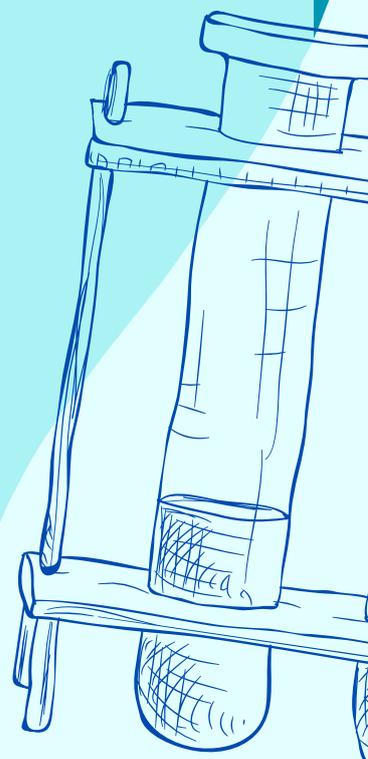
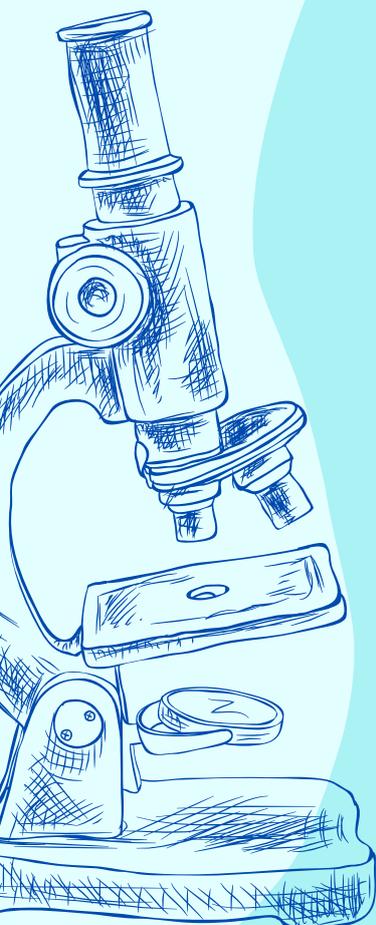


MISIÓN PLASTISFERA: LA BATALLA CONTRA LO INVISIBLE



MISIÓN PLASTISFERA: LA BATALLA CONTRA LO INVISIBLE

Créditos

Coordinación y autoría
Fundación Tormes

Coordinador
Fernando Martín Pérez

Autores
Fernando Martín Pérez
Rebeca Martín Castilla
Sonia Castellano de Arriba
Manuela Salvado Muñoz
Raúl de Tapia Martín

Diseño y maquetación
Sonia Castellano de Arriba



Esta investigación ha sido financiada por el Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico pero no expresa la opinión del mismo



Índice

1.- Introducción. Un enemigo invisible en nuestros ríos	3
2.- Estación de aprendizaje 1.	
Laboratorio de ideas: armando el caso científico.....	5
3.- Estación de aprendizaje 2.	
Operación campo: siguiendo el rastro	9
4.- Estación de aprendizaje 3.	
El microscopio no miente: analizando las pruebas	18
5.- Estación de aprendizaje 4.	
Conectando los puntos: resolviendo el misterio.....	20
6.- Estación de aprendizaje 5.	
Voces por el río, comunicadores para el cambio.....	22
7.- Glosario.....	27
8.- Anexo 1: Tabla resumen de la situación de aprendizaje:	
"Misión Plastisfera: la batalla contra lo invisible".....	29
9.- Anexo 2: Instrumentos de evaluación.....	37
10.- Bibliografía.....	40

INTRODUCCIÓN

Un enemigo invisible en nuestros ríos.

Imagina que eres un detective ambiental. Tu misión: descubrir si los microplásticos —esos invasores invisibles— han contaminado los ríos de tu entorno. Os proponemos convertirnos en científicos durante las próximas semanas.

Algo inquietante está ocurriendo en nuestros ríos: estos microplásticos se están acumulando silenciosamente, amenazando los ecosistemas acuáticos. Pero... ¿cómo han llegado hasta allí? ¿Qué efectos están causando? Y lo más importante, ¿podemos hacer algo para solucionarlo?

Esta situación de aprendizaje nos sumergirá en una auténtica investigación científica donde vosotros seréis los protagonistas. A través de cinco misiones científicas, descubriremos juntos el misterio de los microplásticos en nuestros ríos cercanos. Desde el aula hasta el laboratorio, pasando por el trabajo de campo, viviréis en primera persona cómo es el método científico aplicado a un problema real de vuestro entorno. Como científicos debéis:

- 1** Descubrir qué son los microplásticos y la "plastisfera".
- 2** Rastrear su presencia en ríos locales mediante trabajo de campo.
- 3** Analizar pruebas en el laboratorio como auténticos forenses ambientales.
- 4** Alertar a la comunidad con sus hallazgos.



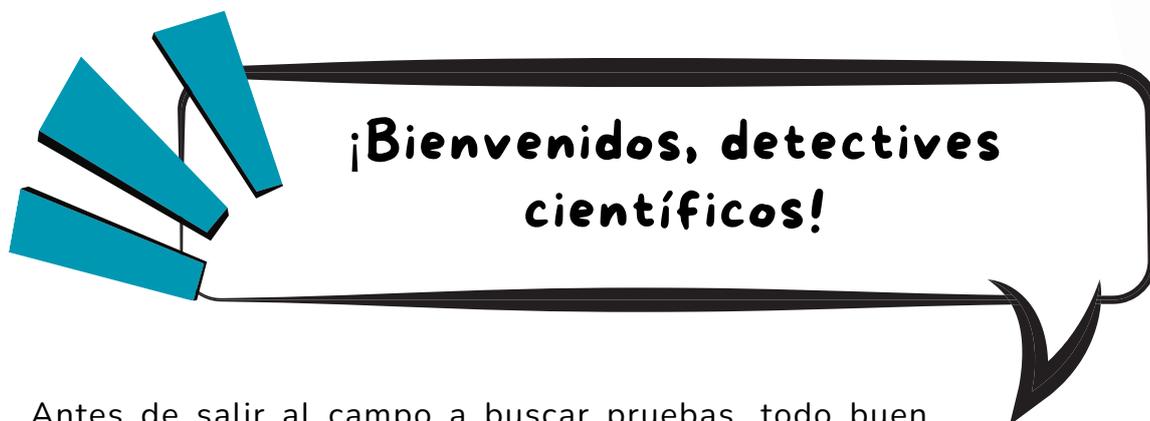
Como investigadores, aprenderéis técnicas profesionales de muestreo, utilizaréis material de laboratorio especializado y analizaréis vuestros propios hallazgos. Pero esto no se quedará solo en el ámbito científico: vuestro trabajo tendrá un impacto real cuando compartáis los resultados con la comunidad escolar y local, convirtiéndoos así en agentes del cambio ambiental.

¿Estáis preparados para aceptar este reto? vuestra misión comienza ahora. El futuro de nuestros ríos está en vuestras manos.



ESTACIÓN DE APRENDIZAJE 1.

Laboratorio de ideas: armando el caso científico.



Antes de salir al campo a buscar pruebas, todo buen investigador necesita prepararse. En esta primera misión, nos convertiremos en expertos en microplásticos y planearemos nuestra investigación paso a paso.

¿QUÉ SON LOS MICROPLÁSTICOS?

Los microplásticos son fragmentos de plástico, materiales de polímeros sintéticos o fibras textiles de tamaño entre 5 mm y 1 micrómetro. Pueden ser:

- **Primarios:** Fabricados así de pequeños (como los microgránulos de algunos cosméticos).
- **Secundarios:** Resultado de la rotura de plásticos más grandes (bolsas, botellas, redes de pesca).

Estas partículas están en todas partes: en el agua, el suelo, el aire... ¡Incluso en nuestros alimentos!

LA PLASTISFERA: UN ECOSISTEMA INESPERADO.

¿Sabíais que los plásticos en el medio ambiente crean su propio ecosistema?

En 2013, científicos descubrieron que los microplásticos en el mar albergan comunidades de microorganismos que viven sobre ellos, a lo que llamaron "**plastisfera**" (Zettler et al., 2013). Hoy sabemos que este concepto va más allá: se refiere a todos los seres vivos que han adaptado su existencia a estos entornos artificiales creados por los humanos (Amaral-Zettler et al., 2020).

Lo más preocupante es que los microplásticos no se quedan quietos. Viajan constantemente entre la biosfera (seres vivos), hidrosfera (agua), litosfera (suelo) y atmósfera (aire), arrastrando consigo contaminantes y alterando los equilibrios naturales. **¡Incluso podemos encontrarlos en lugares remotos como la Antártida o el fondo marino!**

¿CÓMO SE INVESTIGAN LOS MICROPLÁSTICOS?

Vamos a explorar con más detalle los tres métodos principales para estudiar microplásticos, centrándonos especialmente en el que usaremos en nuestro proyecto:

- **Muestreo con redes (para aguas abiertas):** se arrastra una red de malla muy fina (generalmente 330 micras) por la superficie del agua. Este método resulta ideal para grandes volúmenes de agua en mares o lagos. Sin embargo, sólo captura partículas flotantes, no las sumergidas. La "Great Pacific Garbage Patch" se estudió así.
- **Filtración en laboratorio (nuestro método):** Se recolectan muestras de agua directamente con botellas. En el laboratorio, el agua pasa a través de membranas filtrantes especiales de 0.45 μm (más finas que un cabello humano). Las partículas quedan atrapadas en los filtros, que luego se examinan al microscopio óptico. Las ventajas de este método radican en la detección de partículas pequeñas, el uso de materiales básicos y el protocolo estandarizado. Así se identificaron microplásticos en el río Támesis (Londres), encontrando hasta 1000 fibras por muestra.
- **Espectroscopía (técnica de laboratorio avanzada):** Se usa un equipo llamado espectrómetro que irradia las muestras con luz infrarroja (FT-IR) o láser (Raman). Cada tipo de plástico (PET, polietileno, etc.) absorbe/refleja la luz de forma única, creando un "código de barras" químico. Dentro de sus ventajas, distingue plásticos de materiales naturales (algas, sedimento) e identifica aditivos tóxicos en los microplásticos. Pero, un espectrómetro FT-IR cuesta más de 50.000€ y requiere personal técnico cualificado. Este método confirmó que el 90% de los microplásticos en el Mediterráneo son polietileno (el plástico de las bolsas).

"Espías de lo minúsculo"

Para convertirnos en científicos expertos en microplásticos podéis visualizar el siguiente vídeo y contestar a las siguientes preguntas:

-  Escribe una cifra, imagen o dato del vídeo que te haya sorprendido.
-  Menciona 2 productos cotidianos (que no sean botellas) que liberen microplásticos.
-  Explica con tus palabras cómo llegan los microplásticos desde nuestras casas hasta los ríos.
-  ¿Por qué los microplásticos son peligrosos, aunque no los veamos?
-  Elige un hábito de tu vida que podrías cambiar para reducir microplásticos.



ENTENDIENDO Y CREANDO NUESTRA HIPÓTESIS CIENTÍFICA

Una **hipótesis** es una *explicación provisional que los científicos usan para predecir un fenómeno*. Debe ser:

Comprobable (podemos verificarla con experimentos)

1

Un ejemplo:
"Si muestreamos cerca de un área de picnic, encontraremos más fragmentos de plástico porque los visitantes dejan residuos de envases."

2 **Específica** (menciona lugares y tipos de contaminantes)

Lógica (basada en lo que ya sabemos)

3

Para crear nuestra hipótesis, podemos seguir esta receta infalible:

✓	Lugar concreto (ej: curva del río junto al pueblo)
✓	Tipo de microplásticos (fibras, fragmentos, etc.)
✓	Razón fundamentada (basada en tus observaciones o investigación)

Con esta fórmula y en grupos, redactad vuestra propia hipótesis.

"Una buena hipótesis es como un faro: nos guía en la investigación, aunque a veces nos lleve a descubrir algo inesperado."



ESTACIÓN DE APRENDIZAJE 2.

Operación campo: siguiendo el rastro.

Antes de convertirnos en detectives de microplásticos, debemos dominar las técnicas que usan los científicos para estudiar los ríos. El muestreo hidrológico no es solo recoger agua: es un proceso sistemático que requiere precisión, observación detallada y registro riguroso de datos. Hoy aprenderemos por qué cada detalle importa en la investigación ambiental.

LA GEORREFERENCIACIÓN: EL MAPA DEL TESORO CIENTÍFICO.

Las coordenadas GPS no son solo números: son la máquina del tiempo de la ciencia. Imaginaos que, dentro de 50 años, otros estudiantes quieren repetir vuestro estudio. Gracias a vuestras anotaciones precisas podrán:

- 📍 Encontrar exactamente el mismo punto (aunque el paisaje haya cambiado).
- 📍 Comparar vuestros datos con los suyos para ver cómo ha evolucionado la contaminación.
- 📍 Crear mapas de contaminación que ayuden a las autoridades a tomar decisiones.

En el río Rin (Alemania), llevan 30 años registrando coordenadas exactas. ¡Gracias a eso han demostrado que la contaminación por microplásticos ha bajado un 60% desde 1995!

Errores que arruinan la ciencia

- Anotar "cerca del puente viejo" → ¿Cuál? ¿A qué distancia?
- No incluir altitud → Los microplásticos se comportan distinto en zonas altas y bajas
- Olvidar la hora → La marea o el uso humano pueden variar los resultados



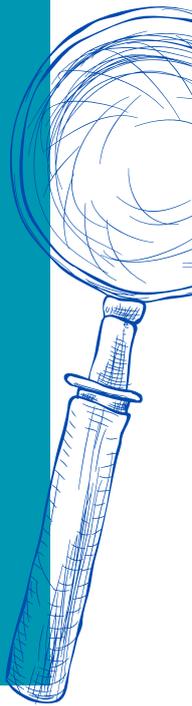
Las variables clave: el lenguaje secreto del agua.

LA TEMPERATURA: EL TERMÓMETRO DE LOS MICROPLÁSTICOS

¿Sabíais que el agua más fría es como un imán para ciertos tipos de microplásticos? Cuando la temperatura baja, algunos plásticos se vuelven más densos y tienden a hundirse. Por eso, registrar los grados exactos nos ayuda a predecir:

- Dónde se acumularán más partículas (en superficie o fondo).
- Cómo afectan las estaciones a la contaminación (en verano encontraremos más microplásticos flotando).

En el río Sena (Francia), descubrieron que los días más calurosos había un 40% más de microplásticos en superficie. **¡Vuestros datos podrían revelar patrones similares aquí!**



LA TURBIDEZ: EL ARTE DE VER LO INVISIBLE

Esa "suciedad" que hace que el agua parezca marrón no es solo tierra. Puede estar cargada de:

- Microplásticos camuflados.
- Restos de contaminación urbana.
- Partículas que ayudan a los plásticos a viajar.

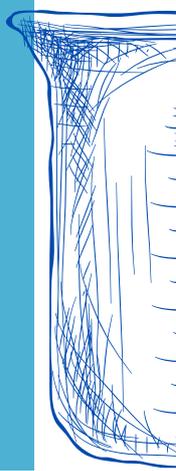


EL CAUDAL: EL TRANSPORTISTA DE MICROPLÁSTICOS

Un río con mucha corriente es como una autopista para los contaminantes:

- Caudal alto = los microplásticos viajan rápido, pero se dispersan.
- Caudal bajo = se acumulan en "aparcamientos" naturales (remansos, meandros).

Para pensar: ¿Qué creéis que pasará después de una gran tormenta?
¿Encontraríamos más o menos microplásticos?



LA CONTAMINACIÓN VISIBLE: LO QUE EL RÍO NOS CUENTA.

Cuando lleguéis al río, lo primero que notaréis son las señales obvias de contaminación: esas botellas atrapadas entre las piedras, las bolsas colgando de las ramas, o los envoltorios flotando cerca de la orilla. Pero hay que mirar con ojos de científico, no de paseante.



¿Por qué es importante registrar esto?

- Cada **botella de plástico** que veis no es solo basura: es una fábrica futura de microplásticos. Con el sol, el agua y el roce, se irá rompiendo en trozos cada vez más pequeños, hasta convertirse en cientos de partículas invisibles que contaminarán el agua durante décadas.
- Las **fibras sintéticas** (como las de las camisetas deportivas) son especialmente traicioneras. Cuando lavamos esa ropa, miles de microfibras escapan por los desagües y llegan al río, donde los peces las confunden con comida.
- Las **toallitas húmedas** (aunque digan "biodegradables") forman grumos que atrapan microplásticos y alteran el fondo del río.

EL PROTOCOLO DE MUESTREO: CONVERTIRSE EN DETECTIVE CIENTÍFICO.

Tomar muestras no es solo llenar botellas con agua. Es un ritual científico que sigue reglas precisas para que los datos sean válidos. Pensad que, dentro de cien años, otro estudiante podría usar vuestras notas para comparar cómo ha cambiado el río.

Los Secretos de un Buen Muestreo:



El engaño de lo limpio: aunque el agua parezca cristalina, puede estar llena de microplásticos. Por eso usamos botellas esterilizadas y guantes: para no añadir nosotros mismos contaminación.



Truco profesional: enjuagar la botella 3 veces con agua del propio río antes de tomar la muestra. Así eliminamos cualquier polvo o partícula que haya podido entrar durante el transporte.

La Trampa de la Superficie:

¿Sabíais que el **80% de los microplásticos flotan en los primeros 5 centímetros** de agua? Por eso sumergiremos la botella horizontalmente, como si fuera un submarino que roza la superficie. Si la llenamos desde arriba, perderemos las partículas más importantes.

El Lenguaje de las Etiquetas:

Un **código** como FR-B2 (Río Francia, Punto Bajo, Muestra 2) parece un jeroglífico, pero es la **clave para no perdernos entre decenas de muestras**. Sin esta información, todo el trabajo sería inútil.

En 2017, un estudio en California tuvo que descartar 200 muestras porque alguien olvidó anotar las coordenadas exactas. ¡No dejéis que os pase lo mismo!

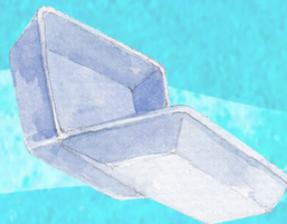
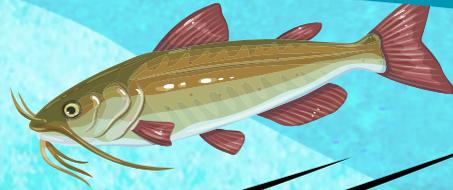
¿Sabíais que una sola persona puede generar 18 kg de microplásticos al año?

Con vuestro trabajo, ayudaréis a reducir esa cifra. ¡Manos a la obra! ¡Es hora de examinar nuestro río y completar vuestro propio cuaderno de campo!

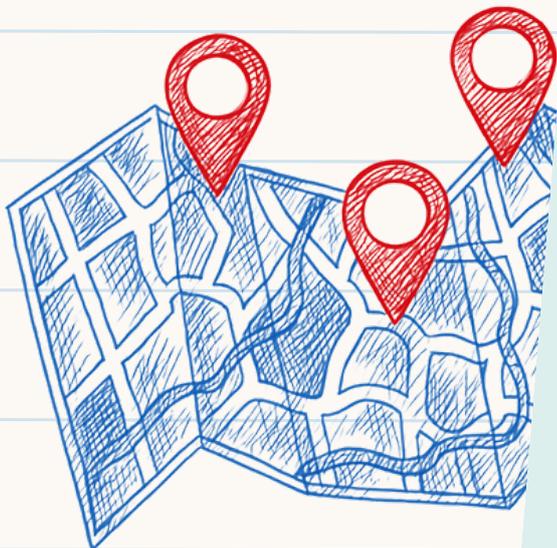


CUADERNO DE CAMPO

EXPEDICIÓN MICROPLÁSTICOS



(Para cada punto de muestreo en el río)



DATOS BÁSICOS

- Fecha: _____
- Hora: _____
- Equipo: _____

Coordenadas GPS

- Latitud: _____
- Longitud: _____
- Altitud: _____

Código de muestra:

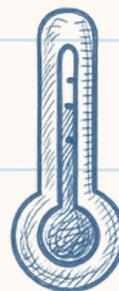
(Ej: FR-A1 = Río Francia, Punto Alto, Muestra 1)

CONDICIONES AMBIENTALES

 Temperatura agua: _____ °C

 Caudal:

- Bajo
- Medio
- Alto



 Turbidez (1-5): 1 2 3 4 5



 Cielo:

- Soleado
- Nublado
- Lluvia
- Viento

→ Suave

→ Fuerte

OBSERVACIONES DEL ENTORNO

Contaminantes visibles:

• Botellas

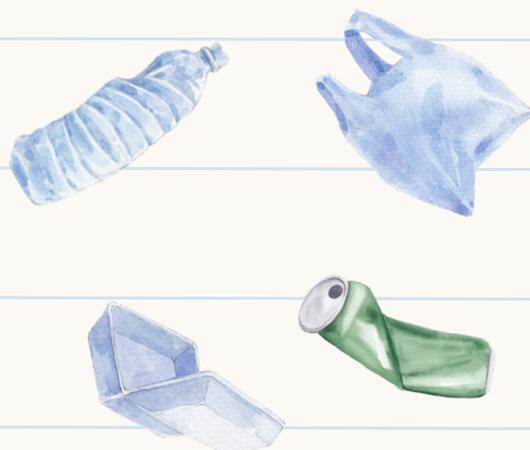
• Bolsas

• Envases

• Toallitas

• Espuma

• Otros: _____



Fuentes cercanas de contaminación:

• Viviendas

• Área recreativa

• Agricultura

• Industria

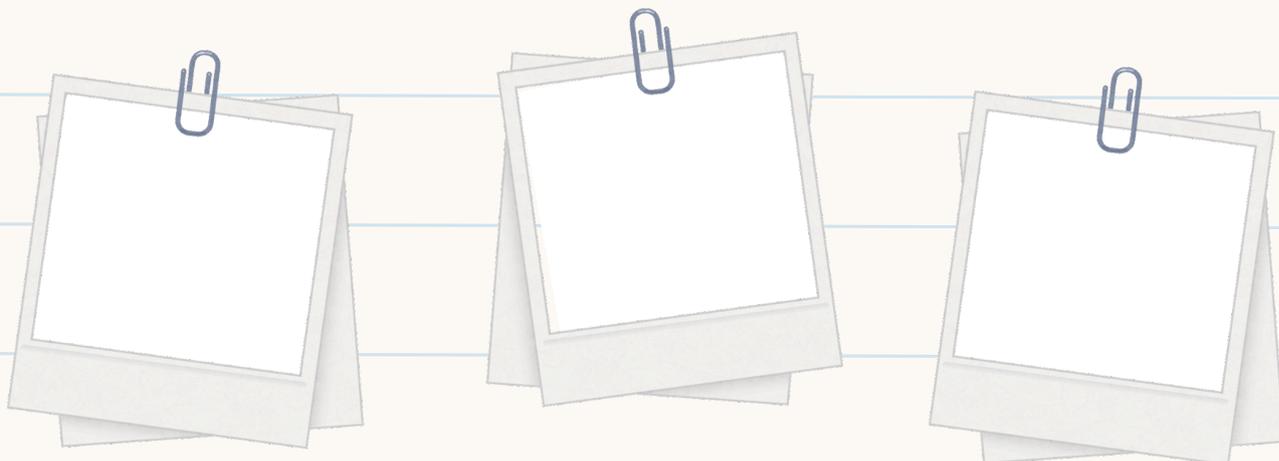
• Ninguna

• Otra: _____



Fotos adjuntas:

(Describe lo que fotografiaste).



TOMA DE MUESTRAS

- Hora de recogida: _____
- Volumen: 500 mL
- Profundidad: Superficial (primeros 5 cm)

Precauciones tomadas:

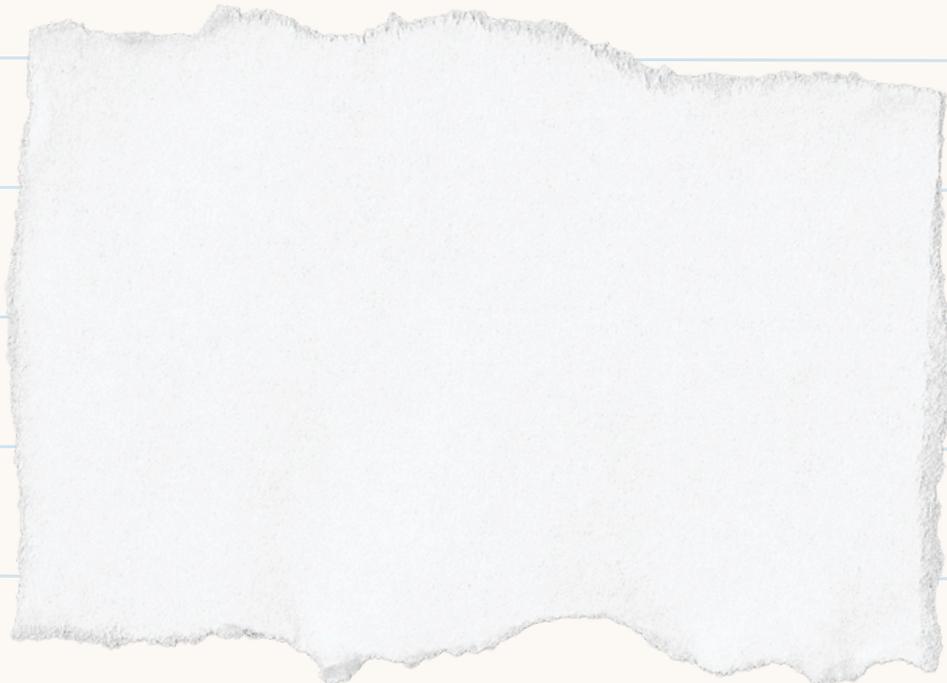
- Guantes usados.
- Botella enjuagada 3 veces.
- Evitado contacto con manos/superficies.

Incidencias:

NOTAS DEL CIENTÍFICO

Dibujo esquemático del área:

(Haz un croquis señalando dónde tomaste la muestra y posibles fuentes de contaminación).



Reflexión personal:

- ¿Qué te ha llamado más la atención de este punto?

- ¿Coincide con lo que esperabas según tu hipótesis?

HOJA DE REGISTRO PARA 3 MUESTRAS

Código	Hora	Coordenadas	Temperatura	Observaciones

Instrucciones importantes:



- Usa un lápiz.
- Tacha errores con una línea, no borres.
- Toma fotos de referencia para cada punto.

"Cada dato que registres es una pieza clave para resolver el misterio de los microplásticos en nuestro río."

ESTACIÓN DE APRENDIZAJE 3.

El microscopio no miente: analizando las pruebas.

Ahora que hemos conseguido nuestras muestras en el río, llega el momento más emocionante: adentrarnos en el universo oculto de los microplásticos. El laboratorio será nuestro observatorio estelar, donde lo invisible se hará visible.

¿Estáis preparados para revelar los secretos que esconde cada gota de agua?

EL MICROSCOPIO: NUESTRA NAVE ESPACIAL CIENTÍFICA.

Imaginad que cada microscopio es como un telescopio apuntando al revés: en lugar de explorar galaxias lejanas, vamos a navegar por el microcosmos de nuestras muestras. Pero antes, necesitamos aprender el lenguaje de este mundo diminuto:



En el río Danubio encontraron hasta 500 microplásticos por litro... ¡y la mayoría eran fibras de nuestra ropa!

PROTOCOLO DE ANÁLISIS: SIGUIENDO EL RASTRO.

Paso 1: La cacería microscópica.

1. Colocaremos nuestras muestras filtradas en **placas especiales**.
2. Usaremos el microscopio con **aumento de 40x** (como mirar a través de una lupa mágica).
3. Cada equipo tendrá su "**cuadrícula de búsqueda**" para no dejar ni un rincón sin explorar.

Paso 2: el arte de clasificar.

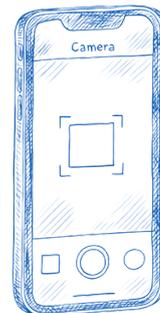
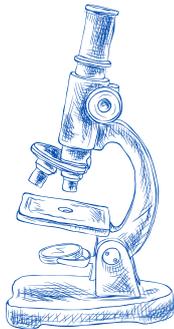
Cuando encontréis un sospechoso, debéis anotar:

1. **Forma:** ¿Es una fibra, un fragmento o una esfera?
2. **Color:** los microplásticos suelen tener colores artificialmente brillantes.
3. **Tamaño:** Comparadlo con la escala de referencia (como medir estrellas).

Paso 3: la evidencia fotográfica.

1. Haremos **fotos a través del microscopio** con el móvil (sí, ¡se puede!).
2. Cada hallazgo tendrá su "**ficha policial**" con todos sus detalles.

¡Os toca! Sigue los pasos del protocolo para examinar las muestras.



ESTACIÓN DE APRENDIZAJE 4.

Conectando los puntos: resolviendo el misterio.

Habéis pasado horas mirando por el microscopio, identificando pacientemente cada fibra y fragmento. Ahora esas observaciones deben transformarse en algo más poderoso: datos científicos irrefutables. El análisis de datos convertirá cada número que registréis en una pieza de un rompecabezas que revelará la verdadera historia de los microplásticos en vuestro río.

Imaginaos que sois detectives científicos del siglo XXI, trabajando con las mismas herramientas que usan los investigadores profesionales. Las tablas que creéis hoy no son simples ejercicios de clase - son el lenguaje universal con el que la ciencia comunica sus hallazgos al mundo. Cuando terminéis, tendréis en vuestras manos la prueba tangible de lo que está ocurriendo en las aguas que os rodean.

DE LA OBSERVACIÓN A LA EVIDENCIA CIENTÍFICA: EL ARTE DE INTERPRETAR DATOS.

Todas esas fibras y fragmentos que identificasteis bajo el microscopio ahora deben convertirse en información valiosa. Aprenderemos a:

- **Clasificar siguiendo el sistema internacional** (Colores → Formas → Tipos de plástico).
- **Contabilizar usando tablas de frecuencia** (¿Cuántas fibras azules vs. fragmentos transparentes?).
- **Relacionar con las hipótesis iniciales** (¿Se cumple lo que predijimos?).

En el río Manzanares descubrieron que el 68% de los microplásticos eran fibras textiles.

GRÁFICOS QUE HABLAN.

Vamos a crear representaciones visuales profesionales:

- **Diagramas de barras:** Para comparar zonas del río.
- **Gráficos circulares:** Mostrar proporciones de tipos de microplásticos.
- **Mapas térmicos:** Señalar puntos calientes de contaminación.

Herramientas digitales que usaremos:

- **Hojas de cálculo** (Excel/Google Sheets).
- **Generadores de gráficos online** (Datawrapper).

INSTRUCCIONES PARA CREAR VUESTRA TABLA MAESTRA.

Estructura vuestra tabla con estas columnas exactamente:

- **Código de muestra** (ej: FR-B2).
- **Tipo de microplástico** (Fibra/Fragmento/Esfera).
- **Color predominante.**
- **Tamaño en milímetros** (usando la escala del microscopio).
- **Cantidad encontrada** (número exacto).
- **Zona del río** (cabecera/urbana/desembocadura).
- **Posible origen** (basado en vuestras observaciones).

Transcribid con precisión cada hallazgo desde vuestras notas de laboratorio hasta la tabla.

RECORDAD:

- Los **números** deben ser **exactos** (nada de "algunos" o "varios").
- Usad siempre los **mismos códigos y categorías**.
- Si hay duda sobre un microplástico, consultad la **guía de identificación**.

Realizad los cálculos finales:

- Sumad el total de cada tipo de microplástico.
- Calculad el porcentaje que representa cada tipo.
- Anotad cualquier patrón llamativo (ej: "las fibras azules son el 60% del total").

Revisad los datos obtenidos con otros equipos para asegurar que todo es correcto y coherente.

Al final de esta sesión, esas columnas y números que estáis creando se convertirán en la voz de vuestro río - una voz que podrá ser escuchada por científicos, autoridades y toda vuestra comunidad. Cada dato que registréis hoy es un paso hacia soluciones reales.

ESTACIÓN DE APRENDIZAJE 5.

Voces por el río, comunicadores para el cambio.

Habéis sido detectives científicos, analistas de datos... ahora os toca convertiros en embajadores ambientales. Todo vuestro trabajo de investigación solo cobrará verdadero significado cuando lo compartáis con el mundo. En esta última estación, transformaréis vuestros hallazgos en mensajes poderosos que inspiren acción.

Imaginaos que sois el equipo de comunicación de un importante descubrimiento científico (¡que lo es!). Vuestra misión: hacer que estos datos complejos sobre microplásticos sean comprendidos por todos, desde vuestros compañeros hasta las autoridades locales.

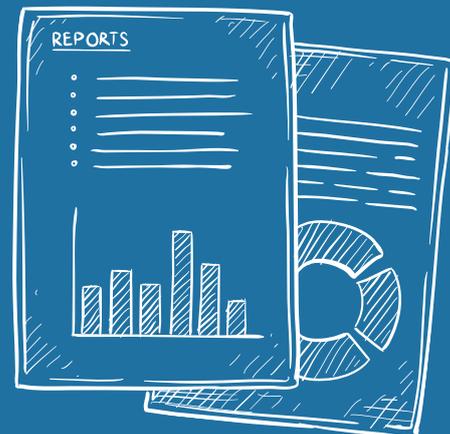
Pero antes de correr, hay que aprender a caminar. Y en ciencia, eso significa documentar rigurosamente todo el proceso investigador. Vuestro primer producto será un informe profesional que seguirá la estructura de los artículos científicos reales.



GUÍA PASO A PASO PARA EL INFORME FINAL.

Portada (1 página)

- **Título claro:** "Análisis de microplásticos en [nombre de vuestro río]: resultados científicos".
- **Nombres completos de los investigadores (vosotros).**
- **Fecha y nombre del centro educativo.**
- **Imagen representativa** (foto del río o microscópica).



Resumen (1/2 página)

Estructurado en 4 párrafos breves:

- **Propósito:** Por qué estudiamos este río.
- **Métodos:** cómo lo hicisteis (muestreo, laboratorio).
- **Hallazgos:** 3 resultados clave con datos numéricos.
- **Relevancia:** por qué importan estos descubrimientos.

Introducción (1 página)

- **Explicad qué son los microplásticos y sus riesgos.**
- **Contextualizad vuestro río:** ubicación, importancia ecológica.
- **Mencionad estudios previos en ríos similares** (buscad 1 o 2 referencias).

Hipótesis (1/2 página)

- **Recordad vuestras predicciones iniciales.**
- **Justificadlas brevemente con lo aprendido.**
- **Ejemplo:** "Esperábamos más fibras sintéticas en la zona urbana debido al lavado de ropa..."

Metodología (2 páginas)

a) Muestreo:

- Mapa con puntos exactos (coordenadas GPS).

- Descripción de cada zona (urbana/rural).
- Condiciones ambientales durante la recogida.

b) Laboratorio:

- Proceso de filtrado (tipo de filtros, volumen de agua).
- Equipo usado (microscopio, aumentos).
- Criterios de clasificación (tipos, colores, tamaños).

Resultados (3-4 páginas).

Tablas obligatorias:

- **Concentración por zona** (objetos/litro).
- **Distribución por tipo** (fibras/fragmentos/esferas).
- **Características físicas** (colores predominantes).

Elementos visuales:

- **Gráfico comparativo entre zonas.**
- **Fotos microscópicas con escala** (ej: fibra a 40x).
- **Mapa de calor con puntos más contaminados.**

Discusión (2 páginas).

- **Comparad resultados con vuestras hipótesis.**
- **Explicad patrones encontrados** (ej: por qué más fibras en zonas urbanas).
- **Señalad limitaciones** (ej: "No pudimos analizar polímeros químicamente").

Conclusiones (1 página).

- **3 aprendizajes principales.**
- **2 recomendaciones para reducir la contaminación.**
- **1 pregunta nueva que surja para investigar después.**

Bibliografía

- **5 fuentes mínimas** (libros, artículos, webs oficiales).
- **Formato APA7:**
- **Ej: Autor, A. (Año). Título. Editorial.**

Algunas recomendaciones antes de empezar:

- **Uniformidad:** Usad la misma tipografía, tamaño de letra y estilo de tablas en todo el documento.
- **Precisión:** Todos los datos deben concordar con vuestros cuadernos de campo.
- **Profesionalidad:** Incluid pies de foto en todas las imágenes (Ej: "Fig. 1 - Fibras azules (40x), zona urbana").

Un buen informe científico debe permitir que otro equipo repita exactamente vuestro estudio solo con lo que habéis escrito. ¡Sed detallistas!

GUÍA PARA EL PÓSTER CIENTÍFICO FINAL

Conclusiones (1 página).

- **Tres columnas verticales (igual proporción).**
- **Paleta de colores: Azules/verdes (naturaleza) + rojo (alertas).**
- **Tipografía: Una fuente para títulos, una para texto.**

Contenido Obligatorio.

- **Columna 1: problema + método.**
 - **Título impactante:** Ej: "¿Qué esconden las aguas de [río]?"
 - **Foto del río con ubicación marcada.**
 - **Infografía del proceso:** Muestreo → Filtrado → Microscopía.
 - **Caja destacada:** "¿Sabías que...?" (Dato curioso sobre microplásticos).
- **Columna 2: resultados.**
 - **Gráfico central:** Barras comparando zonas (ej: cabecera vs. ciudad)
 - **Fotos microscópicas (2-3) con leyendas claras.**
 - **Tabla resumen:** Tipos principales encontrados (fibra/fragmento/esfera).

- **Columna 3: impacto + acción.**
 - **Consecuencias locales:** Ej: "Estas fibras acaban en peces que comemos".
 - **3 acciones concretas:** Ej: "Usa bolsas de lavado para ropa sintética".
 - **QR (opcional):** Enlaza a vuestro informe completo.

Consejos Visuales.

- **Jerarquía clara:** Título visible a 3 metros (tamaño mínimo 72 pt).
- **Menos texto, más imágenes:** Máximo 300 palabras en total.
- **Espacio blanco:** No saturar, dejar "aire" entre elementos.



GLOSARIO

Estación de aprendizaje 1. Laboratorio de ideas: armando el caso científico.

- ➔ **Microplásticos:** trozos diminutos de plástico, de menos de 5 mm, que contaminan agua, aire y suelos. Como migas de pan de una galleta rota, pero de plástico.
- ➔ **Plastisfera:** ecosistema de microorganismos que viven en los plásticos en la naturaleza. De forma natural, una piedra en un río se llena de algas y microorganismos: los plásticos son "islas artificiales" donde se instalan estos seres vivos.
- ➔ **Polímero:** material formado por muchas moléculas unidas como una cadena larga. Como un collar de cuentas: cada cuenta es una molécula, todas juntas forman el plástico. Como un collar de perlas en que cada perla es una molécula, todas juntas forman el plástico.
- ➔ **Espectroscopía:** técnica que identifica materiales usando luz o láser. Resulta similar a usar un escáner que "lee el código de barras" de cada plástico.
- ➔ **Hipótesis:** suposición que se hace antes de investigar para predecir un resultado.

Estación de aprendizaje 2: Operación campo: siguiendo el rastro.

- ➔ **Georreferenciación:** Localizar un lugar exacto usando coordenadas GPS. Al igual compartes tu ubicación en WhatsApp: dice el punto exacto donde estás.
- ➔ **Caudal:** cantidad de agua que pasa por un lugar en un tiempo determinado. Es semejante a medir cuánta gente pasa por la puerta de un estadio cada minuto.
- ➔ **Turbidez:** grado de suciedad o partículas en suspensión en el agua.
- ➔ **Muestra:** porción de agua que se recoge para analizar. Al igual que pruebas un poco de sopa para ver si necesita sal: una muestra representa el total.

Estación de aprendizaje 3: El microscopio no miente: analizando las pruebas.

- ➔ **Microscopio:** instrumento para ver cosas muy pequeñas que no se ven a simple vista. Tener una lupa muy potente que hace visible el mundo oculto.
- ➔ **Fibra textil:** Microplásticos que parecen hilos finos, suelen desprenderse de la ropa al ser lavada. Podemos compararlos con el cabello, pero de plástico que se desprende al lavar ropa.

➔ **Fragmento:** parte pequeña de alguna cosa quebrada o dividida.

➔ **Microesfera:** bolitas de plástico muy pequeñas, usadas en cosméticos. Son mini canicas casi invisibles que estaban en exfoliantes.

Estación de aprendizaje 4. Conectando los puntos: resolviendo el misterio.

➔ **Tabla de frecuencia:** documento que recoge cuántas veces aparece algo. Al igual que se cuentan cuántos goles mete cada jugador en una liga.

➔ **Gráfico de barras:** dibujo que compara cantidades con barras de diferentes tamaños. Es un ranking visual donde la barra más alta es la que tiene más puntos.

➔ **Mapas térmicos:** mapa que marca zonas con más o menos contaminación con colores. Al igual que un mapa del tiempo que marca en rojo las zonas más calientes.

Estación de aprendizaje 5. Voces por el río, comunicadores para el cambio.

➔ **Informe científico:** documento que recoge todos los pasos y resultados de una investigación. Es el libro de instrucciones que explica cómo hiciste un experimento para que otros lo repitan.

➔ **Divulgación científica:** explicar la ciencia de forma sencilla para que todos la entiendan. Se puede comparar con un vídeo de TikTok que explica algo complicado pero fácil y rápido.

➔ **ODS (Objetivos de Desarrollo Sostenible):** metas de la ONU para cuidar el planeta y mejorar la vida de todos.

Anexo 1: tabla resumen de la situación de aprendizaje: "Misión Plastisfera: la batalla contra lo invisible"

Sesión de trabajo
Área: Biología y Geología
Curso: 4º ESO
Temporalización: Tercer trimestre
Nº de horas lectivas: 14
Objetivo general
Desarrollar un proyecto de ciencia ciudadana en el que el alumnado investigue la presencia y el impacto de los microplásticos en ecosistemas fluviales cercanos, aplicando el método científico, fomentando la conciencia ambiental y promoviendo acciones sostenibles.
Objetivos específicos
Aplicar protocolos estandarizados para la toma, filtración y análisis de muestras de agua, identificando y clasificando microplásticos mediante microscopía óptica.
Interpretar datos cuantitativos y cualitativos (tablas, gráficos) para comparar la contaminación entre tramos altos y bajos de los ríos.
Utilizar herramientas tecnológicas (GPS, hojas de cálculo, microscopios digitales) para georreferenciar muestras, registrar datos y documentar hallazgos con imágenes.
Analizar el concepto de "plastisfera" y su impacto en los ecosistemas, vinculándolo con la contaminación por plásticos y la pérdida de biodiversidad.

Reflexionar sobre las fuentes antropogénicas de microplásticos (textiles, residuos agrícolas) y proponer soluciones locales (campañas de reducción de plásticos).

Trabajar en equipos para diseñar y ejecutar el proyecto, asumiendo roles diferenciados (muestreo, laboratorio, análisis estadístico).

Elaborar un informe científico y una campaña de divulgación (posters, redes sociales) para comunicar resultados a la comunidad educativa y local.

Integrar conocimientos de biología (ecosistemas), geología (ciclo hidrológico), química (polímeros) y ética ambiental, alineándose con las competencias clave (STEM, aprender a aprender, ciudadanía global).

Contenidos a trabajar

- Estación de aprendizaje 1. Laboratorio de ideas: armando el caso científico.
 - Qué son los microplásticos y cómo llegan a los ríos.
 - Cómo se formula una hipótesis científica.
 - Diferentes métodos para detectar contaminantes (redes, filtración).
- Estación de aprendizaje 2. Operación campo: siguiendo el rastro.
 - Técnicas para recoger muestras de agua sin contaminar.
 - Uso de coordenadas GPS y por qué son importantes.
 - Cómo afecta la temperatura y el caudal a los microplásticos.
- Estación de aprendizaje 3. El microscopio no miente: analizando las pruebas.
 - Identificación visual de fibras, fragmentos y microesferas.
 - Uso correcto del microscopio óptico.
 - Cómo diferenciar plásticos de materiales naturales.
- Estación de aprendizaje 4. Conectando los puntos: resolviendo el misterio.
 - Cómo organizar resultados en tablas y gráficos.
 - Interpretación de patrones en los datos.
 - Comparación con estudios similares.
- Estación de aprendizaje 5. Voces por el río, comunicadores para el cambio.
 - Cómo comunicar hallazgos científicos al público.
 - Diseño de materiales divulgativos efectivos.
 - Elaboración de propuestas de acción realistas.

Competencias clave

Competencia en Comunicación Lingüística (CCL)

- **Expresión oral y escrita:** Elaboración de informes científicos, presentaciones orales y debates sobre los resultados obtenidos.
- **Vocabulario técnico:** Uso de términos como "plastisfera", "microplásticos", "polímeros" y "biodiversidad".
- **Divulgación científica:** Creación de posters, infografías o vídeos para comunicar los hallazgos a la comunidad educativa.

Competencia STEM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas)

- **Método científico:** Diseño experimental, toma de muestras, análisis microscópico y tratamiento de datos.
- **Tecnología:** Uso de microscopios, GPS, hojas de cálculo (Excel) y herramientas digitales para visualizar datos.
- **Matemáticas:** Cálculo de concentraciones de microplásticos (objetos/m³), gráficos estadísticos y porcentajes.

Competencia Digital (CD)

- **Búsqueda de información:** Consulta de fuentes científicas (artículos, informes) sobre microplásticos y plastisfera.
- **Herramientas digitales:** Uso de apps para geolocalización (Google Maps), edición de imágenes microscópicas y creación de presentaciones interactivas.
- **Seguridad en la red:** Análisis crítico de la fiabilidad de fuentes (ej.: diferenciar entre ciencia y pseudociencia).

Competencia Personal, Social y de Aprender a Aprender (CPSAA)

- **Autonomía:** Los estudiantes planifican las fases del proyecto (muestreo, laboratorio, análisis).
- **Trabajo en equipo:** Distribución de roles (coordinador, técnico de laboratorio, analista de datos).
- **Metacognición:** Reflexión final sobre lo aprendido y dificultades superadas (ej.: "¿Cómo mejoraríamos el protocolo?").

Competencia Ciudadana (CC)

- **Conciencia ambiental:** Relación del proyecto con los ODS (6, 12, 14, 15) y la huella ecológica humana.
- **Participación activa:** Propuestas de acciones locales (ej.: campaña "Mi río sin plásticos" dirigida al ayuntamiento).
- **Debate ético:** Discusión sobre la responsabilidad individual vs. políticas globales contra la contaminación.

Competencia Emprendedora (CE)

- **Iniciativa:** Diseño de soluciones innovadoras (ej.: filtros caseros para microplásticos o alternativas textiles sostenibles).
- **Creatividad:** Prototipado de materiales divulgativos (ej.: maquetas de la "plastisfera" con materiales reciclados).

Competencia en Conciencia y Expresión Culturales (CEC)

- **Arte y ciencia:** Creación de obras artísticas (collages, esculturas) con plásticos recogidos en las muestras.
- **Perspectiva histórica:** Comparación de la contaminación actual con la de épocas preindustriales.

Saberes básicos

A- Proyecto científico

- Hipótesis, preguntas y conjeturas: planteamiento con perspectiva científica.
- Estrategias para la búsqueda de información, la colaboración y la comunicación de procesos, resultados o ideas científicas: herramientas digitales y formatos de uso frecuente en ciencia (presentación, gráfica, vídeo, póster, informe, etc.).
- Fuentes fidedignas de información científica: reconocimiento y utilización.
- Controles experimentales (positivos y negativos): diseño e importancia para la obtención de resultados científicos objetivos y fiables.
- Respuesta a cuestiones científicas mediante la experimentación y el trabajo de campo: utilización de los instrumentos y espacios necesarios (laboratorio, aulas, entorno, etc.) de forma adecuada y precisa.
- Modelado para la representación y comprensión de procesos o elementos de la naturaleza.
- Métodos de observación y de toma de datos de fenómenos naturales.
- Métodos de análisis de resultados. Diferenciación entre correlación y causalidad.
- La labor científica y las personas dedicadas a la ciencia: contribución a las ciencias biológicas y geológicas e importancia social. El papel de la mujer en la ciencia.

Objetivos de desarrollo sostenible (ODS)

ODS 4: Educación de calidad

- El proyecto integra metodologías activas (aprendizaje basado en proyectos, ciencia ciudadana) y fomenta el pensamiento crítico.
- Se promueve la divulgación científica entre la comunidad educativa y local.

ODS 6: Agua limpia y saneamiento

- Los estudiantes analizan la calidad del agua de los ríos de su entorno, identificando la presencia de microplásticos como contaminantes emergentes. Reflexionan sobre cómo la contaminación por plásticos afecta a los ecosistemas acuáticos y a la disponibilidad de agua potable. Además, proponen: campañas para reducir el vertido de plásticos y promover el saneamiento sostenible.

ODS 12: Producción y consumo responsables

- Los estudiantes investigan el origen de los microplásticos (fibras textiles, productos de higiene, residuos agrícolas).
- Se promueve el consumo sostenible (alternativas al plástico, economía circular). Se proponen talleres de reciclaje, uso de materiales biodegradables y difusión de hábitos responsables.

ODS 13: Acción por el clima

- Se discute cómo la producción de plásticos contribuye al cambio climático (emisiones de CO₂ en su fabricación y degradación).
- Se fomenta la reducción de residuos como medida de mitigación climática.
- Propuestas de acción: Huella de carbono del plástico y alternativas sostenibles.

ODS 14: Vida submarina

- Aunque el estudio se centra en ríos, se discute cómo los microplásticos llegan al mar y afectan a la vida marina (bioacumulación, ingestión por especies). Se vincula con el concepto de "plastisfera" y su impacto en la biodiversidad. Como propuestas de acción: limpieza de riberas y concienciación sobre el consumo responsable.

ODS 15: Vida de ecosistemas terrestres

- Se analiza cómo los microplásticos afectan a los ecosistemas fluviales y terrestres (suelos, fauna).
- Se estudia la relación entre la actividad humana (agricultura, turismo) y la contaminación plástica. Se propone la reforestación de riberas y reducción del uso de plásticos en actividades rurales.

Temporalización de las estaciones de aprendizaje

Estación de aprendizaje 1. Laboratorio de ideas: armando el caso científico.
2 horas.

Estación de aprendizaje 2. Operación campo: siguiendo el rastro. 6 horas.

Estación de aprendizaje 3. El microscopio no miente: analizando las pruebas. 2 horas.

Estación de aprendizaje 4. Conectando los puntos: resolviendo el misterio. 2 horas.

Estación de aprendizaje 5. Voces por el río, comunicadores para el cambio. 2 horas.

Materiales

Estación de aprendizaje	Materiales Principales	Materiales Opcionales	Recursos Digitales
Laboratorio de ideas: armando el caso científico	<ul style="list-style-type: none"> • Cuadernos de campo. • Infografías sobre tipos de microplásticos. • Mapa del río con zonas marcadas. • Kit de muestras de referencia (fibras, fragmentos). 	<ul style="list-style-type: none"> • Lupas. • Muestras de plásticos comunes. 	<ul style="list-style-type: none"> • Video educativo sobre microplásticos (3-5 min). • Presentación interactiva sobre hipótesis.
Operación campo: siguiendo el rastro.	<ul style="list-style-type: none"> • Botellas estériles de 500ml. • Guantes de nitrilo. • Termómetro de agua. • GPS o smartphones con Google Maps. • Etiquetas resistentes al agua. 	<ul style="list-style-type: none"> • Red de arrastre (para demostración) • Cinta métrica. • Muestras de agua pre-contaminadas (para práctica) 	<ul style="list-style-type: none"> • App para geolocalización (Google Earth). • Plantilla digital de registro de campo.

El microscopio no miente: analizando las pruebas.	<ul style="list-style-type: none"> • Microscopios ópticos (40x-100x). • Portaobjetos y cubreobjetos. • Pinzas de precisión. • Filtros de 0.45µm • Muestras preparadas para comparación. 	<ul style="list-style-type: none"> • Lupas binoculares. • Placas Petri. • Goteros. 	<ul style="list-style-type: none"> • Banco de imágenes de microplásticos. • Software de medición (ImageJ básico).
Conectando los puntos: resolviendo el misterio.	<ul style="list-style-type: none"> • Hojas de cálculo impresas. • Reglas y transportadores. • Papel milimetrado. • Calculadoras. • Post-it para clasificación. 	<ul style="list-style-type: none"> • Stickers de colores para codificación. • Plantillas de gráficos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Excel/Google Sheets. • Generador online de gráficos (Canva).
Voces por el río, comunicado res para el cambio.	<ul style="list-style-type: none"> • Cartulinas A1. • Rotuladores y pegamento. • Impresiones de fotos microscópica. • Plantillas de póster científico. 	<ul style="list-style-type: none"> • Material reciclado para maquetas. • Pegatinas temáticas. 	Generador online de posters (Canva).

Evaluación

Estación de aprendizaje 1. Laboratorio de ideas: armando el caso científico.

Instrumento: Rúbrica de Hipótesis Científica (Heteroevaluación).

Estación de aprendizaje 2: Operación campo: siguiendo el rastro.

Instrumento: Lista de Cotejo de Muestreo (Autoevaluación).

Estación de aprendizaje 3: El microscopio no miente: analizando las pruebas.

Instrumento: Prueba de Identificación con Muestras Ciegas (Heteroevaluación).

Estación de aprendizaje 4. Conectando los puntos: resolviendo el misterio.

Instrumento: Plantilla de Validación de Gráficos (Evaluación por pares).

Estación de aprendizaje 5. Voces por el río, comunicadores para el cambio.

Instrumento: Rúbrica de Póster Científico (Heteroevaluación + Comunidad).

Anexo 2: Instrumentos de evaluación.

Estación de aprendizaje 1. Laboratorio de ideas: armando el caso científico.

Instrumento: Rúbrica de Hipótesis Científica (Heteroevaluación)

Criterio	3 pts. (Excelente)	2 pts. (Aceptable)	1 pt (En desarrollo)
Claridad	Específica (lugar + tipo de microplástico)	General pero verificable	Vaga o incompleta
Base científica	Justificada con 2 fuentes confiables	1 fuente relevante	Sin fundamento
Originalidad	Propone relación no obvia	Relación esperada	Copiada de ejemplo

Estación de aprendizaje 2: Operación campo: siguiendo el rastro.

Instrumento: Lista de Cotejo de Muestreo (Autoevaluación)

- Botella enjuagada 3 veces con agua del río antes de tomar muestra.
- Coordenadas GPS registradas (latitud, longitud, altitud).
- Temperatura del agua medida con termómetro calibrado.
- Turbidez anotada en escala del 1 al 5.
- Fotos del punto de muestreo con código de referencia.

(Se aprueba con 4/5 ítems marcados)

Estación de aprendizaje 3: El microscopio no miente: analizando las pruebas.

Instrumento: Prueba de Identificación con Muestras Ciegas (Heteroevaluación).

El docente entrega 5 muestras preparadas (3 con microplásticos reales, 2 con materiales orgánicos).

Puntuación:

- 1 pt por cada microplástico correctamente clasificado (fibra/ fragmento/ esfera).
- 0.5 pts. por diferenciar material natural (ej: algas) de plástico.
- Total: 5 pts. (1 pt extra por foto nítida con escala).

Estación de aprendizaje 4. Conectando los puntos: resolviendo el misterio.

Instrumento: Plantilla de Validación de Gráficos (Evaluación por pares)

Elemento	Sí	No	Comentarios
Título descriptivo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Ejes etiquetados (unidades)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Datos coinciden con tabla	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Conclusiones vinculadas a hipótesis	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

(Los equipos intercambian gráficos y marcan la plantilla. **Se requieren 3/4 "Sí" para aprobar**).

Estación de aprendizaje 5. Voces por el río, comunicadores para el cambio.

Instrumento: Rúbrica de Póster Científico (Heteroevaluación + Comunidad).

Criterio	4 pts	2 pts	0 pts
Rigor científico	Datos exactos + fuentes	Datos sin respaldo	Errores graves
Diseño accesible	Texto legible, imágenes con escala	Diseño confuso	Incomprensible
Llamado a la acción	3 propuestas realistas	1 idea vaga	Sin soluciones

Bibliografía.

- Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (2021). Guía metodológica para el muestreo e identificación de microplásticos en ríos. Gobierno de España. <https://www.miteco.gob.es/>
- Amaral-Zettler, L. A., Zettler, E. R., & Mincer, T. J. (2020). Ecology of the plastisphere. *Nature Reviews Microbiology*, 18(3), 139-151. <https://doi.org/10.1038/s41579-019-0308-0>
- Zettler, E. R., Mincer, T. J., & Amaral-Zettler, L. A. (2013). Life in the "plastisphere": Microbial communities on plastic marine debris. *Environmental Science & Technology*, 47(13), 7137-7146. <https://doi.org/10.1021/es401288x>
- Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) (2018). Plásticos de un solo uso: Una hoja de ruta para la sostenibilidad. ONU Medio Ambiente. <https://www.unep.org/es>
- European Environment Agency (EEA) (2019). Microplastics in the environment: Sources, impacts, and solutions. Informe técnico No 15/2019. <https://www.eea.europa.eu/>
- Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (2022). Impacto de los microplásticos en ecosistemas acuáticos: Evidencias científicas. Gobierno de España. <https://www.mapa.gob.es/>
- Rochman, C. M., et al. (2019). The ecological impacts of marine debris: Unraveling the demonstrated evidence from what is perceived. *Ecology*, 100(2), e02544. <https://doi.org/10.1002/ecy.2544>
- Agencia Europea de Sustancias Químicas (ECHA) (2021). Restricción a los microplásticos añadidos intencionadamente. Comisión Europea. <https://echa.europa.eu/>
- Fundación Biodiversidad (2020). Proyectos de investigación sobre contaminación por plásticos en España. Ministerio para la Transición Ecológica. <https://fundacion-biodiversidad.es/>
- Thompson, R. C., et al. (2004). Lost at sea: Where is all the plastic? *Science*, 304(5672), 838. <https://doi.org/10.1126/science.1094559>

MISIÓN PLASTISFERA: LA BATALLA CONTRA LO INVISIBLE



Esta investigación ha sido financiada por el Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico pero no expresa la opinión del mismo



FUNDACIÓN
TORMES-EB