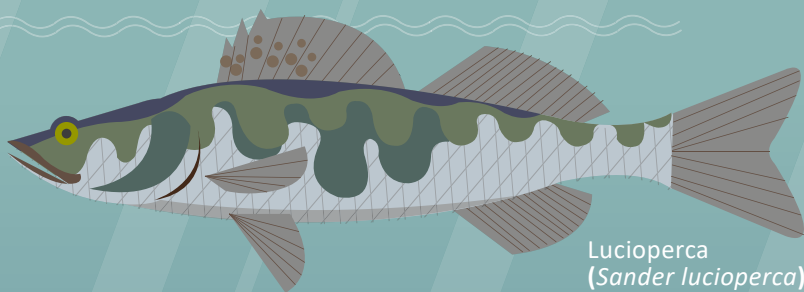
CONSEJO: Para promover este juego en toda la clase, se deben producir tantas tarjetas como sean necesarias. Se pueden crear cartas repetidas de una misma especie o de especies diferentes.

ACTIVIDAD 2: Juego En busca de invasores

Este juego de orientación y pistas tipo *gymkhana* tiene como objetivo obtener información sobre una determinada especie invasora acuática y, a través de las diferentes pistas, rellenar una tabla y “descubrir al invasor”. Este juego se realizará en grupos de 4-5 integrantes máximo.

Hay que preparar un guion, una pista inicial y unas pistas adicionales para cada especie que se esconden en el aula o en el patio del centro educativo y que guiarán el desarrollo del juego. La preparación de las pistas puede realizarse previamente por grupos de estudiantes (cada grupo prepara pistas de un tipo o una especie) o por parte del docente. La *gymkhana* deberá jugarse con una especie diferente para cada grupo participante y las pistas de cada grupo serán diferenciadas de las de los otros grupos (con colores o números diferentes, por ejemplo). Cada grupo recibe un guion y una pista inicial. La pista inicial planteará una pregunta. En ese punto de la *gymkhana* se mostrarán varias posibilidades de respuesta, cada una en una tarjeta. Cada respuesta llevará por detrás de la tarjeta unas indicaciones para llegar a otro punto de la *gymkhana*, donde habrá otra pregunta que responder. Si se ha elegido la respuesta correcta, las indicaciones llevarán al siguiente punto correcto de la *gymkhana* y el grupo podrá seguir recabando pistas. Si se ha elegido una respuesta incorrecta, las indicaciones llevarán a un punto sin salida de la *gymkhana* y habrá que volver al punto anterior. Ganará el equipo que primero consiga reunir todas las pistas y descubrir la especie invasora.

NOTA: En el anexo de esta sección se encuentra un ejemplo para una especie. Este modelo debe ser replicado para otras especies, utilizando el mismo modelo de información y claves de orientación. El nivel de las pistas y la información contenida deben ajustarse al nivel del alumnado.



Lucioperca
(*Sander lucioperca*)

ACTIVIDAD 3: Investigando a las invasoras

En esta actividad por grupos, el objetivo principal es el diseño de diferentes claves dicotómicas para identificar especies de fauna y flora invasora acuática.

¿QUÉ ES UNA CLAVE DICOTÓMICA? ¿CÓMO SE DISEÑAN?

Una clave dicotómica es una herramienta muy útil para la ciencia, especialmente en Biología y en Geología. Es una forma de identificar especímenes en base a características físicas que los distinguen de los demás, de forma que se van descartando hipótesis hasta llegar a la identificación final.

Para hacer esta identificación se formulan preguntas que habrá que responder mediante la observación del organismo, o bien se establecen dilemas, que son pares de afirmaciones contrapuestas. Cada respuesta o afirmación elegida nos irá llevando a nuevas preguntas o dilemas y, finalmente, a la identificación del individuo.

Es importante saber que las claves dicotómicas no permiten identificar organismos de forma absoluta, sino reconocerlos dentro de un conjunto limitado de organismos a través de su comparación.

SELECCIÓN DE CARACTERÍSTICAS DIFERENCIADORAS DE LOS ORGANISMOS

1. Análisis de organismos:

Hacer una lista de características físicas, observables, de los distintos organismos para los que se va a construir una clave dicotómica. Para ello, se usarán imágenes de los organismos seleccionados por el docente. Alternativamente a las fotografías, se pueden utilizar dibujos creados por los propios estudiantes en una actividad de la sección de Educación Plástica, Visual y Audiovisual.

Ejemplo: *“forma de las hojas”, “tamaño del pico”, “presencia de columna vertebral”, “cuerpo cubierto de escamas”, “presencia de pared celular en sus células”, etc.*

2. Selección de características:

Es importante elegir características que sean diferenciadoras de los distintos ejemplares y grupos. La clave dicotómica utiliza el proceso de eliminación, por lo que es importante señalar las características que se cumplen en unos y no en otros.

Ejemplo: Si el objetivo es distinguir entre varias especies de peces, la “presencia de branquias” no será una característica diferenciadora, ya que al ser común en este grupo, no ayudará a separar los ejemplares que se quieren identificar.

3. Ordenación de las características:

Crear una clave basada en las diferencias específicas en orden decreciente, es decir, ordenar las características desde lo más general a lo más específico. Así, los organismos se irán separando en grupos más pequeños.

Ejemplo: Tal vez algunos de los animales que se pretende incluir en la clave dicotómica tengan columna vertebral y otros no, presenten caparazón y otros no, o tengan diferentes tipos de revestimientos. Teniendo estas características como ejemplo, la clave dicotómica puede iniciarse con una pregunta o afirmación sobre la presencia o ausencia de columna.

CREACIÓN DE LA CLAVE DICOTÓMICA

Queda a criterio del docente si se hace a través de preguntas o de dilemas, aunque a través de preguntas puede resultar más intuitivo. En cualquier caso, cada pregunta o dilema debe clasificar los ejemplares analizados en solo dos grupos.

Como se ha indicado anteriormente, la primera diferenciación debe basarse en la característica más general de los ejemplares, y se puede optar por llamar a los dos primeros grupos A y B. En el ejemplo anterior, teniendo en cuenta que las lombrices de tierra no tienen columna vertebral, pueden asignarse al grupo A, siendo los peces el grupo B.

Ejemplo: “¿El individuo tiene columna vertebral?” es una pregunta que puede diferenciar a los peces y a las lombrices de tierra en dos grupos: responder “Sí”, coloca a los peces en el grupo de los **vertebrados** mientras que; responder “No”, coloca a las lombrices de tierra en el grupo de los **invertebrados**.

Los grupos A y B se dividirán a su vez en otros dos grupos más específicos (C y D) en función de la siguiente característica diferenciadora. Por ejemplo, si uno de los peces tiene escamas grandes o pequeñas, o si las lombrices tienen pelos o no. Tanto la subdivisión de los grupos, como las preguntas o afirmaciones, deben sucederse de manera cada vez más específica en función de las características físicas identificadas en los organismos.

A lo largo de la construcción de la clave dicotómica, llegará un momento en el que las preguntas permitirán diferenciar organismos concretos. Cuando todos los organismos analizados queden inequívocamente identificados con las respuestas a sucesivas preguntas, la clave estará completa.

REPRESENTACIÓN DE LA CLAVE DICOTÓMICA EN FORMA DE GRÁFICO

Se puede hacer una clave dicotómica sólo en texto con una simple secuencia de preguntas. Sin embargo, representarla gráficamente, la hace más visual. Se puede, por ejemplo, crear un “diagrama de árbol”, en el que cada nivel de diferenciación (dilema o pregunta) forma una nueva rama. También se puede representar en forma de diagrama de flujo u organigrama.

Ejemplo: En uno de los cuadros de texto, pon una pregunta como “¿Tiene el cuerpo cubierto de escamas?”, una flecha escrita “Sí” en una dirección y otra escrita “No” en otra dirección. Los extremos de las flechas conducen a nuevos cuadros de texto en los que se formularán las siguientes preguntas.

COMPROBACIÓN DE LA CLAVE DICOTÓMICA

Cuando toda la información esté escrita y organizada, se debe hacer una prueba con la clave utilizando algún organismo de los que se están analizando para ver si funciona.

Ejemplo:

Pregunta (P): “¿El animal tiene escamas?” Respuesta (R): “Sí” (es decir, se tratará de un reptil o un pez).

P: “¿El animal tiene patas?” R: “Sí” (como tiene patas y escamas, es un reptil).

P: “¿El reptil tiene caparazón?” R: “Sí” (por tanto, es una tortuga).
Tu ejemplar es un galápago de Florida (por ejemplo).

REFORMULAR LA CLAVE

Si la clave dicotómica no funciona correctamente después de la prueba, es necesario que se realicen los ajustes pertinentes. Por ejemplo, es posible que las preguntas no se hayan ordenado de forma gradual y específica y deban ordenarse de otra manera, o que la clave no pueda dividir los ejemplares de la forma más lógica.

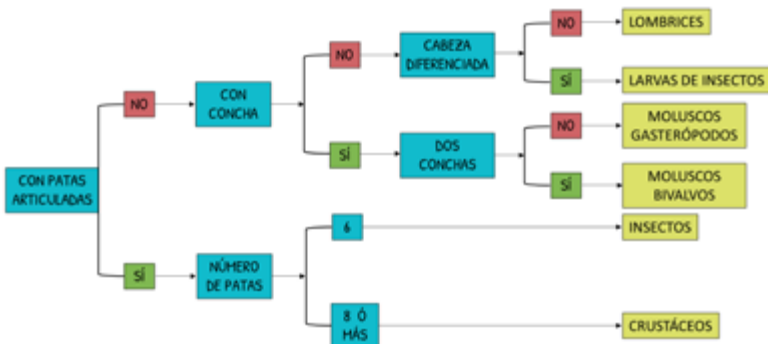


Figura 4. Ejemplo de clave dicotómica.

ANEXO

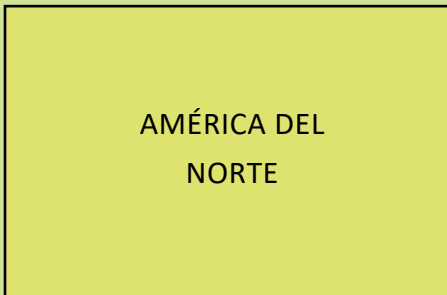
ACTIVIDAD 2. Ejemplo de guion y pistas de las cartas de caracterización.

¡Hola, bienvenidos al juego “En busca de invasores”!

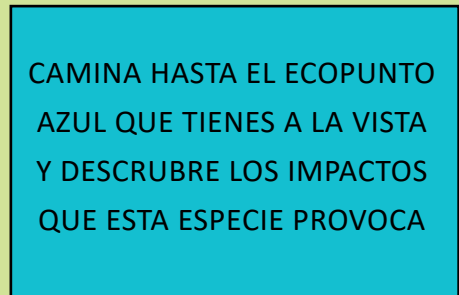
En el espacio donde te encuentras hay varias pistas ocultas con información y pistas sobre la especie que debes descubrir. El objetivo de este reto es reunir todas ellas para que, pista tras pista, consigas descubrir al INVASOR. A medida que encuentres la información, rellena la tabla y dibuja tu Invasor.

Nombre común	Nombre científico	Grupo de Organismos	Origen de la especie	Impactos	Medidas de gestión

Primera pista: Soy oriundo de tierras lejanas al otro lado del océano Atlántico, de la parte Norte del continente donde se enfrentaron indios y vaqueros. ¿De dónde soy?



Respuesta



Pista de orientación



Segunda pista: *Soy un organismo pequeño, pero tengo una familia numerosa que siempre va conmigo. Prefiero nadar en aguas lentas, de poca corriente, prácticamente quietas. Allá donde voy no dejo zooplancton para los demás. Tras de mí, vienen especies exóticas de otros lugares. ¿Qué impactos provoco?*

GRAN DEPREDADOR DE ZOOPLACTON; COMPITE CON ESPECIES NATIVAS; FAVORECE LA INTRODUCCIÓN DE OTRAS ESPECIES INVASORAS.

Respuesta

HASTA LA MESA DE _____ TENDRÁS QUE LLEGAR PARA OTRA PISTA PODER ENCONTRAR. LEE ATENTAMENTE LO QUE PONE LA PIZARRA.

Pista de orientación

Pista en la pizarra: “Encontrarás la próxima pista cerca de la puerta principal”.

Tercera pista: *No somos una especie fácil de controlar, pues somos multitud, de pequeño tamaño y muy resistentes. Además, como alimento no somos muy preciados.*

LA PREVENCIÓN ES MÁS EFICAZ QUE EL CONTROL (MÁS COMPLEJO E INEFICIENTE). LA RENATURALIZACIÓN DE LOS ECOSISTEMAS ACUÁTICOS ES LA MEJOR OPCIÓN.

Respuesta

ESTÁS LLEGANDO AL FINAL Y ES HORA DE HIDRATARSE. EN LA FUENTE ENCONTRARÁS TU SIGUIENTE PISTA.

Pista de orientación



Barbo común ibérico
(*Luciobarbus bocagei*)

Cuarta pista: *¿No has oído hablar de mí? Me introdujeron en España y Portugal para el control de mosquitos. Mi pareja hembra es más grande que yo, y mi nombre empieza por G. ¿Qué invasor soy?*

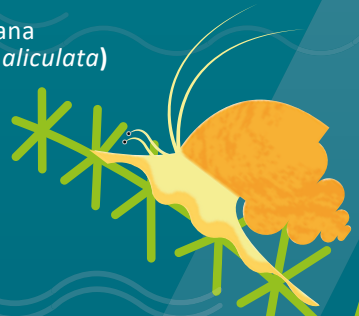


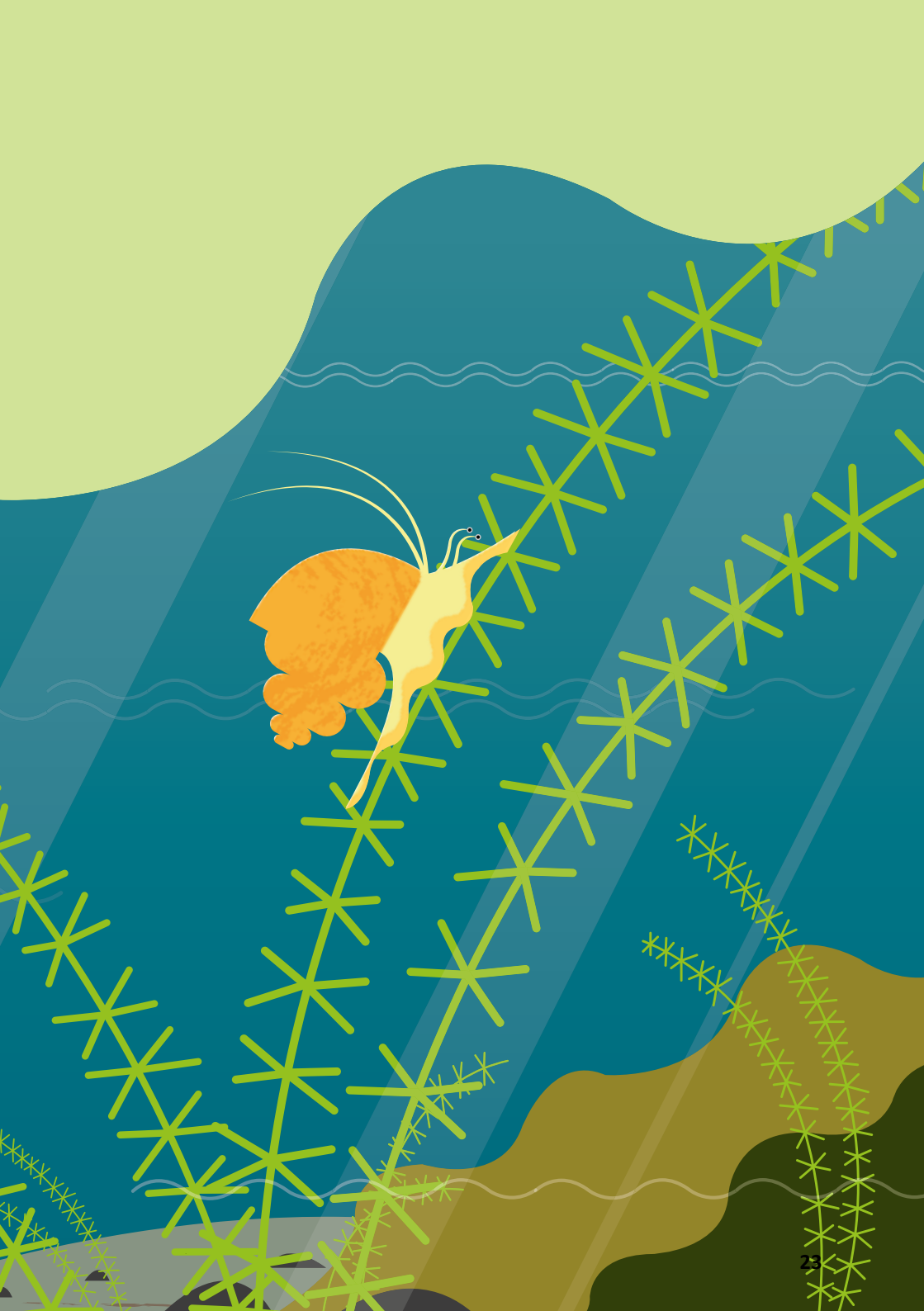
Respuesta

ENHORABUENA POR LA VICTORIA, ÉSTA HA SIDO LA ÚLTIMA PISTA. CON LA INFORMACIÓN QUE HAS RECABADO RELLENALA Y ENTRÉGALA JUNTO CON LAS PISTAS CONSEGUIDAS.

Pista de orientación

Caracol manzana
(*Pomacea canaliculata*)





4.2. EDUCACIÓN EN VALORES CÍVICOS Y ÉTICOS

- **Antes de empezar: bioinvasiones y la materia Educación en Valores Cívicos y Éticos:**

El impacto de las especies invasoras tiene profundas repercusiones a nivel socioeconómico y en la salud humana, afectando a infraestructuras y sectores de actividad, como turismo y ocio, entre otros. Profesionales de la biología, turismo, los responsables políticos y los empresarios pueden tener diferentes puntos de vista y presentar distintas propuestas para tratar el problema. Estudiar el papel de estos sectores nos obliga a reflexionar y analizar los distintos puntos de vista, lo cual es crucial en el proceso de aprendizaje y sensibilización de este problema global.

La Educación en Valores Cívicos y Éticos es hoy en día una de las materias donde se realizan ejercicios reflexivos y críticos que permiten el desarrollo general de la personalidad y autonomía moral del alumnado. La educación ambiental es esencial para preparar a las personas para ejercer una ciudadanía consciente, dinámica e informada frente a los problemas ambientales actuales.

Relacionada con el desarrollo sostenible y la ética ambiental, la temática de las especies exóticas invasoras puede tratarse desde la óptica de esta materia con el fin de reflexionar sobre la capacidad del ser humano para coexistir con el resto de las especies, el desarrollo de una argumentación para defender posturas e ideas, y tratar aspectos como bienestar animal y ética científica.

- **Objetivos:**

1. Conocer la problemática de las especies exóticas invasoras más allá de los impactos sobre la biodiversidad, sectores socioeconómicos y salud humana; reflexionando desde una visión global de los aspectos éticos que pueden desencadenar.
2. Comprender el mundo natural que nos rodea desde un punto de vista ecodependiente de las acciones y actividades que el ser humano desarrolla en él, formando un pensamiento crítico y reflexivo, que promueva hábitos y actitudes más sostenibles.
3. Generar una educación emocional y afectiva que permita actitudes empáticas y respetuosas con diferentes puntos de opinión en todos los contextos; fomentando el diálogo, la asertividad y el equilibrio.

- **Claves didácticas:**

Las actividades desarrolladas en esta sección tienen como conceptos clave: Desarrollo sostenible, Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), educación ambiental, ciudadanía, especies invasoras, ecosistema, administración local y nacional, legislación y normativas.

Entre las destrezas y valores destacan: trabajo cooperativo, reflexión y argumentación, empatía, visión global de situaciones, expresión oral, expresión corporal, pensamiento crítico, autoestima, responsabilidad, capacidad para resolver problemas.

Esta sección incluye actividades relacionadas con las materias de Biología y Geología, Lengua Castellana y Literatura y Educación Plástica, Visual y Audiovisual.

ACTIVIDAD 1: Rol invasor

En esta actividad se propone la aplicación de la metodología de juego de rol como herramienta pedagógica de aprendizaje y sensibilización para ser utilizada en la materia de Educación en Valores Cívicos y Éticos. Tras una introducción previa al tema de las especies invasoras y la dinámica del juego de rol, dirigida por el docente, se espera que los estudiantes confronten los distintos puntos de vista sobre este problema medioambiental, los analicen y propongan medidas que ayuden a reducir su impacto, teniendo en cuenta los intereses del personaje que interpretan. Naturalmente, habrá dilemas, choques de ideas, incongruencias, situaciones que reflejarán las dificultades y retos que se dan en la vida real, contribuyendo al proceso de concienciación en el aula.

La dinámica de los juegos de rol es una herramienta poderosa, no solo porque hace que las clases sean más dinámicas, interactivas y estimulantes, sino también porque simula una situación real, fomentando así la creatividad, el poder de análisis, el sentido crítico y la capacidad de argumentación y resolución de problemas. Cualquier juego de rol está regulado por reglas, imprescindibles para coordinar las acciones o comportamientos de los personajes, y favorecer el proceso de simulación de la realidad.

El juego irá evolucionando a medida que se desarrollen sucesivas sesiones, y la actitud de los jugadores progresará y ganarán más confianza. Acaba, normalmente, cuando se alcanza el objetivo principal de lograr un consenso para la gestión de las especies invasoras presentes en la ciudad; adquiriendo

conocimientos sobre la problemática e impactos de las especies invasoras además de avanzar en el análisis reflexivo y crítico, la argumentación, el trabajo colaborativo y la valoración del conocimiento científico. El docente se encargará de hacer los grupos, entregar los roles y moderar el juego. Además, controlará el tiempo, adecuándose al horario lectivo.

Ventajas de la metodología del juego de rol:

- Aumento del interés del alumnado, la comprensión e integración de los contenidos con problemas y situaciones reales (abordando problemas, explorando alternativas y buscando soluciones).
- Participación activa de los estudiantes como creadores de conocimiento, dejando de ser observadores pasivos en el proceso de enseñanza.
- Desarrollo de la empatía y la comprensión de diferentes perspectivas, al asumir activamente los roles e interactuar el juego de roles propuesto.

Grupos de trabajo

Ayuntamiento



El Ayuntamiento dispone de una partida económica para realizar acciones de gestión de las especies invasoras del río de la localidad. Debe tener en cuenta la legislación en vigor sobre las especies invasoras, sin embargo, no tienen claro qué aspectos deben tener en cuenta ni a qué sectores de la localidad debe implicar en esas acciones. Se ha decidido organizar una reunión con distintos grupos para tomar la mejor decisión posible.

Pescadores



Los pescadores juegan un papel esencial en la gestión de las especies invasoras. Por un lado, están familiarizados con las distintas especies que aparecen en el río, son responsables de la limpieza y cuidado de sus aparejos de pesca y embarcaciones, y por ley están obligados a no devolver al agua las especies invasoras pescadas. Sin embargo, esto no es una tarea cómoda, así que no todos cumplen a rajatabla estas normas y quieren poder seguir disfrutando de su actividad lúdica o deportiva.

Grupo ONG local



Este grupo está muy concienciado con la problemática de las especies invasoras y organiza actividades de voluntariado ambiental para que los habitantes de la localidad conozcan mejor el río y la biodiversidad local. Sin embargo, les gustaría contar con un mayor número de participantes ya que casi siempre se apuntan a sus actividades personas que ya están familiarizadas con esta temática.

Científicos



Los científicos de la localidad han estudiado los impactos de las especies invasoras en el río, y, a través de la creación de una lista prioritaria, han determinado que las especies invasoras incluidas en este listado causan problemas a las especies nativas, al funcionamiento del cauce del río así como posibles afecciones a la salud humana. Deben decidir sobre qué especies quieren pedir que se adopten medidas de gestión teniendo en cuenta esos impactos.

Vecinos



Este grupo está representado por cualquier vecino o vecina de la localidad interesado en la gestión del río, aunque no necesariamente tiene una formación relativa a este tema. En general, hacen uso del río con fines recreativos, deportivos, de paseo... Por un lado, les gusta ver plantas vistosas decorando los paseos de la ribera, así como avistar distintas especies de animales. Muchos no saben si las especies que ven habitualmente forman parte de la biodiversidad autóctona o si son especies que han sido introducidas. Por otro lado, son conscientes de los problemas que causan los acúmulos de caña cuando ocurre alguna crecida del río en temporada de lluvias y encuentran muy molesta la presencia de mosquito tigre en verano.

Dinámica del juego:

Parte 1: Trabajo en equipos

El docente explicará el juego y la caracterización de los distintos roles. Asimismo, el docente establecerá un hábitat concreto del entorno cercano al alumnado. Por ejemplo, un río cercano que conozcan. Así, se podrá concretar en las especies locales (nativas y exóticas), dándoles nombre y refiriéndose a los problemas concretos que provocan. Cada grupo dispondrá de 30-45 minutos para tratar las siguientes cuestiones en relación al rol que le ha tocado. Es importante la implicación de todos los participantes del grupo, así como tener claras las aportaciones que expondrán en el debate final.

- ¿Es importante la gestión de las especies invasoras para tu grupo social (el que te ha tocado representar)? ¿Por qué?
- ¿Creemos que nuestro grupo debe corresponsabilizarse de la gestión de las especies invasoras? ¿Por qué? En caso afirmativo, ¿cómo podemos ayudar desde nuestra posición social a esa gestión?
- ¿Qué pensamos que deben hacer los demás grupos?
- ¿Qué necesitamos en nuestro grupo para implicarnos más?

Parte 2: Puesta en común final

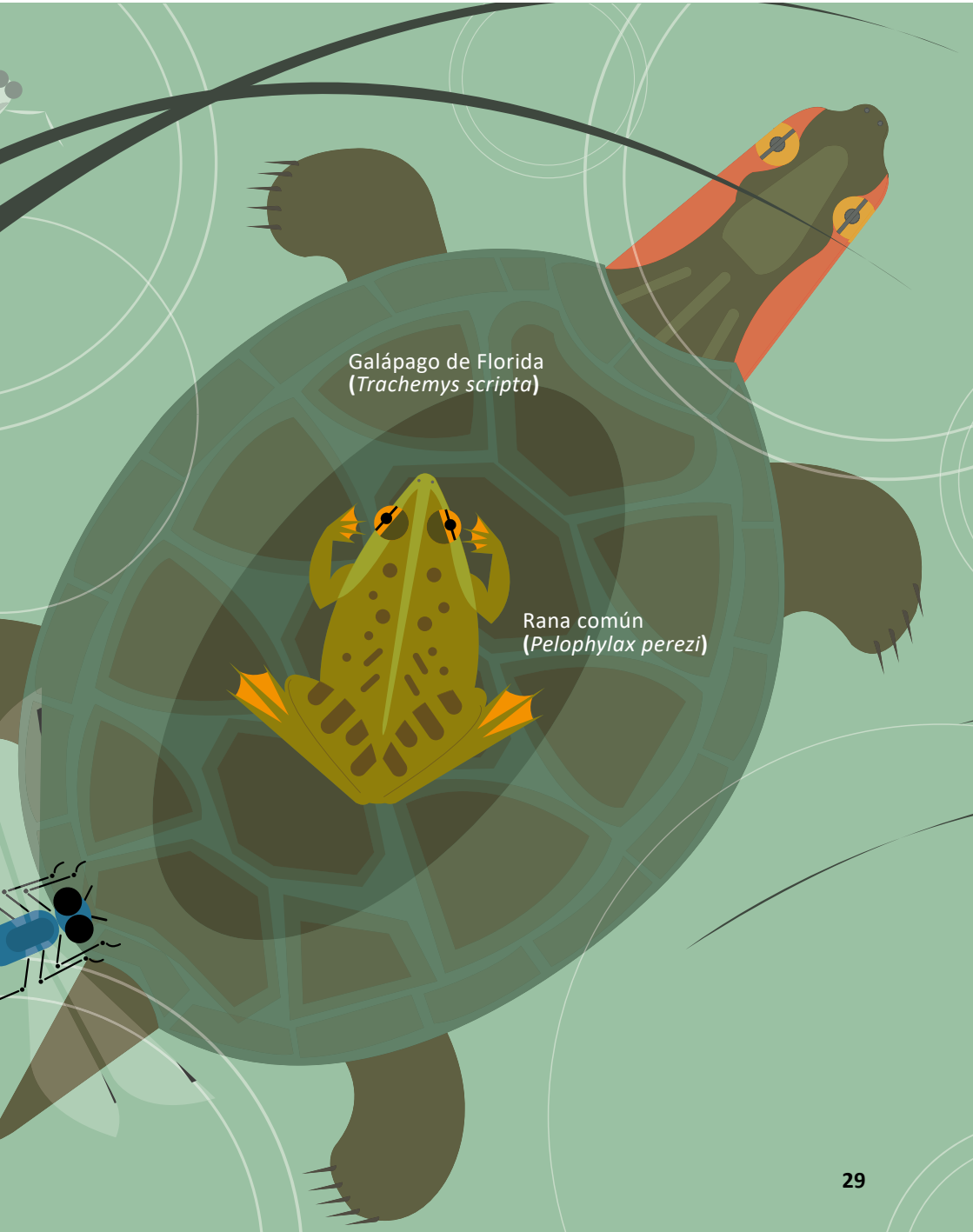
El resto del tiempo está destinado a la puesta común en el aula, donde se tratará de llegar a un consenso sobre la gestión de las especies invasoras en esta simulación.

En esa puesta en común, cada portavoz de grupo, durante un máximo de 5 minutos, expondrá sus conclusiones con respecto a las preguntas anteriores.

Tras cada exposición, cada grupo puede recibir y contestar preguntas por parte de los otros grupos (5 minutos máximo antes de pasar a la exposición del siguiente grupo). El docente puede lanzar algunas preguntas para animar el debate y fomentar la capacidad de resolución de problemas en grupo.

Tras el debate, los grupos se reúnen de nuevo para replantearse sus conclusiones a las preguntas iniciales en función del feedback que hayan recibido desde los otros grupos durante el debate. En los últimos 5-10 minutos los portavoces de cada equipo se reúnen para el consenso final: ¿Cómo debe contribuir cada grupo social a la gestión de las especies invasoras en nuestro río? Una vez acordado el compromiso, lo exponen al resto de la clase. Si no hay objeciones, se da por concluido el juego.

Adicionalmente, se pueden poner por escrito las ideas finales y firmar simbólicamente el acuerdo para colgarlo en el aula.



Galápagos de Florida
(*Trachemys scripta*)

Rana común
(*Pelophylax perezii*)

ACTIVIDAD 2: Crea el Código de Conducta - Buenas Prácticas Ambientales para la prevención de especies invasoras en tu centro educativo

Las buenas prácticas ambientales son acciones voluntarias que podemos adoptar en diferentes ámbitos y que ayudan a, en este caso, la prevención de la entrada de especies invasoras en el medio natural. Pequeñas acciones en nuestro día a día en casa, en el centro educativo o en nuestras actividades deportivas y de ocio pueden suponer una gran diferencia en la prevención de estas especies, al tiempo que ayudan a transmitir el mensaje a las personas de nuestro entorno.

NOTA: Puedes encontrar más información sobre Códigos de Conducta para la prevención de especies invasoras en diferentes sectores aquí:

<https://lifeinvasaqua.com/codigos-de-conducta-lifeinvasaqua-sobre-especies-exoticas-invasoras/>



En esta actividad se propone la creación de un código de conducta para la prevención de especies invasoras en el centro educativo. Para ello se propone:

1. Proyección del vídeo “¿Qué podemos hacer como docentes y estudiantes? Buenas prácticas ambientales para la prevención de las especies invasoras”.
LINK:

<https://tv.um.es/video?id=145719&cod=a1>

2. Organización de un debate en el aula para decidir qué buenas prácticas podrían ser llevadas a cabo en el centro escolar, teniendo en cuenta:

- ¿Cuál es el tamaño del centro?
- ¿En qué tipo de ambiente se localiza (entorno urbano, semiurbano, agrario, cercano a la costa, cercano a un río...)?
- ¿Cuáles podrían ser las vías de entrada de especies invasoras en el centro escolar?
- ¿Qué conocemos sobre la biodiversidad nativa de su entorno?
- ¿Qué disponibilidad de espacios hay en el centro (jardín, patio, balcones...)?
- ¿Cómo podríamos implicarnos los estudiantes?

- ¿Qué factores influyen (o están implicados) en nuestra toma de compromisos?
- ¿Cómo podemos promover estas buenas prácticas entre los estudiantes de otros cursos, amigos y familiares?

3. Elaboración del código final.

CONSEJO: el resultado puede tener la forma de cartel “Código de Buenas Prácticas” que se pueda colgar de forma visible en la entrada del centro.

Otras propuestas de actividad

- Organizar o participar en una acción de voluntariado relacionada con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) y las especies invasoras, por ejemplo, en el contexto de la [Semana sobre Especies Invasoras en España y Portugal](#) que se celebra anualmente desde el año 2021.



Imagen 1. Cartel SEI 2022.

- Hacer un cartel sobre el [ODS-15](#) y las especies invasoras para colocarlo en la escuela y concienciar a otros grupos de estudiantes sobre esta temática.



Galápagos de florida
(*Trachemys scripta*)

4.3. EDUCACIÓN PLÁSTICA, VISUAL Y AUDIOVISUAL

- **Antes de empezar: bioinvasiones y la materia de educación Plástica, Visual y Audiovisual**

Hoy en día el arte se ha convertido en una de las formas de expresión de un manifiesto global de concienciación sobre temas ambientales. En un momento en que la crisis ecológica ya no puede ser ignorada y necesitamos tratar el mundo que nos rodea con responsabilidad, el arte está tomando un papel activo en la concienciación social. Muchos artistas se implican en sensibilizar a la sociedad con sus obras, ya sea a través de la música, cine o artes plásticas, entre otras.

En este sentido, se propone que en esta sección de Educación Plástica, Visual y Audiovisual se invite a los estudiantes, por un lado, a crear una obra artística que represente y comunique la problemática de las especies invasoras, y, por otro lado, a utilizar el dibujo científico como herramienta para el proceso de aprendizaje.

En esta sección, los estudiantes se familiarizarán con las características morfológicas que distinguen a las especies acuáticas invasoras, concretamente, las especies de peces exóticos que han invadido nuestros embalses y cursos de agua en las últimas décadas.

- **Objetivos:**

1. Facilitar la comprensión de conceptos teóricos y abstractos relacionados con el medio ambiente, los ecosistemas y la biodiversidad; mejorando la capacidad de comunicación y aprendizaje.
2. Comprender la importancia del papel que cumplen las diferentes manifestaciones del arte en el desarrollo del ser humano como motor de cambio para la sociedad; focalizando en la problemática de las especies exóticas invasoras, ayudando a entender la grave amenaza que suponen para la biodiversidad, sectores socioeconómicos o salud humana.
3. Conocer aspectos de las bioinvasiones a través de producciones plásticas y visuales propias, trabajando de forma colectiva, explorando diferentes técnicas y formas de expresión del arte, aumentando la creatividad e imaginación de los estudiantes con la producción de materiales gráficos, recursos pedagógicos.

- **Claves didácticas:**

Las actividades desarrolladas en esta sección tienen como conceptos clave: sensibilización, especie invasora, clave dicotómica, características morfológicas, origen, impacto en ecosistema.

Entre las destrezas y valores destacan: interpretación, observación, reflexión, pensamiento crítico, memorización, creatividad, imaginación, trabajo colectivo, expresión oral, expresión escrita.

Esta sección incluye actividades relacionadas con las materias de Biología y Geología y Tecnología y Digitalización.

ACTIVIDAD 1: El arte como forma de sensibilización

Tras la presentación de la temática de las especies invasoras, se desafiará a los estudiantes a crear una obra artística individual para comunicar este problema. El docente puede concretar las especies, los ecosistemas, los impactos, etc. como considere oportuno y también puede establecer las técnicas artísticas que considere adecuadas para su desarrollo: acuarela, collage, materiales reciclados, dibujo técnico, etc.

A partir de las obras creadas, se puede organizar una exposición en el centro educativo sobre el tema de las especies invasoras en base a diferentes ejes temáticos, por ejemplo, biodiversidad, impactos ambientales, denuncia y concienciación.

NOTA: En el siguiente enlace podrás encontrar [la exposición itinerante “¡Cuidado! Invasoras Acuáticas”](#) que recorre diferentes puntos de la geografía ibérica, y de la que se pueden extraer ideas para el desarrollo de la actividad.



ACTIVIDAD 2: El dibujo científico como herramienta de conocimiento

El dibujo científico es una herramienta que permite el estudio y divulgación de la ciencia, mediante la producción artística de imágenes que permiten la identificación de especies por sus rasgos morfológicos, y que también pueden expresar otras características de los organismos representados, como su sexo, edad, comportamiento, hábitat y rasgos que permitan su diferenciación de especies similares. El dibujo científico también tiene un gran valor histórico, ya que fue la base de la ilustración del mundo natural a nivel científico antes de que existieran otras herramientas para ello (fotografía y vídeos).

A través del dibujo científico, el estudiante, mediante la práctica, estimulará la creatividad y el dominio de las técnicas para ser capaz de producir imágenes de primera mano que amplíen y esclarezcan la información científica.

NOTA: En los siguientes enlaces podrás encontrar materiales gráficos científicos producidos por jóvenes en el ámbito del proyecto LIFE INVASAQUA:



<https://lifeinvasaqua.com/especies-invasoras-curso-mncn/>



<https://proyectos-cursos.illustraciencia.info/2020/05/life-invasaqua-especies-exoticas.html>



Imagen 2. Ilustración de Eva María Gey Trenado. Fuente: MNCN

El objetivo de esta actividad es crear herramientas de trabajo para ser utilizadas en otras disciplinas, especialmente en Biología y Geología para el estudio de las características morfológicas de las distintas especies de peces exóticos invasores y en la creación de una clave dicotómica (ver sección de Biología y Geología).

1. En primer lugar, se introducirá la temática de las especies invasoras en España, destacando las especies de peces fluviales más abundantes, el origen de su introducción y el impacto resultante en los ecosistemas y especialmente en las especies autóctonas. Para ello, se pueden consultar los recursos web de la *Actividad 1* de la sección de Biología y Geología.

2. A continuación, se explica el objetivo de la actividad y se organiza la clase en grupos de 3 a 4 integrantes, a los que se les entrega el material de trabajo.

3. Cada grupo hará una observación minuciosa de cada uno de los especímenes de peces a partir de las fotos seleccionadas. Las especies propuestas son: carpín dorado (*Carassius auratus*), carpa común (*Cyprinus carpio*), gambusia (*Gambusia holbrooki*), lucio (*Esox lucius*), black bass (*Micropterus salmoides*), perca sol (*Lepomis gibbosus*) y siluro (*Silurus glanis*).

Las imágenes e ilustraciones de las especies para esta actividad se pueden consultar accediendo a la **Carta Ibérica de Invasoras Acuáticas** (<https://eei.sibic.org/>), una plataforma con documentación técnica y registros de especies invasoras, elaborada por la Sociedad Ibérica de Ictiología (SIBIC) en el marco del proyecto LIFE INVASAQUA.

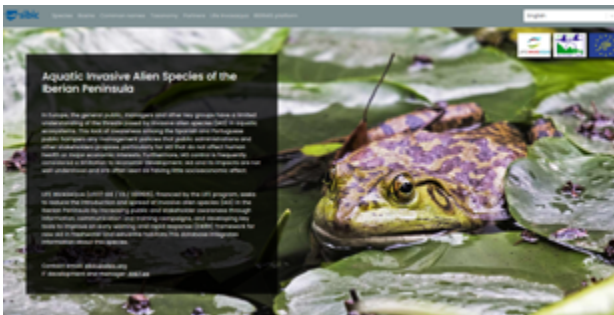


Imagen 3. Web Carta Ibérica de Invasoras Acuáticas.

4. Tras este análisis, cada grupo será responsable de una de las 7 especies y tendrá las siguientes tareas:

- Reproducir un dibujo a lápiz en formato A5 de su ejemplar;
- Pegarlo en una cartulina A4. En la parte inferior de la cartulina se reservará un espacio para rellenar a continuación las características de la especie, es decir, con datos sobre su origen, hábitos alimenticios, características morfológicas, tamaño, hábitat e impacto en los ecosistemas.
- Señalar qué rasgos morfológicos de la especie dibujada pueden destacar frente al resto de especies elegidas por sus compañeros.

NOTA: Consultar la sección Biología y Geología para saber cómo crear una clave dicotómica.

ACTIVIDAD 3: Los contenidos multimedia como expresión artística y estudio del medio natural

Hoy en día, con el uso de smartphones, grabar vídeos y captar imágenes y sonido de interés está al alcance de todos. Los contenidos multimedia son además una herramienta de gran alcance para transmitir problemas ambientales y difundir el mensaje.

En esta actividad se propone realizar una salida a un entorno natural cercano (jardín, parque urbano, río, etc.) para que los estudiantes, en grupo, puedan poner en práctica diferentes técnicas de grabación, teniendo como objetivo filmar especies exóticas o hábitats ocupados por las mismas para realizar un pequeño reportaje (de 1-2 minutos de duración), con el uso combinado de distintos recursos: vídeo, imagen, grabadora de voz, subtítulos, animaciones...).

NOTA: Se pueden consultar algunos ejemplos de reportajes sobre especies invasoras acuáticas realizados por el proyecto LIFE INVASAQUA en los siguientes enlaces:



Vídeo EFE
[Verde Cangrejo azul
¿oportunidad o amenaza?](#)



Vídeo EFE
[Verde La almeja japónica del Tajo, un
experimento que puede ser letal](#)

Antes de comenzar, es importante definir el objetivo del vídeo (qué se quiere transmitir) y la participación de cada miembro del grupo (script, voz, cámara, montaje, etc.).

Una vez que los vídeos estén montados, se expondrán en clase y se organizará un pequeño debate en torno a los mismos:

- ¿Cuáles son las especies objetivo del vídeo?
- ¿Cómo podrían haber llegado a ese lugar?
- ¿Aparece en el vídeo algún impacto ambiental detectado?
- ¿Cuál es el mensaje que se quiere transmitir con este material?
- ¿Se ha conseguido ese objetivo? ¿Cómo se podría mejorar?

CONSEJO: se recomienda guardar fotografías de cada una de las especies invasoras detectadas y ponerlas en común con el resto de estudiantes para utilizarlas en las actividades de Ciencia Ciudadana de la sección de Tecnologías y Digitalización.



4.4. FÍSICA Y QUÍMICA

- **Antes de empezar: bioinvasiones y la materia de Física y Química**

El conocimiento de las ciencias físicas y químicas permite a los estudiantes el desarrollo de competencias y de desarrollo de una visión con perspectiva científica necesarias para comprender y enfrentarse a los problemas de la sociedad y el mundo que nos rodea. Este pensamiento permite una mejor comprensión de situaciones y procesos, tanto habituales como insólitos, relacionados con el funcionamiento de las leyes más básicas del universo, generando una mayor preparación de cara a los retos del siglo XXI y los Objetivos de Desarrollo Sostenible.

Esta sección aborda las especies invasoras a través del aprendizaje que se adquiere en la disciplina de Física y Química, con algunos ejercicios que promueven la conexión entre conceptos, la comprensión de eventos de causa y efecto y el trabajo en grupo, así como el cálculo matemático. El tratamiento del agua, los parámetros de su calidad, el control químico como forma de luchar contra las especies invasoras y la velocidad son temas y conceptos que se abordan en esta sección y que tienen importantes aplicaciones.

Un estudiante capaz de explicar fenómenos y analizar e interpretar resultados en el ámbito de la Física y la Química puede comprender mejor algunas de las consecuencias de los impactos de las especies exóticas invasoras. Generar una sociedad más consciente de lo que estos impactos pueden provocar en recursos tan importantes como el agua, o sectores socioeconómicos clave, mejoran el enfoque y la sensibilización sobre esta problemática.

- **Objetivos:**

1. Comprender mejor la problemática de las especies exóticas invasoras, como impactos relacionados con el grado de calidad del agua, desde el carácter interdisciplinar de la ciencia aplicada.
2. Aprender tipos de control de especies invasoras, mejorando las destrezas en el uso de las metodologías científicas.
3. Desarrollar destrezas de trabajo en equipo, colaboración, y uso de plataformas y recursos digitales.

- **Claves didácticas:**

Las actividades desarrolladas en esta sección tienen como conceptos clave: biodiversidad, ecosistema, especies invasoras, biocidas, control de especies.

Entre las destrezas y valores destacan: interpretación, correlación, investigación, trabajo en grupo, razonamiento, cálculo.

Esta sección incluye actividades relacionadas con las materias de Biología y Geología, Matemáticas y Geografía e Historia.

ACTIVIDAD 1: Un día en el mundo de la investigación

Este ejercicio se focaliza en la actividad investigadora y científica, ahondando en la comprensión de los impactos que provocan las especies invasoras sobre el ecosistema. El docente preparará 3-4 recipientes con diferente grado de turbidez. La turbidez puede conseguirse bien añadiendo algún tipo de colorante, tierra en suspensión, etc. Los recipientes simularán diferentes ecosistemas, con gradiente de turbidez, y deberán tener una capacidad superior a los 15 litros para que el ejercicio cobre más sentido. Por otro lado, los estudiantes construirán, en grupos de 3-4, un [disco de Secchi](#), que utilizarán para medir la turbidez de cada recipiente, previa explicación de su uso y aplicaciones. Para trabajar con los discos de Secchi construidos en el aula, incluiremos algunas modificaciones respecto a su uso general. En las divisiones del disco, escribiremos en 4 tamaños diferentes la fórmula del agua (H_2O), siendo el 1 el de mayor tamaño y el 4 el de menor. Cuando usemos este disco, tendremos una aproximación numérica de la turbidez del agua, en base a la fórmula del agua máxima que podamos leer con el disco sumergido.



Figura 5. Ejemplo disco de Secchi modificado.

En este caso trabajaremos con la especie invasora acuática carpa común (*Cyprinus carpio*). En función de la presencia y abundancia de carpa, la distribución de cada recipiente (ecosistema) será la siguiente:

- **Recipiente A:** Ecosistema sin presencia de carpa. Deberá ser el recipiente con el agua con menor grado de turbidez.
- **Recipiente B:** Ecosistema con presencia de carpa, pero con baja densidad. Deberá ser un recipiente con cierto grado de turbidez para que se note una diferencia respecto al anterior, pero que aún conserve cierta claridad. Este recipiente puede relacionarse con un estadio de invasión inicial por parte de la carpa, para que comprendan mejor el proceso de colonización y dispersión.
- **Recipiente C:** Ecosistema con presencia de carpa y una alta densidad. Este recipiente deberá tener una gran turbidez, que contraste con los anteriores. Mostrará uno de los impactos más importantes que tienen las carpas en ecosistemas acuáticos semiconfinados como lagos o remansos.

Los estudiantes deberán usar el disco de Secchi que hayan construido, para medir la turbidez de cada recipiente. Para determinar la transparencia del agua, hay que seguir los siguientes pasos:

- Colocar el disco Secchi en cada recipiente, hasta tocar el fondo del mismo;
- Esperar 3 minutos sin tocar ni agitar la muestra de agua;
- Observar el disco a través del agua;
- Anotar el número (1-4) en el que podemos leer claramente la fórmula del agua, H₂O. Si distinguimos con claridad la fórmula 4 significa que el agua es transparente, mientras que si distinguimos solamente la fórmula 1 o ninguna, es muy turbia.

Después de que cada grupo haya pasado por los diferentes recipientes y anotado sus resultados, deberán completar y responder las siguientes cuestiones:

- Busca información sobre la carpa común y escribe: origen de la especie, ecosistema en el que la podemos encontrar, dos impactos negativos sobre el ecosistema, continentes en los que se encuentra presente.
- ¿Qué relación existe entre la abundancia de carpas y la turbidez de los ecosistemas?
- La carpa común se encuentra presente en las Lagunas de Ruidera. El análisis clínico de 1L de agua de la Laguna del Rey indica que contiene 124 mg de nitrógeno y 37 mg de fósforo. Si la Laguna del Rey tiene un volumen de 1,2 Hm³, ¿qué cantidad de estas sustancias tenemos en dicha laguna?

- En relación con el aumento de turbidez y, en última instancia, con la eutrofización de los ecosistemas, nombra o formula algunos de los compuestos más relacionados con este proceso:

NH₄

NO₃

SO₄

Metano

Óxido de azufre

Ácido fosfórico

ACTIVIDAD 2: Control de especies invasoras

El objetivo de esta actividad es discutir los distintos métodos utilizados para controlar químicamente el mejillón cebra (*Dreissena polymorpha*), realizar una investigación sobre el tema y completar una ficha de trabajo.

El mejillón cebra es un pequeño molusco bivalvo de agua dulce y salobre, originario de los mares Negro y Caspio y presente en España desde 2001. Actualmente se encuentra en la gran mayoría de las demarcaciones hidrográficas de la España calcárea: Guadalquivir, Segura de las Cuencas Mediterráneas Andaluzas; del Guadalete y Barbate; del Tinto, Odiel y Piedras; del Júcar, del Ebro, y del Distrito de Cuenca Fluvial de Cataluña. Esta especie invasora no tiene depredadores naturales en los nuevos hábitats de agua dulce que coloniza, lo que favorece su proliferación. Además de ser una grave amenaza medioambiental, el mejillón cebra es también una amenaza económica porque bloquea y causa daños en los equipos hidráulicos, lo que provoca pérdidas de eficiencia en el uso del agua.



Imagen 4. Ilustración de mejillón cebra (*Dreissena polimorpha*) sobre náyade nativo realizada por Katja Moebius en el curso de Ilustraciencia sobre Especies Invasoras.

El control químico es uno de los métodos de control utilizados para las especies acuáticas invasoras. Por ejemplo, en España se ha utilizado este método para el control del mejillón cebra, que implica el uso de peróxido de hidrógeno para evitar que se adhieran a infraestructuras a través de sus valvas, ya que esta especie necesita adherirse al sustrato o a estructuras fijas para desarrollarse (véase la Imagen 3). Además, el hipoclorito de sodio, el dióxido de cloro y el ozono se utilizan para controlar las larvas del mejillón cebra. En el caso del hipoclorito de sodio, además de ser tóxico para el mejillón cebra, debilita su mecanismo de fijación, por lo que esta sustancia resulta de mucha utilidad para su control químico.

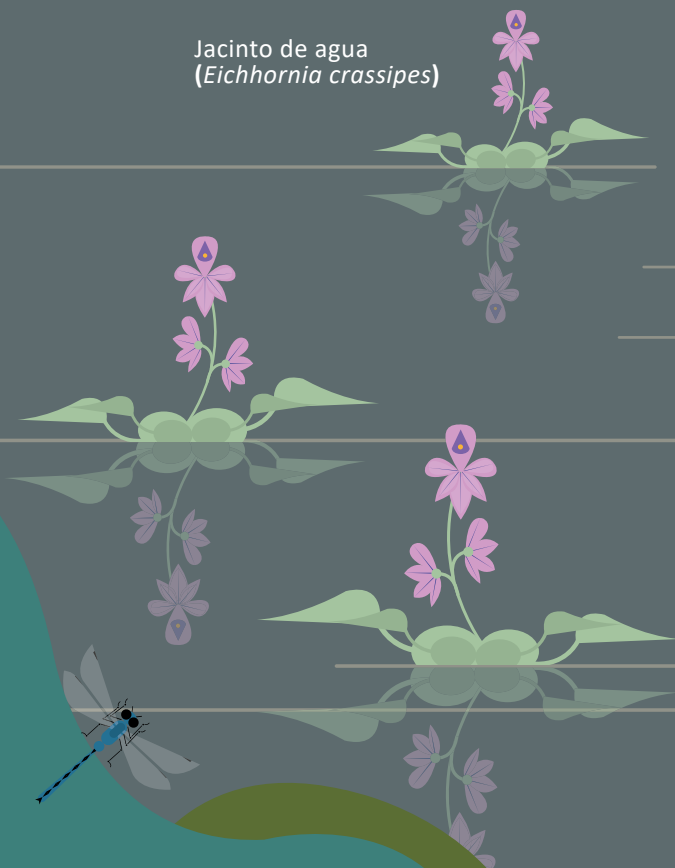
Propuesta de cuestiones para la ficha de trabajo sobre este tema:

- ¿Qué otra aplicación puede tener el peróxido de hidrógeno?
- Escribe la fórmula molecular del dióxido de cloro, del dióxido de carbono y del peróxido de hidrógeno.
- Investiga si el hipoclorito de sodio también es tóxico para los seres humanos y qué cuidados hay que tener en su uso.
- Identifica el mecanismo por el cual el hipoclorito de sodio impide que los mejillones cebra se adhieran.
- Elige una especie acuática invasora (de la guía española del proyecto LIFE INVASAQUA) y comprueba si existe un método de control químico para esa especie.

NOTA: Leyendo estos códigos QR tendrás más información sobre el mejillón cebra.



Jacinto de agua
(*Eichhornia crassipes*)



4.5. GEOGRAFÍA E HISTORIA

- **Antes de empezar: bioinvasiones y la materia de Geografía e Historia**

Geografía e Historia es una rama de conocimiento que permite aprender y explorar sobre la evolución de las sociedades y el territorio y los procesos que han permitido la evolución de la humanidad. El lugar en el que vivimos, el conocimiento de las diferentes unidades territoriales del planeta, o las formaciones geográficas que conforman y modifican el medio natural ayudan a mejorar la comprensión de problemáticas locales con un origen global.

Los vectores de entrada de especies exóticas invasoras pueden ser muy variados, así como las rutas (vías de entrada) que han seguido desde su llegada, traspasando barreras biogeográficas que, por sí mismas y sin intervención de las actividades humanas, no podrían atravesar. Este hecho es especialmente llamativo en especies invasoras acuáticas, las cuales utilizan las conexiones entre masas de agua para colonizar nuevos ambientes. Esta sección tiene por objetivo facilitar la comprensión de estos procesos y otros relacionados con historia de las especies invasoras y su estrecho vínculo con el desarrollo de la humanidad, como el cultivo de determinadas plantas, el uso ornamental de especies elegidas por movimientos culturales y sociales, la interacción con el entorno según las creencias y religiones de los pueblos, etc.

La ubicación de desafíos y problemas en una escala geográfica y temporal permite al estudiante contextualizar y abordar determinadas situaciones desde una mirada más amplia, incluyendo la reflexión sobre la importancia de la cooperación internacional para conseguir la comprensión y resolución de determinadas problemáticas, como las bioinvasiones.

- **Objetivos:**

1. Identificar elementos del paisaje natural, su equilibrio y evolución; desde la problemática de las especies invasoras y los impactos que provocan en la biodiversidad, economía y salud humana.
2. Explorar y conocer la historia de la humanidad comprendiendo los cambios que el transporte y uso de especies han ocasionado en la biodiversidad, socioeconomía y salud humana, consolidando conocimientos sobre la distribución geográfica de los países.
3. Analizar y comprender las principales vías de entrada y expansión de especies exóticas invasoras acuáticas en España a través del conocimiento de las cuencas hidrográficas y sus masas de agua.
4. Comprender y valorar el papel de las instituciones nacionales e internacionales, y la importancia de los marcos normativos por los que se rige el mundo actual.

- **Claves didácticas:**

Las actividades desarrolladas en esta sección tienen como conceptos clave: especies invasoras, impactos, vías de entrada, vectores de entrada.

Entre las destrezas y valores destacan: análisis e interpretación de datos, trabajo en grupo, investigación, reflexión, comparación, expresión oral, orientación espacial, capacidad lógica.

Esta sección incluye actividades relacionadas con las materias de Lengua Castellana y Literatura, Biología y Geología, Matemáticas, Tecnología y Digitalización, Educación Plástica, Visual y Audiovisual y Educación en Valores Cívicos y Éticos.

- **Desarrollo:**

ACTIVIDAD 1: Orígenes distintos

El objetivo principal de esta actividad consiste en situar a cada especie acuática invasora en su área de distribución natural y mencionar cuáles son los vectores que llevaron a su introducción y dispersión en otros lugares. Para esto, se propone la impresión de un mapamundi en A2 para plastificar, donde serán distribuidos los organismos en sus países de origen. Tareas a realizar:

- Imprimir un mapamundi similar al del anexo de esta sección.
- Investigar las especies invasoras acuáticas que aparecen a continuación (por ejemplo, su lugar de origen, sus características, sus vectores de introducción, sus impactos...).
- Imprimir en una cartulina una imagen de cada una (4cm x 4cm aproximadamente), indicando sus nombres comunes y científicos. Alternativamente, las imágenes pueden ser dibujadas por los propios estudiantes como actividad del área de Educación Plástica, Visual y Audiovisual.
- Situar la imagen de cada especie invasora en su área de distribución natural.

Las especies acuáticas invasoras que se trabajarán son:

- Siluro (*Silurus glanis*)
- Jacinto de agua (*Eichhornia crassipes*)
- Cangrejo rojo americano (*Procambarus clarkii*)
- Mejillón cebra (*Dreissena polymorpha*)
- Carpa común (*Cyprinus carpio*)
- Gambusia (*Gambusia holbrooki*)
- Cola de zorro acuática (*Myriophyllum aquaticum*)

- Trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*)
- Cangrejo de Shanghai (*Eriocheir sinensis*)
- Tortuga mordedora (*Chelydra serpentina*)
- Almeja asiática (*Corbicula fluminea*)

NOTA: Dependiendo del curso y nivel de los estudiantes, se puede especificar los países en los que han sido introducidos, aumentar el número de especies, e incluso aumentar la complejidad con cuerpos de agua en los que se encuentran.

ACTIVIDAD 2: Comprensión lectora

Esta actividad se centra en realizar una lectura atenta, y posterior análisis del texto de una noticia sobre el siluro, seguido de una puesta en común en clase. La puesta en común debe centrarse en la contextualización geográfica del problema planteado, intereses de la pesca recreativa, en el impacto de las especies acuáticas invasoras y en cómo evitarlo en el futuro.

Texto de lectura:

Publicado por EFE Verde. Autor: Jorge Molina. 18 de Septiembre de 2022, Sevilla. Texto original:

<https://efeverde.com/cientificos-buscaran-donde-hay-siluros-en-el-bajo-guadalquivir/>

<< La localización de siluros en el Bajo Guadalquivir, y la forma de controlar su expansión, es el objetivo de un estudio que impulsa el Ministerio para la Transición Ecológica (MITECO), y coordina la Universidad de Córdoba. Este gigante de las aguas dulces, de hasta dos metros y de 100 a 200 kilos de peso, se detectó el año pasado en Alcalá del Río, a unos 80 kilómetros de la desembocadura, haciendo saltar las alarmas. El siluro es un pez exótico e invasor, cuya capacidad depredadora y lo indiscriminado de sus presas – desde cangrejos a patos- lo convierten en una fortísima amenaza para los ecosistemas donde aparece. Su presencia deriva de introducciones premeditadas “con el egoísmo de poder pescarlos en el embalse cerca de su ciudad, una mentalidad miope que provoca auténticas barbaridades”, afirma Carlos Fernández Delgado, catedrático de Zoología de la Universidad de Córdoba (UCO). Esta institución, junto a la Universidad de Sevilla y el Instituto de Formación e Investigación Agraria y Pesquera de Andalucía (IFAPA), participan en el proyecto. Su fin es conocer dónde hay siluros, y crear un protocolo de actuación y control, pues “cuando una población está en una primera fase de colonización es el único momento para atacar y una vez asentada es casi imposible erradicarla”, indica Fernández Delgado.

El pantano de Iznájar, el más grande de Andalucía, contiene una población de siluros confinada en su vaso al menos desde 2011. En este caso se da por hecho que se introdujo para ofrecer la pesca de este gigante, muy atractiva justamente por su tamaño, a aficionados de toda la región. El trabajo científico se centra en el Bajo Guadalquivir, un área ecológicamente muy sensible. Fernández Delgado explica que el siluro come a diario el 2% de su peso, casi sin discriminar, por lo que podría afectar a las poblaciones de cangrejo rojo de la marisma, que motivan una industria envasadora, como a las de aves de Doñana si entra en el espacio protegido. En el estuario, por su salinidad, es menos probable que se asiente. La Junta prohibió la captura de los siluros de Iznájar, pero no ha puesto en marcha un plan de erradicación y según Ecologistas en Acción se han capturado ejemplares en el pantano del Gergal (Sevilla), al que nutre el río Rivera de Huelva.

El siluro puede hacerse con presas incluso con la técnica del ‘beaching’, el salto a tierra para la captura, al estilo de las orcas con las focas. No es peligroso para las personas, y su ingesta está prohibida por la gran cantidad de metales pesados que puede asimilar. Fernández Delgado solicita a la Junta que aplique un plan de erradicación, antes de que el problema crezca. Coincide Ecologistas en Acción, quien informa de que un grupo de trabajo de Doñana aprobó, con el apoyo científico de la Estación Biológica, solicitar a la Consejería de Sostenibilidad y Medio Ambiente andaluza su erradicación, al tratarse además de una especie exótica e invasora. Esto convierte en delito su introducción en el medio natural, posesión, transporte, tráfico y comercio. Los ecologistas creen que su presencia resulta “especialmente preocupante en el entorno de las Marismas del Guadalquivir, donde se encuentran las muy escasas poblaciones de cercetas pardillas, malvasías, porrones pardos o fochas cornudas, todas ellas aves en peligro de extinción”.

El siluro se une a los peces exóticos introducidos en el río andaluz, como alburnos, gambusias, percasoles, peces gato, lucios, black bass y otros, que han llevado al borde de la extinción a nuestros peces autóctonos como colmilleja, boga, barbo gitano y salinete. El tramo bajo del Guadalquivir constituye un área única no sólo desde el punto de vista biológico y ecológico, sino también y de forma importante, económico. Se trata de uno de los puntos calientes de biodiversidad de Andalucía con un elevado valor ecológico que permite la explotación comercial pesquera en la zona. “La biodiversidad es fuente de riqueza y reconocimiento para las pesquerías del Golfo de Cádiz”, destaca Ecologistas en Acción. >>

NOTA: Para complementar información sobre el alcance geográfico del siluro y poder responder a las preguntas propuestas para debate, se recomienda consultar la ficha de la especie del Catálogo Nacional de Especies Invasoras (MITECO).



Propuesta de cuestiones para la ficha de trabajo sobre este tema:

- Ubica en un mapa todos los elementos geográficos que se mencionan en el texto (ríos, embalses, etc).
- ¿Cuál es el área de distribución natural del siluro? ¿Y el área invadida a nivel europeo? Ubícalos en un mapa.
- ¿En qué otras cuencas hidrográficas españolas está presente esta especie?
- ¿Cuáles son los principales problemas que puede causar el siluro?
- ¿Qué medidas deben adoptarse para limitar la expansión del siluro?
- ¿Cuáles son las diferentes posturas que habría que tener en cuenta para la gestión del siluro? ¿Cómo podrían conciliarse esas posturas?
- ¿Qué podrían hacer los pescadores recreativos para ayudar a limitar la expansión de especies invasoras durante sus actividades?

NOTA: Para más información sobre cómo puede implicarse el sector de la pesca recreativa en la prevención de especies invasoras acuáticas y buenas prácticas ambientales en actividades en el medio acuático, consulta la campaña REVISA-LIMPIA-SECA.



ACTIVIDAD 3: Mapeo de especies de plantas invasoras

Para realizar actividades de monitorización de especies exóticas es esencial tener en cuenta variables geográficas. En esta actividad se propone una salida de campo con los estudiantes para identificar, en el entorno de su centro educativo, las plantas invasoras existentes utilizando la app de ciencia ciudadana “Especies Exóticas Invasoras en Europa” (que incluye un catálogo de especies para la Península Ibérica). La información recopilada podrá ser utilizada en clase de Tecnología y Digitalización para realizar una investigación sobre las especies identificadas, con el fin de crear una guía de especies y compartir la información entre las escuelas de la misma localidad.

CONSEJO: Para aprender sobre el manejo de la app, se recomienda ver el siguiente vídeo.



Imagen 5. App EASIN: “Especies Exóticas Invasoras en Europa”.

Pautas breves para el uso de la app:

- Descarga la app “Especies Exóticas Invasoras en Europa”: ([Android](#), [iOS](#)). Una vez descargada, se puede configurar en español.
- Activa el GPS de tu teléfono móvil > la app detectará que te encuentras en la Península Ibérica y al abrirla descargará un catálogo de especies invasoras que están presentes en nuestro territorio.
- Puedes encontrar información sobre las distintas especies del catálogo haciendo click sobre “Especies Invasoras” en el Menú principal, y filtrando por grupos de organismos.
- Sube de 1 a 3 fotografías de la planta. Se recomienda hacer una de vista general de la planta y otras donde se aprecien los detalles (tipo de hoja, fruto, etc).
- Para enviar los avistamientos de las plantas invasoras detectadas es necesario registrarse previamente a través de alguna de las opciones que ofrece la app. Hacer click sobre “Informar de una observación” y rellenar los campos que se muestran. Es posible seleccionar la especie de la lista desplegable. La fecha y las coordenadas vendrán dadas automáticamente por el teléfono móvil.

- Una vez cumplimentados los campos, hacer click sobre “Enviar” (o guardar borrador si no se dispone de conexión a internet para enviarlo más tarde).
- En el [mapa web](#) de la app es posible ver todos los avistamientos de ciencia ciudadana que otros usuarios de la app han registrado en toda Europa.

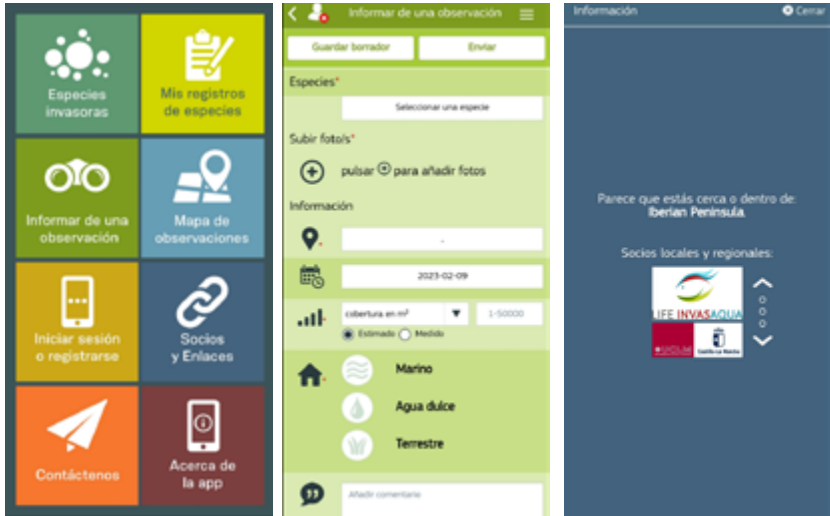


Imagen 6. Interfaz App Easin: “Especies Exóticas Invasoras en Europa”.

Esta actividad también se puede desarrollar de forma manual a través de fichas de registro de especies:

Especie invasora	Nº fotografías	Coordenadas (GPS, móvil o navegador web)	Cobertura de la planta en m² o nº de individuos	¿Son cifras estimadas o medidas?	Tipo de Hábitat (marino, agua dulce o terrestre)	Comentarios
Ejemplo: <i>Cortaderia selloana</i> Hierba de la Pampa	1, 2, 3	43°27'21.0"N 3°50'29.9"W ó 43.455844, -3.841625	3 m²	Estimadas	Terrestre	Hemos encontrado esta planta en un jardín público

NOTA: para dinamizar esta actividad es posible organizarla en formato de Bioblitz o maratón de biodiversidad, organizando a los estudiantes en grupos y dando un tiempo máximo de 1 hora para enviar todos los avistamientos posibles. Al finalizar el tiempo, hacer una puesta en común de la actividad con las principales especies y dificultades encontradas durante su desarrollo.

ACTIVIDAD 4: Especies invasoras y el papel de la ONU

Mediante la lectura e interpretación de los dos textos siguientes, se analizará un caso de introducción de una especie invasora y el papel de la ONU en estas situaciones.

La carpa común en la Península Ibérica

La carpa común (*Cyprinus carpio*) es originaria de Europa oriental y Asia occidental, habiendo sido introducida por los romanos en Italia y desde allí se extendió a otros países europeos. Es una de las especies más extendidas en el mundo y la más antigua introducida en la Península Ibérica, probablemente desde los siglos XVI-XVII. Se introdujo por motivos ornamentales, para decorar los lagos, pero más tarde empezó a ser utilizada para la pesca deportiva. En la Península Ibérica se encuentra en todas las cuencas hidrográficas. Es una especie muy resistente que ocupa principalmente lagos, subsistiendo también en zonas con corrientes débiles, fondos fangosos y que preferentemente ofrecen cierta profundidad. Tiene un comportamiento alimentario bentónico (cerca del suelo) y una dieta omnívora, consumiendo larvas de insectos, algas, plantas acuáticas, pequeños moluscos y alevines de peces. Como se alimenta de plantas acuáticas, afecta a la calidad del agua y, en consecuencia, al coste de tratamiento del agua que se extrae para el suministro público.

- La carpa se ha convertido en una especie invasora. ¿Por qué?
- ¿Con qué fin fue introducida?
- ¿Qué impactos, positivos o negativos, son consecuencia de su introducción?
- ¿Qué hechos históricos remarcables acontecieron en España en el periodo en el que se introdujo la carpa común?

El papel de la ONU

La Organización de las Naciones Unidas (ONU) se fundó en 1945, tras la Segunda Guerra Mundial, con el objetivo de promover la paz y la cooperación internacionales. España entró en la ONU en 1955. La ONU también desarrolla acciones sobre temas a los que se enfrenta la humanidad en el siglo XXI, como el cambio climático, el desarrollo sostenible, los derechos humanos y las emergencias humanitarias y sanitarias. En 2015, la ONU aprobó, con 193 miembros, un conjunto de 17 objetivos a alcanzar para 2030, llamados Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS). Estos objetivos pretenden crear un nuevo modelo global para acabar con la pobreza, promover la prosperidad y el bienestar para todos, proteger el medio ambiente y combatir el cambio climático.

- ¿Cuál era el objetivo inicial de la ONU?
- ¿Considera la ONU que la lucha contra las especies invasoras debería formar parte de los ODS?
- ¿En qué ODS concretamente se trata la temática de las especies exóticas invasoras? Puedes consultarlos en el siguiente enlace:

<https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/>



Imagen 7. Objetivos de Desarrollo Sostenible de la Agenda 2030.

ANEXO

ACTIVIDAD 1. Orígenes distintos

Para el desarrollo de esta actividad, será necesario un mapamundi similar a este. Puedes descargarlo haciendo click en el siguiente enlace https://cdn.pixabay.com/photo/2013/07/13/13/19/world-160811_960_720.png



Figura 6. Mapamundi mudo.

4.6. INGLÉS

- **Antes de empezar: bioinvasiones y la materia de Inglés:**

El desarrollo de conocimientos en distintas lenguas ofrece una nueva dimensión comunicativa, social y cultural a los estudiantes. Poder comunicarse eficazmente en otra lengua, saber sus orígenes y países en los que se habla, facilita la puesta en valor y respeto de otras culturas. Los estudiantes pueden desarrollar una mejor capacidad de aprendizaje al poder consultar información y documentación en otros idiomas, mientras se facilita la expresión en otra lengua.

En el caso de la materia de lengua extranjera de Inglés, esta se ha convertido en lengua vehicular en todos los campos y ámbitos a nivel internacional, incluyendo el ámbito de la comunicación y divulgación de la ciencia. La problemática de las especies exóticas invasoras, como problemática global, utiliza el inglés como lengua de referencia a nivel internacional para la redacción de documentos e información, el desarrollo de herramientas, o la producción de materiales audiovisuales.

Esta sección tiene por fin permitir al alumnado ampliar el vocabulario científico-técnico, mejorar la comprensión de textos y búsqueda de información, y facilitar la expresión oral y escrita en inglés al mismo tiempo que se aprende y profundiza en la temática científica sobre bioinvasiones.

- **Objetivos:**

1. Capacitar a los estudiantes en la expresión oral y escrita, y en la comprensión lectora en inglés, a través de la problemática de las especies exóticas invasoras.
2. Mejorar la capacidad de redacción en inglés, ampliando el vocabulario en materia de biodiversidad, medio natural, etc.
3. Ampliar las destrezas de búsqueda de información fiable, mejorando el uso de recursos analógicos y digitales, a través de ejercicios de investigación en bioinvasiones.

- **Claves didácticas:**

Las actividades desarrolladas en esta sección tienen como conceptos clave: especies invasoras, ecosistema, vías de entrada, prevención.

Entre las destrezas y valores destacan: lectura en inglés, escritura en inglés, trabajo en equipo, investigación, expresión oral en inglés.

Esta sección incluye actividades relacionadas con las materias de Lengua Castellana y Literatura, Biología y Geología y Tecnología y Digitalización.

ACTIVIDAD 1: Become a citizen scientist!

“Frontiers for Young Minds” es una publicación de contenidos científicos cuyos revisores son jóvenes estudiantes. Estos grupos de estudiantes, orientados por su docente, son los encargados de revisar artículos científicos y proponer mejoras y sugerencias a sus autores. El artículo “On Darwin’s Steps: Citizen Science Can Help Keep an Eye on Alien Species” (Giovos et al. 2021) es un texto en inglés, de libre acceso, que trata sobre el papel de la ciencia ciudadana y la aplicación “Especies Exóticas Invasoras en Europa”, incluida en la sección de Geografía e Historia en este cuaderno, en la monitorización de especies invasoras en nuestro entorno.

Se propone una lectura guiada del artículo en el aula (el docente puede seleccionar aquellos párrafos que considere de mayor interés) con un debate posterior para extraer las principales conclusiones del texto. Acceso al artículo:

Giovos I, Charitou A, Gervasini E, López-Cañizares C, Tsiamis K and Cardoso A (2021) On Darwin’s Steps: Citizen Science Can Help Keep an Eye on Alien Species. *Front. Young Minds.* 9:520201. doi: 10.3389/frym.2021.520201

Copyright © 2021 Giovos, Charitou, Gervasini, López-Cañizares, Tsiamis and Cardoso (CC BY).

<https://kids.frontiersin.org/articles/10.3389/frym.2021.520201>

Suggested questions for debate:

- Have you ever participated in a citizen science project?
- Would you like to do so?
- How would you prefer to participate (with your phone, on the PC, taking notes by hand...)?
- Why do you think it is important to participate in citizen science?
- What do you think that can be difficult about monitoring invasive species through citizen science?

ACTIVIDAD 2: Investigating invasive species

Esta actividad consiste en escribir una redacción en inglés sobre una especie exótica invasora acuática presente en España. Deben imaginarse cómo llegó aquí, y a partir de ahí desarrollar una historia que guarde relación con el vocabulario y gramática que se estén desarrollando esos días en el aula. Una vez entregadas las redacciones, se pedirá a los estudiantes que busquen cuál fue el verdadero vector de entrada de la especie elegida.

Puedes consultar qué especies exóticas invasoras acuáticas tenemos en España e información sobre ellas en la versión en inglés de la guía ¡Cuidado! Invasoras acuáticas: [Guide Watch out! Aquatic Invaders](#)



Imagen 8. Portada de la guía “¡Cuidado! Invasoras Acuáticas” (English version).

ACTIVIDAD 3: Have you seen an alien?

Este juego, es un recurso educativo desarrollado por la *European Alien Species Information Network (EASIN)* y la plataforma de aprendizaje [EU Academy](#) que favorece la comprensión lectora en inglés, así como el uso de tecnologías y aplicaciones web, a la vez que se relacionan conceptos y aspectos de algunas especies exóticas invasoras acuáticas presentes en Europa (descripción, origen y vías de entrada).

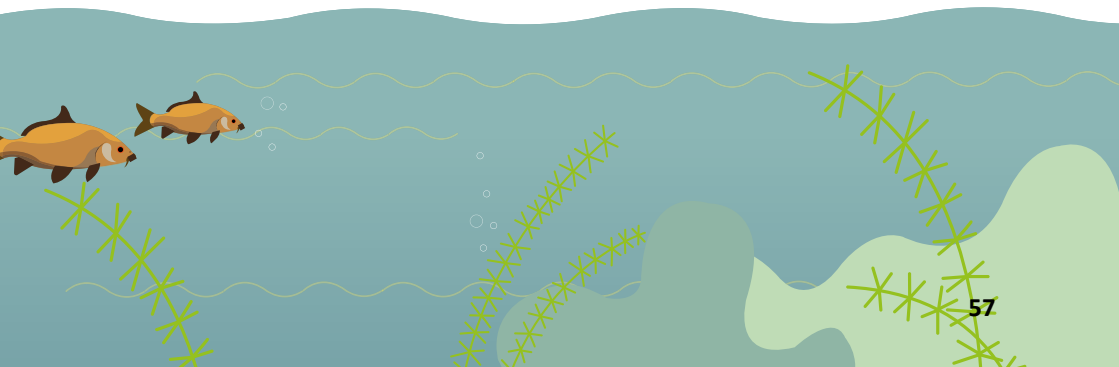
NOTA: Para desarrollar esta actividad es necesario disponer de ordenadores y acceso a internet.

Acceso al juego: "[Have you seen an alien?](#)" game

El desarrollo de la actividad consiste en completar los dos niveles de dificultad en el menor tiempo posible. También se puede trabajar por parejas o grupos, avisando al docente de la finalización cuando se complete cada nivel, habiendo obtenido el *tick* verde para cada una de las especies. Además, esta actividad puede ser complementaria a la actividad anterior, *Investigating invasive species*, al poder asignar estas mismas especies para realizar la redacción, fortaleciendo el vocabulario y temática de las bioinvasiones.



Imagen 9. Encabezado juego "Have you seen an alien?" Creative Commons Attribution 4.0. International License (CC BY 4.0).



4.7. LENGUA CASTELLANA Y LITERATURA

- **Antes de empezar: bioinvasiones y la materia de Lengua Castellana y Literatura:**

La capacidad de procesar y trabajar con la información, en todas sus formas, es una necesidad básica en un mundo cambiante. La mejora de esta capacidad forma parte del desarrollo de los estudiantes, que les permitirá cultivar competencias como la argumentación, hablar en público o comprensión de textos, necesarias para su desarrollo profesional y personal. Además, la comunicación y la educación ambiental son fundamentales en el proceso de cambio de actitud en relación al medio ambiente, pero para que haya una concienciación efectiva sobre un problema, la información tiene que llegar de la forma adecuada.

La mayoría de la población no está debidamente informada sobre términos como “especies nativas”, “especies invasoras” o “biodiversidad” y pocos saben identificar a las especies invasoras de su entorno. Una correcta formación en la elaboración de materiales coherentes y cohesionados, bien desarrollados, y con un lenguaje adaptado al público objetivo, puede facilitar la sensibilización sobre la problemática de las bioinvasiones.

Esta materia tiene por objetivo incrementar la competencia comunicativa de los estudiantes, mejorando el intercambio tanto oral como escrito, y aumentando la capacidad de comprensión de información a través del trabajo de la temática de las especies invasoras.

- **Objetivos:**

1. Desarrollo de la capacidad de interpretación y comprensión de textos, información e identificación de los puntos clave, realizando actividades de búsqueda activa de documentación sobre especies exóticas invasoras y su revisión.
2. Producir información coherente y cohesionada de forma oral y escrita, adaptándola a diferentes registros, focalizando en la problemática de las bioinvasiones, colaborando en la sensibilización de los estudiantes.
3. Facilitar habilidades comunicativas con terminología adecuada, mejorando el repertorio comunicativo tanto oral como escrito, utilizando de base información de especies exóticas invasoras de la Península Ibérica.

- **Claves didácticas:**

Las actividades desarrolladas en esta sección tienen como conceptos clave: especies invasoras, ecosistemas, autóctonas, actividad pesquera, biodiversidad, comunicación.

Entre las destrezas y valores destacan: interpretación, investigación, trabajo en grupo, expresión escrita, expresión oral, capacidad de comunicación, capacidad de organización y planificación, interacción social.

Esta sección incluye actividades relacionadas con las materias de Biología y Geología, Tecnología y Digitalización, Educación en Valores Cívicos y Éticos, Educación Plástica, Visual y Audiovisual y Geografía e Historia.



ACTIVIDAD 1: Lectura e interpretación de una noticia

1. En esta actividad se propone leer un artículo de prensa en voz alta a la clase (puede ser entre varios estudiantes) e interpretarlo para responder a las siguientes preguntas.

Noticia: Extracto del artículo de la revista online Wilder, titulado “*Portugal y España se unen para frenar las especies acuáticas invasoras*”, publicado el 17 de mayo de 2019.

“Los ríos y estuarios de Portugal y España se están transformando rápidamente. Y no para mejor. Actualmente hay 158 especies de animales y 32 especies de plantas y macroalgas invasoras en la Península Ibérica.

Estas especies provocan “graves pérdidas de biodiversidad, que pueden llevar a la extinción de las especies autóctonas”, según los responsables del proyecto LIFE INVASAQUA. “Además de los riesgos para el medio ambiente, también hay efectos económicos muy graves”, dijo Pedro Anastácio, investigador de la Universidad de Évora, durante la presentación pública del proyecto esta mañana en la Facultad de Ciencias de la Universidad de Lisboa. A nivel de la Unión Europea, se calcula que el coste anual de las especies invasoras supera los 12.000 millones de euros al año. Peces, crustáceos, otros invertebrados y moluscos son los principales grupos de especies invasoras en agua dulce, según los expertos.

El cangrejo de Shanghái, una especie asiática, corta las redes de pesca y se come los peces de las redes. El cangrejo rojo americano es una plaga en los arrozales, mientras que la almeja asiática daña gravemente los sistemas de bombeo de agua. En cuanto al pez siluro, “un pez gigante”, el investigador refirió que, “se come todo lo que se mueve en los ríos, incluso las palomas que van a beber el agua a las orillas”.



Imagen 10. Ilustración de cangrejo azul (*Callinectes sapidus*) realizada por Eva María Grey en el curso de Ilustraciencia sobre Especies Invasoras. Fuente: MNCN

Las macroalgas, las plantas como el jacinto de agua, los anfibios, los reptiles y mamíferos, las aves y las diatomeas también figuran en la lista de preocupaciones de “Life Invasaqua - Especies invasoras de sistemas de agua dulce y estuarios: sensibilización y prevención en la Península Ibérica”. Por ahora, se sabe que todas estas especies llegan principalmente de Europa y América del Norte, adheridas a barcos y otros medios de transporte, o que se introducen para la pesca deportiva o como ornamentales. En algunas tiendas de acuarios, por ejemplo, ya se han visto especies invasoras a la venta, como el cangrejo de mármol.”

2. Responder a las siguientes preguntas:

1. ¿De qué problema trata esta noticia?
2. ¿Cuáles son los principales grupos de especies invasoras de agua dulce?
3. Nombra tres impactos causados por las especies acuáticas invasoras.
4. ¿Cómo llegaron estas especies a la Península Ibérica?
5. ¿Cuáles podrían ser los diferentes públicos objetivo a los que va dirigida la noticia?
6. ¿Hay alguna palabra que desconozcas?

ACTIVIDAD 2: Glosario invasor

Con esta tarea los estudiantes se enfrentarán al reto de construir un glosario colaborativo con algunos de los conceptos y términos relacionados con la temática de las especies invasoras que han encontrado en la lectura de la noticia de la ACTIVIDAD 1 de esta sección. Esta actividad permite el desarrollo de aptitudes básicas como la estructuración del lenguaje, el aumento del repertorio comunicativo, y también permite seleccionar y contrastar la información más importante para configurar textos.

La tarea también puede desarrollarse por grupos, pidiendo a cada uno que añada 3 conceptos más (entre los que se han trabajado a lo largo de este cuaderno) para configurar un glosario más completo sobre la temática de las bioinvasiones, incluyendo ejemplos en sus definiciones. El docente también puede añadir todos los conceptos que crea necesarios y esenciales para afianzar los conocimientos sobre esta temática.

Ejemplo con la “V”:

Vía de entrada: es el mecanismo o la forma en que las especies exóticas llegan a nuestros ecosistemas. Existen diferentes tipos de vías de entrada y pueden tener un mayor o menor grado de voluntariedad o intencionalidad. Por ejemplo, la vía de entrada del pez siluro en España es la introducción o suelta para la pesca deportiva.

ACTIVIDAD 3: Producción de contenidos de comunicación y sensibilización

Para llevar a cabo esta actividad, se supone que los estudiantes ya han adquirido conocimientos sobre las especies invasoras acuáticas, concretamente en las disciplinas de *Biología y Geología y Educación en Valores Cívicos y Éticos*. Los estudiantes deben investigar, de forma individual o en grupo, hasta tres textos científicos sobre el problema de las especies invasoras en España, analizarlos, investigar sobre los términos científicos que puedan desconocer (utilizar un diccionario técnico o pedir apoyo a su docente) y redactar a partir de los mismos un artículo divulgativo para difundirlo entre la comunidad educativa (docentes, auxiliares docentes, estudiantes, padres).

Los textos científicos pueden ser extraídos del buscador [Google Académico](#), [Dialnet](#), [CSIC](#) o cualquier otra base o buscador bibliográfico que se considere adecuado, a través de la búsqueda por palabras clave como “especie invasora”, “impactos especies invasoras” o “especies invasoras ríos”.

El artículo divulgativo que los estudiantes deben producir debe tener en cuenta el público al que va dirigido, la edad y el contexto sociocultural del destinatario. Hay que tener en cuenta el contexto en el que está localizado el centro educativo (urbano, rural, costero, etc.) ya que ello puede influir en el conocimiento que los habitantes tengan sobre las especies locales, incluidas las especies invasoras.

El texto final también puede trabajarse gráficamente (por ejemplo, en una actividad de la sección de Tecnología y Digitalización o Educación Plástica, Visual y Audiovisual) e incluir imágenes y diagramas para hacerlo más comprensible y atractivo.



Martín pescador
(*Alcedo atthis*)

NOTA: Se pueden consultar ejemplos de paneles divulgativos sobre especies invasoras en la [exposición itinerante ¡Cuidado! Invasoras Acuáticas](#) y otros materiales de comunicación científica y multimedia en:

<https://lifeinvasaqua.com/recursos/>



Imagen 11. Exposición en estaciones de Adif localizadas en la Cuenca Hidrográfica del Júcar.

Para terminar, los estudiantes deben hacer una autoevaluación del trabajo realizado, mencionando en qué creen que pueden mejorar y qué dificultades han tenido.



ACTIVIDAD 4: Entrevista con sectores implicados en la gestión de especies invasoras

Esta actividad tiene como objetivo elaborar un informe por equipos sobre las especies invasoras que se encuentran en la zona geográfica del centro. Se trata de un ejercicio de creación, redacción de documentación, y adaptación del lenguaje al registro específico de cada entrevista. Esta actividad, concretamente la tarea 1, puede complementar y reforzar la adquisición de conocimientos en las actividades propuestas para la sección de Geografía e Historia. Comprende las siguientes tareas:

1. Búsqueda de las especies invasoras acuáticas más comunes en la zona geográfica del centro académico. Para identificar estas especies se puede utilizar la guía [¡Cuidado! Invasoras Acuáticas](#), y el mapa-visor de la plataforma de Ciencia Ciudadana [IBERMIS](#).
2. Consultar la información y materiales disponibles de la [campaña REVISA-LIMPIA-SECA de LIFE INVASAQUA](#) sobre el fomento de buenas prácticas ambientales para la prevención de especies invasoras en sectores relacionados con el medio acuático.
3. Con lo aprendido en los puntos 1 y 2, preparación de una entrevista con alguna persona o club que desarrolle actividades en el medio acuático (por ejemplo, pesca, kayak, itinerarios interpretativos). El objetivo principal de la entrevista será recabar información sobre la percepción de esta persona o grupo sobre la transformación del río a lo largo del tiempo, especialmente sobre las especies más abundantes y las artes de pesca o material deportivo utilizados, así como sobre la posible presencia de especies invasoras, los posibles impactos actuales sobre las actividades que desarrollan, la biodiversidad nativa y las buenas prácticas a través de las cuales se implican en la conservación del medio. Esta entrevista puede realizarse previo acuerdo de forma telemática, o *in situ* en el lugar donde se desarrollan las actividades y donde sería posible también recabar información fotográfica de utilidad para otras actividades propuestas en este cuaderno, como en la sección de Educación Plástica, Visual y Audiovisual.

4. Presentación de las entrevistas en el aula y de las principales conclusiones extraídas para cada sector de actividad estudiado.



Imagen 12. Logo campaña Revisa-Limpia-Seca.



Imagen 13. Siluro (*Silurus glanis*). LI. Zamora. UdG. CC-BY-NC.

4.8. MATEMÁTICAS

- **Antes de empezar: bioinvasiones y la materia de Matemáticas:**

Las matemáticas se usan como una herramienta transversal en muchos ámbitos. Calcular, medir o estudiar las formas y cantidades permite generar modelos de realidad y acometer los retos a los que se enfrenta la humanidad de una forma más tangible. El manejo de esta materia facilita el desarrollo del pensamiento lógico, crítico e incluso la intuición; ayudando a razonar de una manera ordenada procesos, situaciones y conceptos. Además, permite una comprensión de problemas cotidianos en base a representaciones gráficas, lectura de tablas y expresiones numéricas. Todo ello ayuda a la resolución de problemas y potencia la percepción de los estudiantes sobre del mundo en el que vivimos de forma más amplia. El ámbito de las bioinvasiones cuenta con una gran cantidad de datos y números (cifras económicas de impactos, número de especies, porcentajes de especies exóticas invasoras, áreas y superficies colonizadas, etc.), aunque también encontramos multitud de representaciones gráficas (tasas de dispersión, crecimiento de poblaciones, etc.) y mapas conceptuales que pueden entenderse de una mejor manera a través de una buena base matemática. Una buena comprensión de los datos, ayuda al estudiante a percibir mejor la magnitud de esta problemática desde escalas locales a globales, y en todas sus fases de gestión, destacando la prevención y la monitorización de especies invasoras.

- **Objetivos:**

1. Analizar e interpretar de datos relacionados con las bioinvasiones.
2. Desarrollar destrezas en el manejo de bases de datos, lectura de gráficos y tablas numéricas, realizando estudios estadísticos basados en situaciones reales.
3. Ampliación del conocimiento sobre especies invasoras usando las matemáticas como elemento transversal que facilita la resolución de objetivos globales como el desarrollo sostenible.

- **Claves didácticas:**

Las actividades desarrolladas en esta sección tienen como conceptos clave: Especies invasoras, grupo taxonómico, dulceacuícola, especie autóctona, vectores de introducción, media, porcentaje.

Entre las destrezas y valores destacan: Capacidad de análisis e interpretación de datos, razonamiento y comunicación (oral y escrita), resolución de problemas, relaciones interpersonales, capacidad de síntesis y resolución de problemas alfanuméricos.

Esta sección incluye actividades relacionadas con las materias de Biología y Geología, Física y Química, Tecnología y Digitalización y Geografía e Historia.

ACTIVIDAD 1: Análisis, interpretación y comunicación de datos matemáticos

A partir del análisis de los gráficos, esquemas y tablas que se muestran en el anexo de esta sección, se propone la respuesta a varias preguntas con el fin de interpretar los datos matemáticos presentados:

Preguntas:

1. Analizar el gráfico 1.

- ¿Qué grupo taxonómico presenta un mayor número de especies invasoras?
- ¿Cuál es el porcentaje sobre el total de especies de los diferentes grupos de vertebrados?
- ¿Cuáles crees que son las razones más probables que explican el mayor porcentaje de especies invasoras acuáticas en ese grupo taxonómico?

2. Analizar el gráfico 2.

- ¿Cuál de los vectores presentados es predominante en relación a la introducción de nuevas especies invasoras acuáticas animales en la Península Ibérica? ¿De qué manera/s crees que se favorece la introducción de especies invasoras acuáticas a través de ese vector?
- El mejillón cebra fue introducido a través de la navegación. ¿Qué porcentaje se muestra para este vector de introducción?

3. Analizar el gráfico 3.

- Teniendo en cuenta el total de especies invasoras acuáticas, ¿qué porcentaje hay de especies animales y plantas?
- La mayoría de las especies invasoras son animales de agua dulce (dulceacuícolas). ¿Cuál es el porcentaje de estos en relación con el total?

4. Observar la tabla 1 y responder las siguientes cuestiones.

- ¿Qué porcentaje del ejemplo del grupo de especies invasoras acuáticas presentadas en la tabla está establecido en España?
- Presenta, en forma de gráfico, el porcentaje de las especies de animales invasores acuáticos más abundantes en España por grupo taxonómico.
- Nombra una especie invasora de molusco presente en España.

ACTIVIDAD 2: Una carrera por la supervivencia

Es primavera y, en el río Segura, dos especies de peces buscan alimento: una especie exótica invasora, la trucha arcoiris (*Oncorhynchus mykiss*), cuya velocidad máxima de natación es de 40,3 cm/s, y una especie autóctona, un barbo del sur (*Luciobarbus sclateri*), cuya velocidad máxima de natación en primavera es de 27 cm/s (valores ficticios adaptados para la actividad).

- Ambos quieren alcanzar un molusco que está a 5 m de ellos. ¿Cuánto tiempo tarda cada pez en llegar al molusco? ¿Cuál de los dos tiene ventaja? ¿Crees que esta ventaja puede afectar al barbo del sur?
- Si un insecto está a 1,5 metros del barbo del sur y a 4 metros de la trucha arcoiris, ¿qué pez lo atrapará primero?
- El barbo del sur tardó 45 minutos en llegar a una embarcación de recreo que estaba parada en el río Segura. ¿Cuál sería la distancia inicial entre el barbo del sur y el barco?



Imagen 14. Ilustración de trucha arcoiris (*Oncorhynchus mykiss*) realizada por Elena Moreno Gibello en el curso de Ilustraciencia sobre Especies Invasoras.

ACTIVIDAD 3: Manejo de datos de bioinvasiones

Esta actividad está vinculada a la Actividad 1 de la sección de Tecnología y Digitalización, que propone la creación de una encuesta online (por ejemplo, en *Google Forms* o cualquier otra herramienta que el docente considere adecuada) para evaluar el nivel de conocimiento de los estudiantes del centro educativo sobre las especies invasoras. Tras realizar la encuesta, es necesario organizar y procesar los datos recogidos. Mediante las funcionalidades de esta herramienta, las respuestas se organizan automáticamente en una tabla de Microsoft Excel descargable que permite una lectura comparativa de todas las respuestas y facilita el tratamiento de los datos.

En esta actividad, se dividirá la clase en grupos. A cada grupo se le encargará realizar el análisis de las respuestas a un número determinado de preguntas de la encuesta diseñada en la sección de Tecnología y Digitalización. Además de calcular los porcentajes, se propone calcular las medidas estadísticas “media, mediana y moda” y representar la información recogida en gráficos de barras o círculos.

Ejemplo de pregunta de la encuesta:

Cuestión 1. ¿Sabes lo que significa “Especie Invasora”?

#	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Cuestión 1	No	Sí	Sí	Sí	Sí	No	Sí	No	Sí

A partir del análisis de estos datos es posible, por ejemplo, calcular el porcentaje de personas de la población objeto de estudio (en este caso, los estudiantes del centro educativo) que saben lo que significa “especie invasora” y las que no lo saben. Si disponemos de datos sobre el perfil del encuestado (edad, nivel de estudios, sexo, etc.), también podemos relacionar estos datos con esta respuesta y otras de la encuesta.

ANEXO

ACTIVIDAD 1.

Análisis, interpretación y comunicación de datos matemáticos

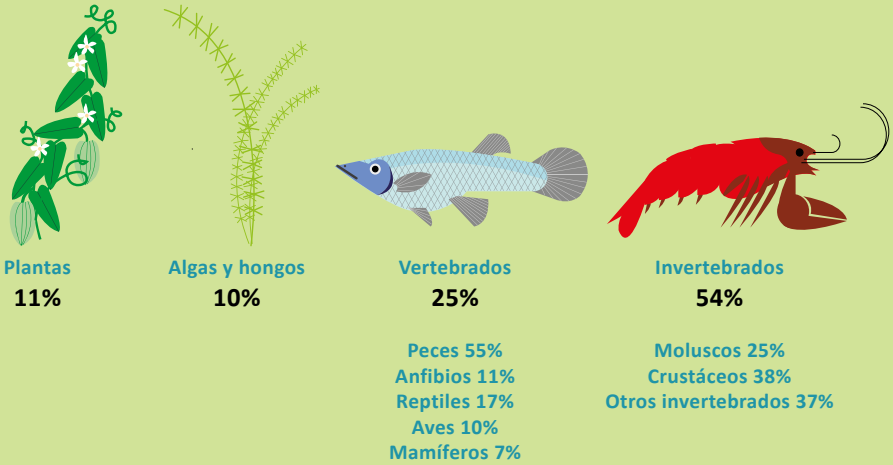


Gráfico 1. Porcentajes de Especies Exóticas Acuáticas presentes en la Península Ibérica. Fuente: Proyecto LIFE INVASAQUA.

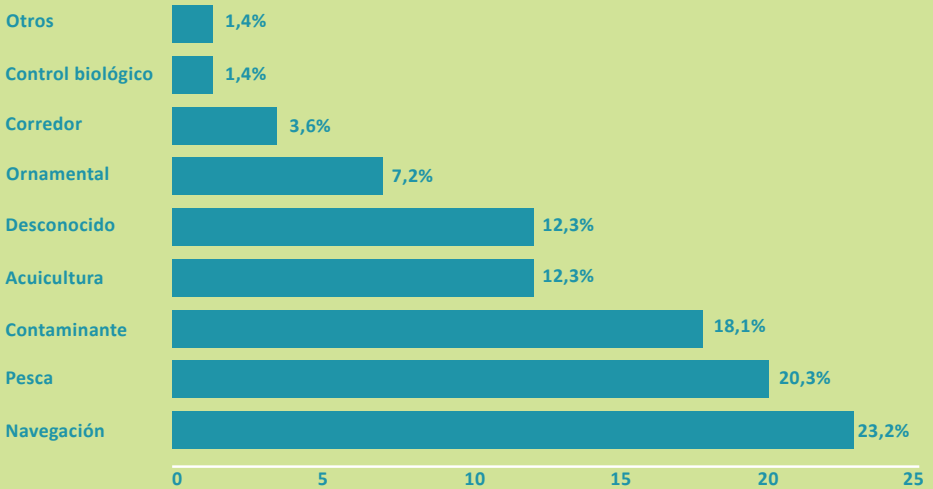


Gráfico 2. Frecuencia relativa de los principales vectores de introducción de especies de fauna acuática invasora en la Península Ibérica. Fuente: Proyecto LIFE INVASAQUA.

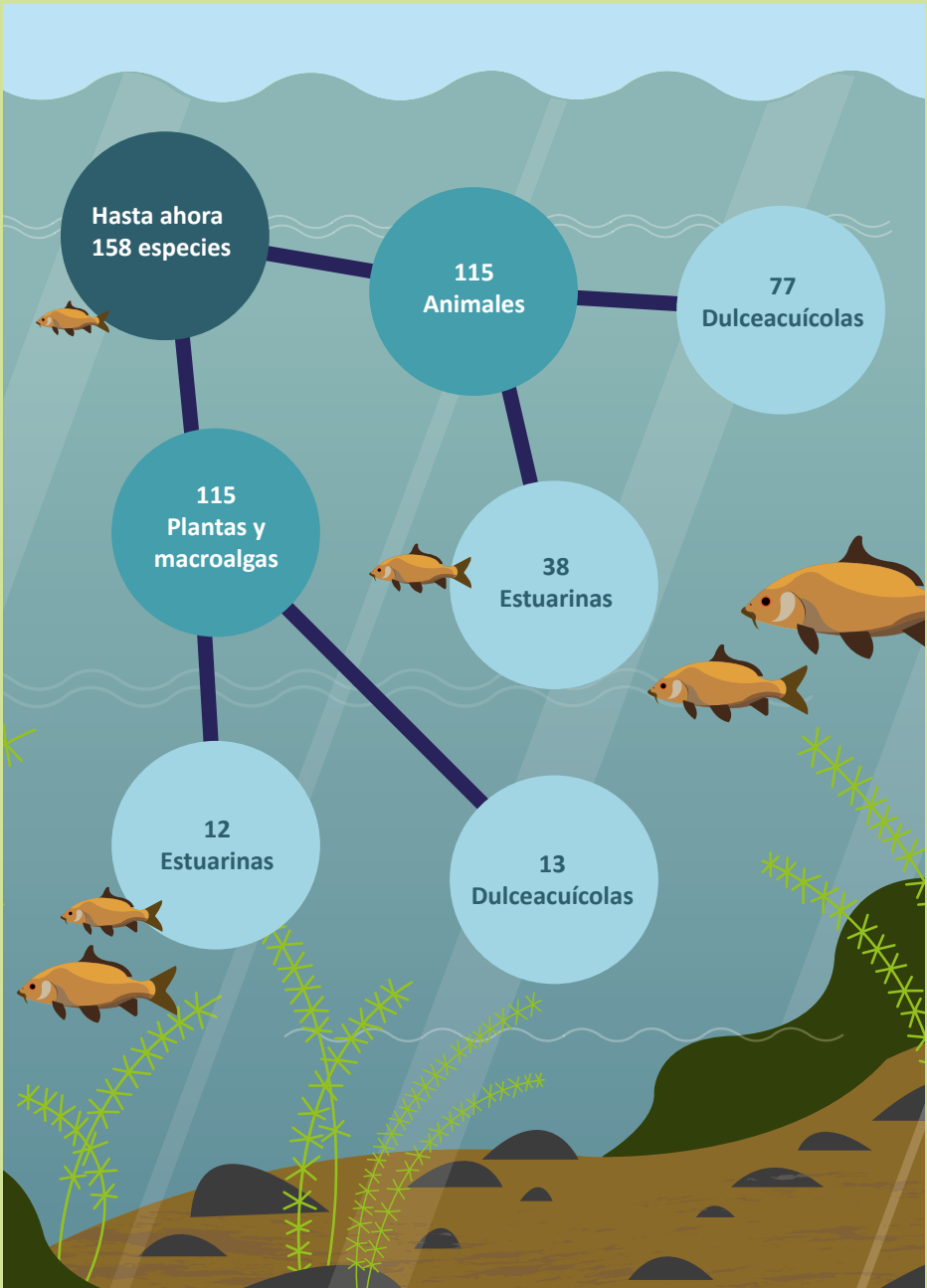


Gráfico 3. Número de Especies Invasoras Acuáticas en la Península Ibérica.
Fuente: Proyecto LIFE INVASAQUA.

GRUPO TAXONÓMICO	ESPECIE	¿PRESENTE EN LA PENÍNSULA IBÉRICA?
Moluscos	Mejillón cebra	Sí
	Almeja asiática	Sí
Peces	Perca europea	Sí
	Percasol	Sí
	Tilapia	No
	Gambusia	Sí
	Pez cabeza de serpiente	No
	Lucioperca	Sí
	Durmiente de Amur	No
	Siluro	Sí
Reptiles	Tortuga pintada	Sí
	Tortuga de Florida	Sí
	Tortuga almizclera	No
Anfibios	Rana toro americana	Sí
	Rana de uñas africana	Sí
Aves	Malvasía canela	Sí
Mamíferos	Castor canadiense	No
	Visón americano	Sí
	Mapache	Sí

Tabla 1. Ejemplos de especies exóticas invasoras acuáticas presentes (Sí) y potenciales (No) en la Península Ibérica.



Garceta grande
(*Ardea alba*)

4.9. TECNOLOGÍA Y DIGITALIZACIÓN

- **Antes de empezar: bioinvasiones y la materia de Tecnología y Digitalización:**

El proceso de digitalización y uso de nuevas tecnologías para comunicar e investigar a todos los niveles forma parte de las competencias que los estudiantes deben adquirir, focalizando en un uso crítico y responsable de estas. La incorporación de las tecnologías digitales contribuye en el enfoque práctico del aprendizaje, incluyendo metodologías más atractivas, dinámicas y aplicadas. La transversalidad de esta asignatura puede usarse para que los estudiantes apliquen las mismas técnicas de trabajo en temáticas muy diferentes.

El manejo de plataformas y softwares para resolver problemas, la optimización de tiempo y recursos para trabajar de manera más eficiente o el uso y desarrollo de aplicaciones móviles que faciliten la automatización de procesos son algunos ejemplos de cómo la digitalización contribuye al progreso de aprendizaje de los estudiantes, algunas de las cuales se tratan en esta sección.

Así, la problemática de las especies invasoras puede ser trabajada también desde el punto de vista de las Tecnología y Digitalización. Habilidades en ofimática, el manejo de bases de datos, el uso de aplicaciones móviles para mejorar la detección de especies invasoras o el aprendizaje sobre bioinvasiones basado en juegos, pueden ser ejemplos de cómo el uso de nuevas tecnologías puede incluirse en una disciplina con la que aprender, sensibilizar y manejar datos sobre las especies invasoras.

- **Objetivos:**

1. Aplicar tecnologías digitales en la búsqueda y contraste de fuentes de información.
2. Usar herramientas digitales para la comprensión de la problemática de las bioinvasiones.
3. Fomentar de la creatividad y el pensamiento crítico, basado en la construcción de recursos tecnológicos que permitan una mayor sensibilización sobre especies invasoras de la Península Ibérica.

- **Claves didácticas:**

Las actividades desarrolladas en esta sección tienen como conceptos clave: especie invasora, ecosistema, impacto socioeconómico.

Entre las destrezas y valores destacan: manejo de aplicaciones de ofimática, redacción, trabajo en equipo, interpretación, creatividad, uso de nuevas tecnologías.

Esta sección incluye actividades relacionadas con las materias de Lengua Castellana y Literatura, Matemáticas, Geografía e Historia y Tecnología y Digitalización.

ACTIVIDAD 1: Creación de una encuesta online

En esta actividad se propone la creación conjunta de una encuesta online para estudiar la percepción de los estudiantes del centro educativo sobre las especies invasoras. Para ello se puede utilizar una plataforma gratuita de creación de encuestas online e invitar a los estudiantes de diferentes cursos a participar compartiendo el enlace o el código QR.

Para diseñar la encuesta es necesario:

1. Establecer los objetivos de la misma: ¿qué queremos averiguar? Por ejemplo, cuáles son las especies invasoras más conocidas por los estudiantes y qué buenas prácticas conocen para prevenir su dispersión (conocimientos), su grado de preocupación sobre ellas (concienciación) o si estarían dispuestos a llevar a cabo actuaciones encaminadas a prevenir su dispersión (disposición).
2. Una vez establecidos los objetivos, plantear de 1 a 3 preguntas para alcanzar cada uno de ellos.
3. ¿Qué más nos interesa saber sobre la persona encuestada para analizar posteriormente? Por ejemplo la edad, el curso, etc.
4. ¡Es importante tener en cuenta que la encuesta no es un examen! No existen respuestas correctas o incorrectas y las respuestas deben ser anónimas.

Una vez recopilado un número mínimo de encuestas, se procederá a analizar los datos recabados en la propuesta de la sección Matemáticas.

CONSEJO: Se puede consultar un ejemplo de encuesta online para conocer la percepción de la población sobre especies invasoras en [este cuestionario de LIFE INVASAQUA](#).

ACTIVIDAD 2: Escape room “Aventura Invasoras”

En esta actividad se propone participar, de forma individual o por equipos, en una *escape room* online. Esta actividad puede desarrollarse desde el teléfono móvil u ordenador y requiere de conexión a internet.

Tiempo estimado de dedicación: 20 minutos.

“Recorre los 5 continentes resolviendo acertijos y preguntas, y recabando pistas para conseguir volver de regreso a casa, mientras te adentras en el mundo de las bioinvasiones. A través de esta pequeña *escape room*, podrás conocer algunas curiosidades sobre especies invasoras presentes en la Península Ibérica y que no te dejarán indiferente. ¿Te atreves?”

Acceso a la *escape room*:

<https://view.genial.ly/614b87bcb8906e0d58c2675b>



Imagen 15. Escape Room “Aventuras Invasoras”.

ACTIVIDAD 3: Búsqueda de información sobre especies exóticas invasoras en redes sociales

Durante el desarrollo de las actividades del cuaderno se han mencionado diversas fuentes de información para iniciarnos en el estudio de las especies invasoras, por ejemplo, listados y guías de especies, reportajes y artículos. Además de estas, existen muchas y muy variadas fuentes donde podemos encontrar información interesante sobre las especies invasoras, desde legislación oficial a agencias de noticias ambientales o hasta en redes sociales, y es que... ¡se puede encontrar invasoras en todas partes!

Tarea 1.

Los estudiantes deben realizar, por grupos, una búsqueda en redes sociales (Instagram, Twitter, Facebook...) a través de los *hashtags* de algunos de los principales conceptos tratados en el cuaderno. Por ejemplo: #especiesexoticas #especiesinvasoras #bioinvasiones #siluro #mejilloncebra #revisalimpiaseca.

Cada grupo deberá seleccionar un post o noticia que le haya llamado la atención y que incluya alguno de estos *hashtags*, y guardar la captura de pantalla para comentarla en clase.

- Propuesta para la puesta en común y debate en el aula:
- ¿De qué trata el post o noticia?
- ¿En qué red social la has encontrado?
- ¿Incluye algún *hashtag* diferente a los que se han sugerido en el ejercicio?
- ¿A qué hace referencia?
- ¿Qué es lo que más te ha llamado la atención?

Ejemplo:

<https://twitter.com/LifeInvasqua/status/1400453758761406475>



Imagen 16. Ejemplo de post de la cuenta de twitter del Proyecto LIFE INVASAQUA.

Tarea 2.

Las redes sociales son plataformas muy útiles para compartir información. En esta tarea se propone realizar una búsqueda en redes sociales utilizando el *hashtag* [#StopComercioInvasoras](#) y responder a las siguientes preguntas en el aula:

- ¿Sobre qué trata la campaña?
- ¿A quién va dirigida?
- ¿Consideras importante la prevención de la compra-venta de especies invasoras a través del comercio electrónico?
- ¿Qué opinas sobre la tenencia de especies exóticas (y potencialmente invasoras) como mascota?
- ¿Qué se podría hacer para minimizar el impacto de esas especies en el contexto del comercio electrónico?

NOTA: Más información sobre buenas prácticas para la prevención del comercio de especies invasoras a través de la red en el [“Código de Conducta: Comercio Electrónico de Flora y Fauna Invasora”](#). Además, toda la información sobre la campaña [Stop Comercio Invasoras](#) en el QR inferior.



Más información de la Campaña
Stop Comercio Invasoras



Más información y descarga del
Código de Comercio Electrónico
de Flora y Fauna Invasora

ACTIVIDAD 4 : IBERMIS, una plataforma de ciencia ciudadana

Las bases de datos online son una herramienta esencial para buscar, visualizar, descargar y compartir información sobre biodiversidad y especies invasoras. Estas bases de datos pueden ser abiertas y contener información disponible para todo el mundo, haciendo más accesible la comunicación de la ciencia y el trabajo en red entre investigadores. Muchas de estas plataformas incluyen datos de ciencia ciudadana, es decir, información recabada por personas interesadas en una temática concreta, que, sin ser expertos en el tema y con las herramientas adecuadas, puede proporcionar información muy valiosa para estudios científicos.

La [plataforma IBERMIS](#) tiene por finalidad localizar, identificar los focos o poblaciones de especies invasoras en la Península Ibérica para prevenir su asentamiento y limitar sus impactos negativos sobre nuestro medio ambiente y economía. Esta plataforma incluye, entre otros, los datos de ciencia ciudadana que personas interesadas en el tema envían a través de la app “Especies Exóticas Invasoras en Europa”, mencionada en otras secciones de este cuaderno y cuyas indicaciones para su utilización vienen explicadas en la sección Geografía e Historia.




En esta actividad se propone un ejercicio de búsqueda de especies y obtención de mapas a través del mapa visor de IBERMIS (de interés también para trabajar en la disciplina de Geografía e Historia). Para ello:


1. Abre el [mapa visor de IBERMIS](#)
2. Ir a la búsqueda por filtros (margen superior derecha).
3. Dejar seleccionadas las fuentes de datos SIBIC/EASIN para obtener la máxima información posible.
4. Por grupos, escoger hasta 5 especies invasoras mencionadas a lo largo del cuaderno y escribir su nombre científico en el campo especificado para ello, por ejemplo "*Corbicula fluminea*" (alga asiática).
5. Click sobre "Buscar" y obtener el mapa de presencia de esta especie para la Península Ibérica (aparece automáticamente una vez aplicado el filtro), haciendo una captura de pantalla para guardarlo. Se puede realizar zoom sobre todos los mapas para obtener un mayor nivel de detalle de los datos.
6. Una vez obtenidos los mapas para cada especie, realizar una comparación entre ellos: ¿Qué zonas presentan una mayor presencia para cada especie? ¿Qué especie presenta una mayor abundancia en la región donde se ubica el centro educativo? ¿Cómo habrían podido ser introducidas esas especies? ¿Hay algún dato que llame especialmente la atención? ¿Para qué podría ser útil disponer de toda esta información en plataformas de bases de datos abiertas y accesibles como IBERMIS?




Imagen 17. Visor cartográfico de la plataforma IBERMIS.



Martín pescador
(*Alcedo atthis*)



Garza real
(*Arden cinerea*)



Ánade azulón
(*Anas platyrhynchos*)



Barbo común europeo
(*Barbus barbus*)



Galápago leproso
(*Mauremys leprosa*)

5. MATERIALES Y DOCUMENTOS DE CONSULTA

- **DOCUMENTOS Y BIBLIOGRAFÍA:**

→ **Conhecer para agir: as espécies invasoras aquáticas. Unidades didáticas para trabalhar em sala de aula a temática das espécies exóticas invasoras aquáticas** (2021). González Munuera, L., Monteiro, M., Correia M.J. & Candeias, R. ASPEA – Projeto Rios & LIFE INVASAQUA.

→ **Environmental education for sustainability: A force for change in higher education. In Higher education and the challenge of sustainability** (2004). Tilbury, D. Springer, Dordrecht. (pp. 97-112)

→ **Environmental Education: Interdisciplinarity in Action** (2010). McMillan, E., & Vasseur, L. International Journal of Interdisciplinary Social Sciences, 5(3).

→ **European Invasive Alien Species. The response of the European Union.** <https://publications.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/6f9e5ecf-c81f-11e6-a6db-01aa75ed71a1/language-en/format-PDF>

→ **European Invasive Alien Species List. Summary.** http://ec.europa.eu/environment/nature/pdf/IAS_brochure_species.pdf

→ **On Darwin's steps: Citizen science can help keep an eye on alien species** (2021). Giovos, I., Charitou, A., Gervasini, E., López-Cañizares, C., Tsiamis, K., & Cardoso, A. C. <https://kids.frontiersin.org/articles/10.3389/frym.2021.520201>

→ **Role-play simulations for climate change adaptation education and engagement** (2016). Rumore, D., Schenk, T., & Susskind, L. Nature Climate Change, 6(8), 745-750.

- **RECURSOS WEB:**

→ **Carta Ibérica de Invasoras Acuáticas**
Plataforma coordinada por la Sociedad Ibérica de Ictiología (SIBIC) que dispone de información descriptiva y registros actualizados de las especies invasoras acuáticas presentes en la Península Ibérica.
<https://eei.sibic.org>

→ **Catálogo Nacional de Especies Exóticas Invasoras**
<https://www.miteco.gob.es/es/biodiversidad/temas/conservacion-de-especies/especies-exoticas-invasoras/ce-eei-catalogo.aspx>

→ **EASIN – European Alien Species Information Network**
<https://easin.jrc.ec.europa.eu/easin>

→ **Plataforma de especies invasoras acuáticas en la Península Ibérica (IBERMIS)**

Plataforma coordinada por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN) con información general de especies invasoras acuáticas a nivel ibérico. Se ha diseñado para la visualización y seguimiento de registros de especies invasoras acuáticas a través de la aplicación móvil Especies Invasoras en Europa desarrollada por EASIN (Red Europea de Información sobre Especies Exóticas).
<https://www.ibermis.org>

→ **Programa de Ciencia Ciudadana y aplicación móvil**

Especies Exóticas Invasoras en Europa (EASIN) LIFE INVASAQUA y la Universidad de Castilla-La Mancha han colaborado con EASIN (Red Europea de Información sobre Especies Exóticas) en el desarrollo de una extensión específica para la Península Ibérica en la aplicación móvil Especies Invasoras en Europa.

<https://easin.jrc.ec.europa.eu/easin/CitizenScience/BecomeACitizen>

→ **Objetivos y Metas del Desarrollo Sostenible**

<https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/>

→ **The Fishes of North Carolina**

<https://ncfishes.com/>

→ **U.S. Fish and Wildlife Service**

<https://www.fws.gov/program/aquatic-invasive-species>

→ **Web del proyecto LIFE INVASAQUA**

Información sobre especies exóticas invasoras estructurada en noticias, reportajes, materiales audiovisuales, información sobre eventos, etc. Presenta múltiples enlaces a otros proyectos y webs de interés.

<http://www.lifeinvasaqua.com>

→ **World Fish Migration Day**

<https://www.worldfishmigrationday.com/about/>

• **MATERIALES:**

→ **¡Cuidado! Invasoras Acuáticas. Guía de las especies exóticas e invasoras de los ríos, lagos y estuarios de la Península Ibérica.**

Guía visual coordinada por la Sociedad Ibérica de Ictiología (SIBIC) con información sobre 100 especies exóticas de carácter acuático importantes en el contexto de la Península Ibérica.

<https://lifeinvasaqua.com/wp-content/uploads/2020/11/LIBRO-ESPECIES-INVASORAS-ESPA%C3%91OL-FINAL-3.pdf>

→ **Exposición ¡Cuidado! Invasoras Acuáticas**

Exposición sobre invasoras acuáticas desarrollada por el Museo Nacional de Ciencias Naturales (MNCN–CSIC) disponible en formato virtual y físico.

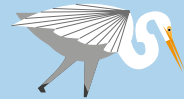
<http://www.lifeinvasaqua.com/exposicion-invasoras-mncn>

→ **Watch out! Aquatic Invaders. Guide to the alien and invasive species of rivers, lakes and estuaries in the iberian peninsula.**

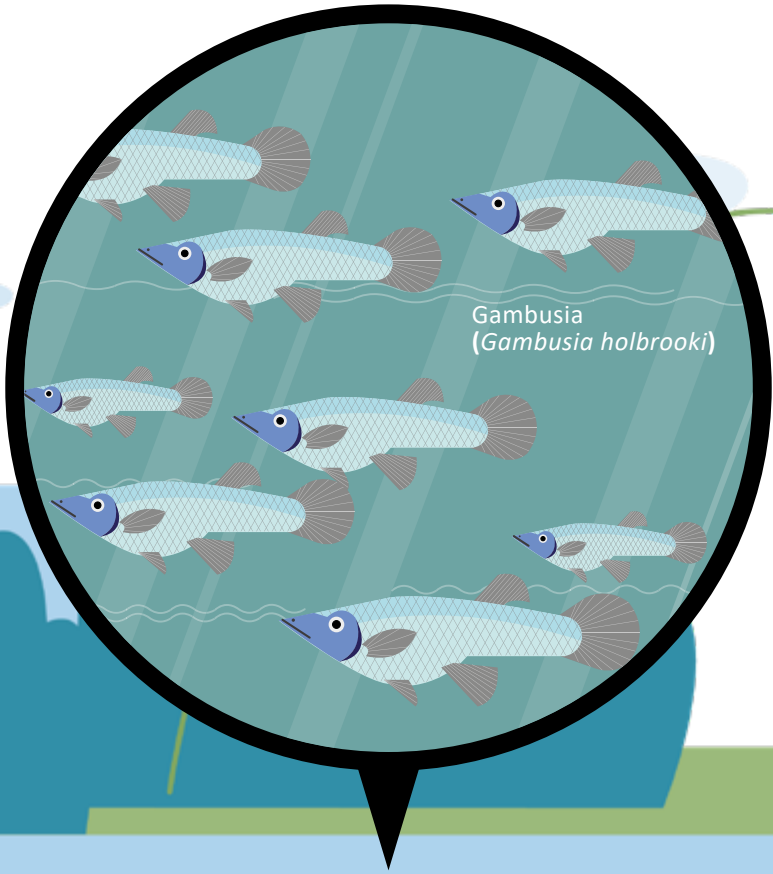
Guía visual coordinada por la Sociedad Ibérica de Ictiología (SIBIC) con información sobre 100 especies exóticas de carácter acuático importantes en el contexto de la Península Ibérica.

<https://lifeinvasaqua.com/wp-content/uploads/2020/11/LIBRO-ESPECIES-INVASORAS-INGLES-FINAL-2.pdf>

Garceta grande
(*Ardea alba*)



Garceta común
(*Egretta garzetta*)



Gambusia
(*Gambusia holbrooki*)



6. Glosario

Antrópico: producido o modificado por la actividad humana.

Acuariofilia: afición por la cría de organismos de acuario.

Acuicultura: Sector alimentario que se ocupa de la producción de productos acuáticos (ya sean de agua dulce o marinos).

Biodiversidad: diversidad de especies que se encuentran en un lugar determinado.

Bioinvasión: proceso de colonización gradual o masiva de una especie o varias en un ecosistema diferente al originario, y que provoca impactos sobre la biodiversidad nativa, salud humana o sectores socioeconómicos. También denominado invasión biológica.

Ciencia ciudadana: proceso participativo que permite al público general participar en proyectos científicos, por ejemplo, a través de la recopilación de datos en la naturaleza.

Distribución natural: espacio geográfico que ocupa una especie como resultado de su historia evolutiva y capacidad de dispersión natural, sin estar mediada por la acción antrópica.

Ecosistema: conjunto formado por la biodiversidad propia de un lugar y el medio físico donde se encuentra y su relación entre ellos.

Especie en peligro de extinción: especie cuyas poblaciones en la naturaleza se han visto disminuidas debido a algún tipo de impacto y se encuentra en riesgo de desaparecer. Para recuperarse y garantizar su supervivencia a largo plazo necesitan la disminución o desaparición de ese impacto.

Especie exótica: especie que llegan por medio de la acción humana a lugares distintos a su distribución natural y que no podrían alcanzar por sus propios medios.

Especie exótica invasora: especie exótica que logra propagarse y establecerse en el medio natural, produciendo graves impactos ambientales, socioeconómicos y sanitarios. En el texto nos referimos a ellas como “especies invasoras”. Las especies invasoras son una de las principales causas de pérdida de biodiversidad a nivel mundial.

Especie nativa: especie que pertenece a una zona determinada y cuya distribución natural viene determinada por su historia evolutiva y movimientos naturales. Las especies nativas se denominan también autóctonas o indígenas.

Gestión: conjunto de acciones necesarias para minimizar la presencia y contrarrestar los impactos de las especies invasoras. La gestión puede englobar acciones de prevención, detección temprana, monitorización, erradicación y control.

Globalización: integración e interconexión creciente de la economía (principalmente a través del comercio), la cultura y la sociedad a nivel mundial.

Hábitat: medio físico con características propias donde se desarrolla la biodiversidad de un ecosistema. Es el entorno donde una especie puede desarrollar su ciclo vital.

Hibridar: capacidad de producir nuevos individuos a partir de la reproducción de individuos de distintas especies.

Impacto ambiental: deterioro que las especies invasoras pueden ocasionar sobre la estructura y funcionamiento de los ecosistemas, así como sobre la supervivencia de las especies nativas. Ejemplos de impactos ambientales son la depredación, la hibridación, la transmisión de enfermedades o el incremento del riesgo de incendios, entre otros.

Impacto sanitario: afección que las especies invasoras pueden producir sobre la salud humana, por ejemplo, por la transmisión de enfermedades o provocando reacciones alérgicas.

Impacto socioeconómico: efecto de la presencia de una especie invasora sobre las actividades antrópicas que se desarrollan en esa misma área y que pueden ocasionar pérdidas económicas y dificultad para desarrollar esas actividades. Un ejemplo es el deterioro de infraestructuras de regadío o la rotura de redes de pesca.

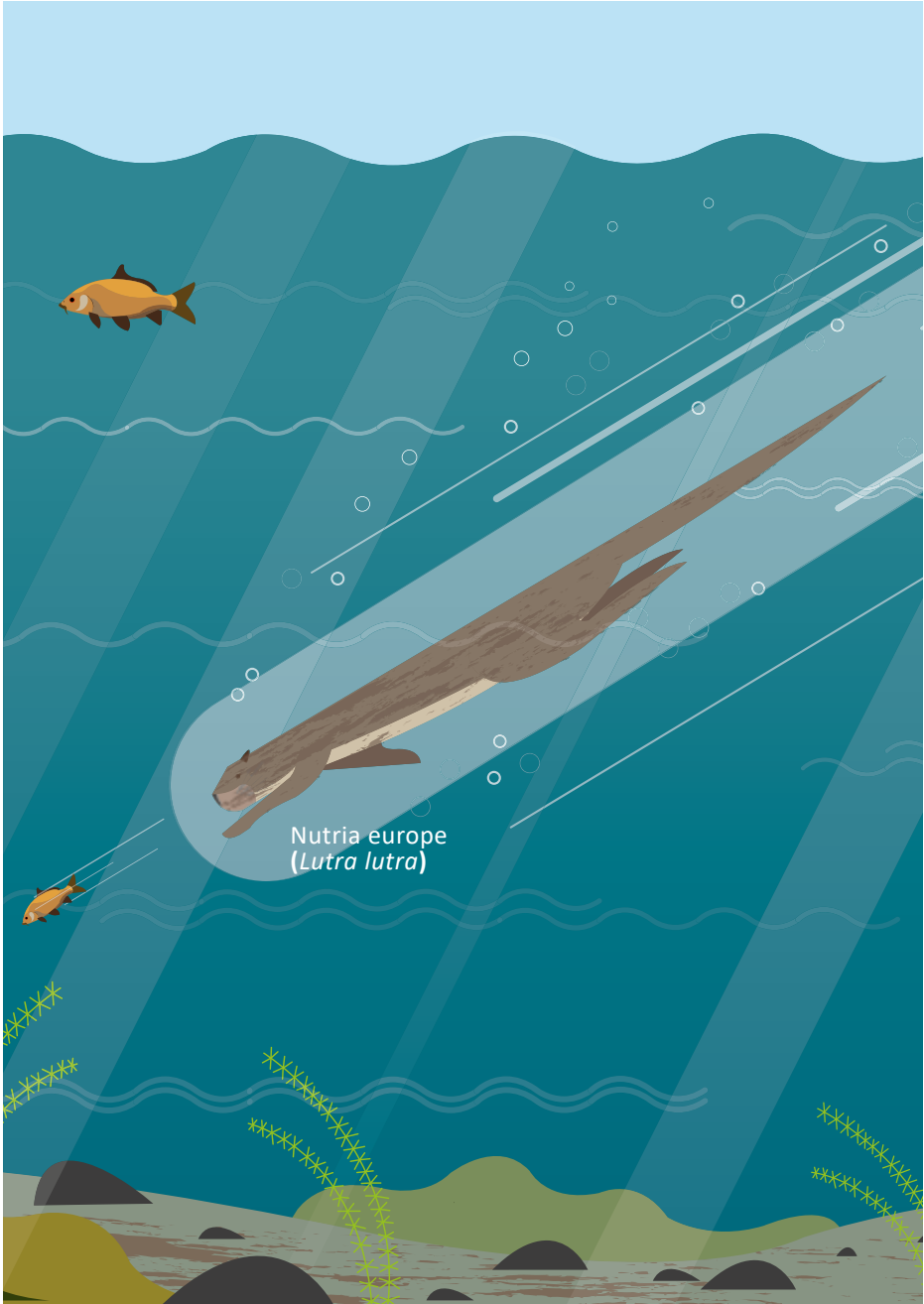
Estuario: zona geográfica de desembocadura de un río en el mar, donde se ponen en contacto el agua salada con el agua dulce, dando lugar a unas condiciones físico-químicas propias.

Patógeno: agente infeccioso causante de enfermedad.

Vía de entrada: forma en la que las especies exóticas llegan a los ecosistemas, pudiendo ser de forma intencionada o accidental (liberación intencionada o escape accidental desde el cautiverio, transporte como contaminantes de seres vivos transportados, como “polizones” en rutas comerciales, maquinaria o equipos de trabajo, etc.).

Vector de entrada: actividades antrópicas (acuariofilia, jardinería, acuicultura, pesca, turismo, comercio, etc.) que pueden provocar el movimiento de especies a un lugar distinto a su distribución natural y que están relacionadas con las vías de entrada de estas especies a los ecosistemas.

7. Anexos



ANEXO

ACTIVIDAD 2. SECCIÓN DE BIOLOGÍA Y GEOLOGÍA.

¡Hola, bienvenidos al juego “En busca de invasores”!

En el espacio donde te encuentras hay varias pistas ocultas con información y pistas sobre la especie que debes descubrir. El objetivo de este reto es reunir todas ellas para que, pista tras pista, consigas descubrir al INVASOR. A medida que encuentres la información, rellena la tabla y dibuja tu Invasor.

Nombre común	Nombre científico	Grupo de Organismos	Origen de la especie	Impactos	Medidas de gestión

Primera pista: Soy oriundo de tierras lejanas al otro lado del océano Atlántico, de la parte Norte del continente donde se enfrentaron indios y vaqueros. ¿De dónde soy?

AMÉRICA DEL
NORTE

Respuesta

CAMINA HASTA EL ECOPUNTO AZUL QUE TIENES A LA VISTA Y DESCRIBE LOS IMPACTOS QUE ESTA ESPECIE PROVOCA

Pista de orientación

Segunda pista: Soy un organismo pequeño, pero tengo una familia numerosa que siempre va conmigo. Prefiero nadar en aguas lentas, de poca corriente, prácticamente quietas. Allá donde voy no dejo zooplancton para los demás. Tras de mí, vienen especies exóticas de otros lugares. ¿Qué impactos provocho?

GRAN DEPREDADOR DE ZOOPLACTON; COMPITE CON ESPECIES NATIVAS; FAVORECE LA INTRODUCCIÓN DE OTRAS ESPECIES INVASORAS.

Respuesta

HASTA LA MESA DE _____ TENDRÁS QUE LLEGAR PARA OTRA PISTA PODER ENCONTRAR. LEE ATENTAMENTE LO QUE PONE LA PIZARRA.

Pista de orientación

Pista en la pizarra: “Encontrarás la próxima pista cerca de la puerta principal”.

Tercera pista: *No somos una especie fácil de controlar, pues somos multitud, de pequeño tamaño y muy resistentes. Además, como alimento no somos muy preciados.*

LA PREVENCIÓN ES MÁS EFICAZ QUE EL CONTROL (MÁS COMPLEJO E INEFICIENTE). LA RENATURALIZACIÓN DE LOS ECOSISTEMAS ACUÁTICOS ES LA MEJOR OPCIÓN.

Respuesta

ESTÁS LLEGANDO AL FINAL Y ES HORA DE HIDRATARSE. EN LA FUENTE ENCONTRARÁS TU SIGUIENTE PISTA.

Pista de orientación

Cuarta pista: *¿No has oído hablar de mí? Me introdujeron en España y Portugal para el control de mosquitos. Mi pareja hembra es más grande que yo, y mi nombre empieza por G. ¿Qué invasor soy?*



Respuesta

ENHORABUENA POR LA VICTORIA, ÉSTA HA SIDO LA ÚLTIMA PISTA. CON LA INFORMACIÓN QUE HAS RECABADO RELLENALA Y ENTRÉGALA JUNTO CON LAS PISTAS CONSEGUIDAS.

Pista de orientación



ANEXO

ACTIVIDAD 1. SECCIÓN DE GEOGRAFÍA E HISTORIA.

Para el desarrollo de esta actividad, será necesario un mapamundi similar a este. Puedes descargarlo haciendo click en el siguiente enlace https://cdn.pixabay.com/photo/2013/07/13/13/19/world-160811_960_720.png

https://cdn.pixabay.com/photo/2013/07/13/13/19/world-160811_960_720.png



Figura 6. Mapamundi mudo.

ANEXO

ACTIVIDAD 1. SECCIÓN DE MATEMÁTICAS.

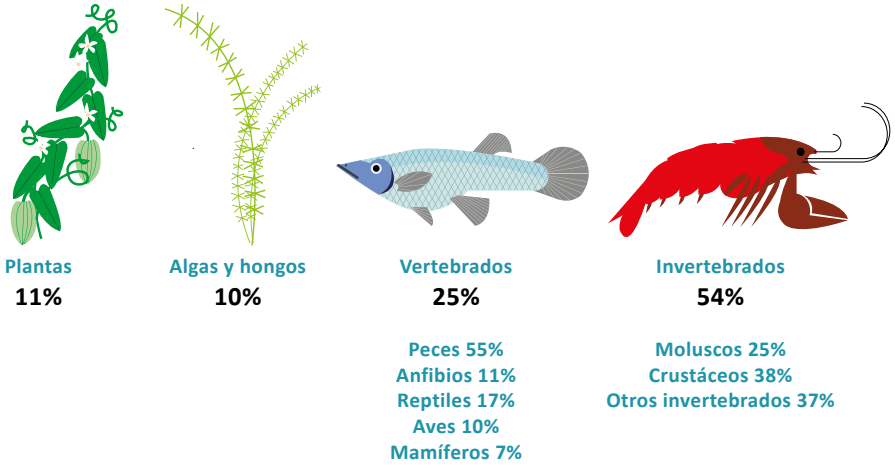


Gráfico 1. Porcentajes de Especies Exóticas Acuáticas presentes en la Península Ibérica. Fuente: Proyecto LIFE INVASAQUA

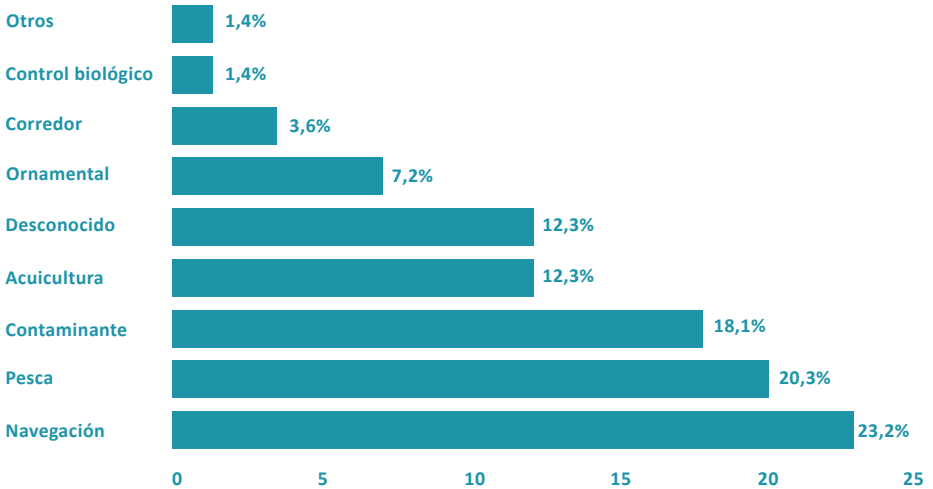


Gráfico 2. Frecuencia relativa de los principales vectores de introducción de especies de fauna acuática invasora en la Península Ibérica. Fuente: Proyecto LIFE INVASAQUA.

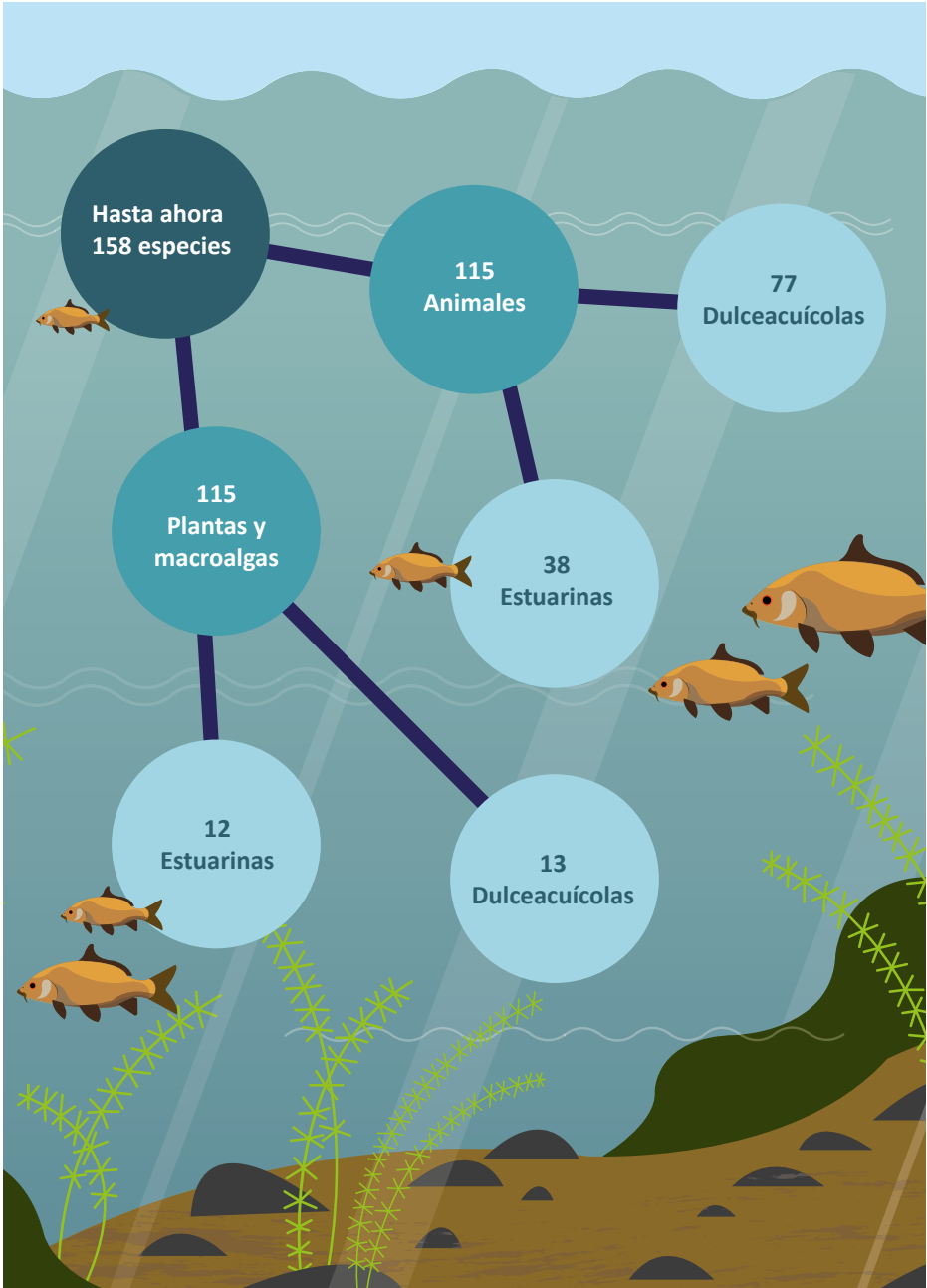


Gráfico 3. Número de Especies Invasoras Acuáticas en la Península Ibérica.
 Fuente: Proyecto LIFE INVASAQUA.

GRUPO TAXONÓMICO	ESPECIE	¿PRESENTE EN LA PENÍNSULA IBÉRICA?
Moluscos	Mejillón cebra	Sí
	Almeja asiática	Sí
Peces	Perca europea	Sí
	Percasol	Sí
	Tilapia	No
	Gambusia	Sí
	Pez cabeza de serpiente	No
	Lucioperca	Sí
	Durmiente de Amur	No
	Siluro	Sí
Reptiles	Tortuga pintada	Sí
	Tortuga de Florida	Sí
	Tortuga almizclera	No
Anfibios	Rana toro americana	Sí
	Rana de uñas africana	Sí
Aves	Malvasía canela	Sí
Mamíferos	Castor canadiense	No
	Visón americano	Sí
	Mapache	Sí

Tabla 1. Ejemplos de especies exóticas invasoras acuáticas presentes (Sí) y potenciales (No) en la Península Ibérica.

¿Quiénes somos?

El proyecto LIFE INVASAQUA (LIFE17GIE/ES/000515) está financiado por el Programa LIFE de la Unión Europea y tiene como objetivo reducir la problemática que suponen las especies invasoras en los ecosistemas acuáticos de agua dulce y sistemas estuarinos de España y Portugal a través de la información, la formación y la sensibilización.

¿Cómo se va a hacer?

- Creando herramientas como listas de especies prioritarias, líneas estratégicas de gestión o plataformas web para apoyar y facilitar la implementación del Reglamento de la UE sobre especies exóticas invasoras.
- Mejorando la detección temprana y la respuesta rápida ante las especies invasoras mediante campañas de información, organizando cursos y jornadas dirigidas a sectores clave.
- Desarrollando actividades de comunicación y sensibilización dirigidas al público en general con campañas de voluntariado, conciencia ciudadana, concursos o exposiciones itinerantes a nivel peninsular.

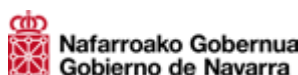
Coordinación:



Beneficiarios asociados:



Con el apoyo de:



Más información:
www.lifeinvasaqua.com

Contacto:
life_invasaqua@um.es

Síguenos en:

