



# El camino del plástico

## Guía del maestro

Aprenda hasta dónde puede viajar la contaminación plástica en el océano y las vías fluviales analizando los datos de un estudio que rastreó las botellas de plástico con satélites.

**Nivel de grado:** escuela secundaria

### Objetivos de aprendizaje

- Los estudiantes identifican las fuentes de contaminación plástica, cómo llegan los plásticos al océano y los problemas que plantea la contaminación plástica en el océano.
- Los estudiantes aprenden cómo se utiliza la tecnología GPS y satelital para rastrear el movimiento de la contaminación plástica a través de las vías fluviales.
- Los estudiantes consideran los impactos de la contaminación plástica en su cuenca local.
- Los estudiantes diseñan estrategias para detener la contaminación plástica.

### Estándares educativos

#### NGSS

- DCI ESS3.C: impactos humanos en los sistemas terrestres
- DCI ESS2.C: el rol del agua en los procesos de la superficie terrestre
- SEP: análisis e interpretación de datos
- CCC: patrones, causa y efecto

#### Estándares nacionales de geografía

- Estándar 1: cómo usar mapas y otras representaciones geográficas, tecnologías geoespaciales y pensamiento espacial para comprender y comunicar información

#### Principios esenciales y conceptos fundamentales de la alfabetización oceánica

- Principio 1g: el océano está conectado a los principales lagos, cuencas hidrográficas y vías fluviales porque todas las principales cuencas hidrográficas de la Tierra desembocan en el océano. Los ríos y arroyos transportan nutrientes, sales, sedimentos y contaminantes desde las cuencas hasta los estuarios y al océano.

#### Tiempo:

- 50 minutos
- Proyectos estudiantiles opcionales: 1-2 períodos de clase o tiempo fuera de clase

#### Materiales

- Proyector y computadora con acceso a Internet
- Computadoras portátiles o tabletas con acceso a Internet para los estudiantes o mapas en papel de su región
- *El camino del plástico - Hoja de actividades para el estudiante* páginas 6-8
- Segmento de video (0:26 - 4:55): *Desastre de plástico* (<https://www.youtube.com/watch?v=1acjraXMhs>)
- Infografía opcional: *Plásticos en el océano en el sitio web de la NOAA*: <https://oceanservice.noaa.gov/hazards/marinedebris/plastics-in-the-ocean.html>
- *Ilustración del mensaje en una botella* página 9
- Video: *Argos-4: seguimiento desde el espacio* ([https://www.youtube.com/watch?v=aBc\\_MeKRMNc](https://www.youtube.com/watch?v=aBc_MeKRMNc))
- Video: *Mira cuál es el viaje de una botella de plástico en el Golfo de Bengala* (<https://www.youtube.com/watch?v=v1EtjcVc5es>)
- *Mapa de giros oceánicos* página 10

#### Preparación

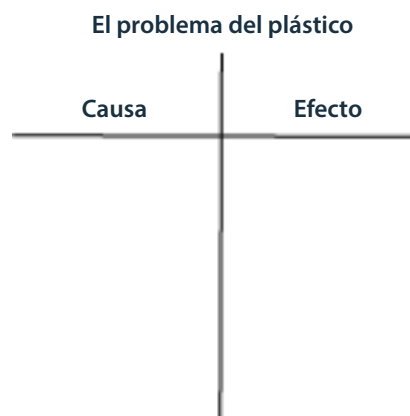
- Imprima copias de la página del estudiante (una por estudiante).
- En preparación para la Parte 3, es posible que desee identificar uno o más ríos cercanos que los estudiantes explorarán. La selección de ríos principales aumentará las posibilidades de que los estudiantes puedan seguir su camino. Antes de la clase, siga la ruta de cada río en un mapa para saber dónde termina (generalmente en el océano) y qué lugares deben encontrar los estudiantes a 50 y 200 km de su ubicación.



## Indicaciones

### Parte 1: Presente el problema

- Comience con el fenómeno del plástico en el océano. Hoy en día, existe un problema en crecimiento en la Tierra: la acumulación de contaminación plástica a lo largo de las costas y en el océano. Comparta algunos datos sobre la contaminación plástica para ayudar a los estudiantes a comprender la escala del problema:
  - Ahora hay 5.25 trillones de piezas de plástico en el océano, que pesan unas 269,000 toneladas.
  - Entre 8 y 14 millones de toneladas de plástico ingresan al océano cada año.
  - En los próximos diez años, se prevé que la cantidad de plástico que ingrese al océano aumentará y se ubicará entre 22 y 58 millones de toneladas por año.
- Dígalos a los estudiantes que verán un video y usarán un gráfico T para tomar notas sobre las causas y los efectos. Pídales a los estudiantes que hagan el gráfico T (que se muestra a la derecha) en sus cuadernos de ciencias o en una hoja de papel.
- Muestre el segmento del video (0:26 - 4:55).
- Después del video, lleve a cabo un breve debate y pregunte a los estudiantes:
  - ¿Dónde vieron contaminación plástica?
  - ¿De dónde creen que vino? (fuentes de contaminación plástica)
  - ¿Cómo podría llegar el plástico al océano?
  - ¿Cuáles son los efectos del plástico en el océano?
- Opcional:** proyecte *Infografía de plásticos en el océano* como una forma de resumir visualmente los conocimientos relacionados con el plástico en el océano.
- Concluya la discusión planteando las preguntas: ¿Qué tan lejos creen que puede viajar la contaminación plástica una vez que ingresa al agua? ¿Cómo podríamos estudiar esto?
  - Permita que los estudiantes compartan 1 o 2 ideas



### Parte 2: Una nueva forma de estudiar la contaminación plástica en el agua

- Presente el estudio del río Ganges, llamado *Mensaje en una botella*. Reparta copias de la página del estudiante y lean juntos la sección de información de respaldo de la Parte 1.
- Abra los mapas de Google para orientar a los estudiantes sobre el río Ganges y el Golfo de Bengala. Comparta los siguientes hechos:
  - El sistema del río Ganges es uno de los más grandes del mundo.
  - De todos los ríos del mundo, el río Ganges es responsable de la segunda cantidad más alta de contaminación plástica en el océano (después del río Yangtzé en China), agrega alrededor de 120,000 toneladas de plástico por año al océano.
- Muéstreles a los estudiantes el video *Ilustración del mensaje en una botella* que ilustra el diseño de la botella y cómo se veía en el agua. Explíqueles que la tecnología utilizada para rastrear las botellas (etiquetas satelitales Argos) es la misma tecnología utilizada para rastrear animales salvajes.
- Muéstreles a los estudiantes el video *Argos 4: seguimiento desde el espacio (3:05)* para que comprendan mejor cómo funciona la tecnología.
- Oriente a los estudiantes hacia la tabla de datos en sus páginas del estudiante e introduzca los encabezados de las columnas. Los datos describen el viaje de las botellas del estudio. Dé tiempo a los estudiantes para trabajar con un compañero, interpretar los datos en la tabla y responder las preguntas de la hoja del estudiante.
- Vuelva a reunir a los estudiantes y haga algunas preguntas, compartiendo sus respuestas a las preguntas 1 y 2 para saber qué les pareció más interesante y qué otras preguntas tienen. Describa algunos resultados del estudio:
  - El 40 % de las botellas A quedaron varadas en las riberas de los ríos. Estas botellas fueron lanzadas antes de la temporada de los monzones cuando el nivel del agua era bajo.
  - Las botellas B se liberaron después de la temporada de los monzones, cuando el nivel del agua era mucho más alto. Las botellas se encontraron con un clima adverso y se vieron atrapadas por la actividad pesquera.
  - Muchas de las botellas enviaron sus ubicaciones GPS finales desde aproximadamente la misma ubicación, lo que sugiere que algo las atrapó en el agua o en la orilla. Esto explica por qué vemos grandes concentraciones de basura en algunas áreas y no en otras.
- Muéstreles el video titulado *Mira cuál es el viaje de una botella de plástico en el Golfo de Bengala (1:13)* para ver el recorrido de la botella B2, que recorrió la distancia más larga (2844.6 km) y fue rastreada durante la mayor cantidad de tiempo (94 días).



- Pregúnteles a los estudiantes qué creen que podría explicar la ruta de movimiento de B2 una vez que entró en el Golfo de Bengala (vientos y corrientes oceánicas).
8. **Proyecte el *Mapa de giros oceánicos* y explique que muestra patrones de corrientes oceánicas.**
- Explique que debido a los patrones de circulación oceánica, gran parte de la basura en el océano termina en uno de los cinco giros oceánicos. (Algunos estudiantes pueden haber oído hablar de las “islas de basura” que se acumulan en el océano y que se encuentran en el centro de los giros oceánicos).
  - Pídales a los estudiantes que predigan dónde terminarán eventualmente las botellas de plástico en el Golfo de Bengala.

### Parte 3: ¿Dónde terminará la contaminación plástica cercana a mí?

1. Ahora enfóquese en el camino de la contaminación plástica en las vías fluviales locales. Recuérdeles a los estudiantes sobre los ríos de su región y que los ríos generalmente se conectan con el océano. (Si los estudiantes han aprendido sobre las cuencas hidrográficas, conecte esta actividad con su aprendizaje previo).
2. Comparta la pregunta que los estudiantes están explorando en esta parte de la lección: Si la contaminación plástica llegara a un río local cerca de nuestra ciudad o pueblo, ¿a dónde viajaría?
3. Deje que los estudiantes, mediante el trabajo en parejas, identifiquen la ubicación de su ciudad o pueblo y la ubicación de un gran río cercano en un mapa digital o impreso.
  - Si los estudiantes van a usar mapas digitales (como Google Maps o Google Earth), oriéntelos a buscar, acercar, moverse a lo largo del mapa y enséñeles cómo medir la distancia.
  - Si los estudiantes usarán mapas de papel, oriéntelos hacia el mapa y demuestre cómo medir la distancia usando la escala.
4. Dígalos que su objetivo es seguir el camino de un río local y averiguar a dónde va. (Si los embalses son comunes en sus áreas, algunos ríos podrían conducir a un embalse en lugar del océano). Pídales que busquen los lugares donde terminaría el plástico si viajara 50 km y si viajara 200 km.
5. Permita que los estudiantes trabajen con sus mapas y midan distancias.
  - Las distancias serán aproximadas, ya que lo más probable es que los estudiantes midan la distancia en línea recta y no los meandros en un río.
6. Haga que las parejas de estudiantes compartan las ubicaciones que se les ocurrieron para ambos escenarios.
  - Si su región está tierra adentro, pídale que calculen qué tan lejos tendría que viajar la contaminación para llegar al océano y dónde entraría al océano.
7. Proyecte el *Mapa de giros oceánicos* (de la Parte 2) y pídale a los estudiantes que predigan:
  - Dónde podría terminar la contaminación plástica de su comunidad si llegara al océano
  - Donde la contaminación plástica que ingresó al océano en ese lugar viajaría en giros oceánicos
8. Recuérdeles el ejemplo de las botellas de plástico rastreadas por satélite en el río Ganges y cómo la mayoría de ellas no terminaron en el océano (sino que permanecieron como contaminación dentro o a lo largo de las orillas del río).

### Proyecto opcional para el estudiante:

1. Como tarea de recapitulación, pídale a los estudiantes que piensen una forma de comunicar el problema de los plásticos en el océano. Permítales elegir en qué aspecto del problema les gustaría enfocarse y cómo les gustaría comunicarlo. Los estudiantes pueden trabajar en esto con un compañero, en grupos pequeños o con toda la clase. Ejemplos de cómo comunicar la contaminación plástica:
  - Un póster que muestra las fuentes de contaminación plástica y cómo las personas pueden reducir su impacto.
  - Un video que explique el problema de la contaminación plástica en el océano o una parte específica de este problema.
  - Un mapa que indique dónde termina la contaminación plástica de tu comunidad.
  - Arte hecho a partir de la contaminación plástica recolectada.
  - La historia de una botella de plástico.
2. Para ayudar a los estudiantes a organizar su pensamiento, describa los componentes principales que los estudiantes deben incluir en su plan, incluido el objetivo del proyecto, la descripción, los pasos para crearlo o implementarlo, una lista de materiales, etc.
  - Anime a los estudiantes a hacer una investigación de antecedentes para que tengan más información para el plan de su proyecto. La lista de sitios web sobre contaminación plástica (ver Referencias) puede ser útil para la investigación de antecedentes de los estudiantes.



3. Haga que los estudiantes se turnen para presentar los planes de sus proyectos.
4. Deles a los estudiantes tiempo de clase adicional para crear sus proyectos o pídeles que trabajen en este como tarea.
  - Si las ideas de proyectos son a gran escala, es posible que desee que la clase complete uno de los proyectos en forma conjunta. Si es así, considere asignar partes o tareas a estudiantes específicos.
5. Una vez completado, realicen un recorrido por la galería o una presentación del aprendizaje.

#### Extensiones:

- Pídeles a los estudiantes que investiguen otras cuencas hidrográficas del mundo, como el Amazonas o el Ganges. Haga conexiones entre la cuenca de drenaje del río que investigan y los giros oceánicos averiguando en qué giro oceánico podría terminar la contaminación plástica.
- Considere las acciones que podrían tomar como clase para ayudar a reducir la contaminación plástica, como compartir proyectos de comunicación con la comunidad en una función escolar, en una reunión de la junta escolar o en un evento comunitario local, iniciar o apoyar un programa de reciclaje de plástico en la escuela u organizar una limpieza de plástico alrededor de la propiedad escolar o en una vía fluvial local.

#### Trasfondo

##### Contaminación plástica en el océano

Debido a que el uso de plásticos, especialmente los plásticos de un solo uso, es tan frecuente y continúa aumentando cada año, los impactos de la contaminación plástica son un problema cada vez más apremiante. Los plásticos que no se reciclan y no terminan en un vertedero, a menudo, pueden terminar como basura en la costa o en una vía fluvial local. Una vez en la vía fluvial, los plásticos viajan río abajo y pueden terminar en el océano. Después de ingresar al océano, las corrientes superficiales transportan el plástico y lo dispersan en grandes sistemas giratorios llamados giros. Los plásticos en el océano pueden hacer que los animales se enreden y mueran. Los giros actúan como licuadoras gigantes y trituran piezas de plástico más grandes en micro plásticos. Los micro plásticos pueden ser ingeridos por animales marinos y dispersados en la cadena alimentaria hasta llegar a los humanos. Los micro plásticos son demasiado pequeños para eliminarlos fácilmente del océano y la mayoría no se pueden ver a simple vista. Colecciones gigantes de basura plástica circulan dentro de los giros subtropicales de la Tierra.

##### Argos: tecnología de rastreo satelital

Los instrumentos Argos de la NOAA a bordo de los satélites se utilizan para recopilar datos de etiquetas de transmisores de radio que se colocan en animales o equipos. La tecnología de seguimiento por satélite permite a los científicos recopilar datos sobre animales que pueden ser difíciles de estudiar en su hábitat natural porque viajan largas distancias o son difíciles de ver. Los satélites Argos han recopilado y transmitido datos científicos y ambientales durante más de 30 años. Obtén más información sobre Argos en su sitio web, incluidos ejemplos de cómo se utiliza la tecnología Argos en la investigación científica y la nota periodística sobre el uso de Argos para rastrear botellas de plástico en el río Ganges.

##### Mensaje en una botella

El ejemplo y los datos que usan los estudiantes en esta actividad provienen del estudio Mensaje en una botella. Los investigadores realizaron dos fases del estudio: la Fase 1 tuvo lugar durante la temporada previa al monzón y se utilizaron transmisores de teléfonos celulares, que son menos costosos pero dependen de la cobertura celular. La Fase 2 tuvo lugar después de la temporada de los monzones y se utilizaron transmisores satelitales, que son más costosos pero también más confiables en términos de conectividad. Los investigadores pudieron modificar el diseño de la botella basándose en los aprendizajes de su estudio, por ejemplo, hacer que sean menos visibles en el agua para que no sean capturadas por el público. También se han realizado otros estudios que utilizan la tecnología Argos para estudiar la dispersión de plástico en el agua.

##### Corrientes oceánicas superficiales

Las corrientes oceánicas superficiales se deben a los vientos dominantes y se ven afectadas por la forma de las cuencas oceánicas y el fondo marino. Debido al movimiento giratorio de la Tierra y la desviación resultante de los vientos que crean fricción con la superficie del océano, las corrientes oceánicas en el hemisferio norte se mueven en el sentido de las agujas del reloj alrededor de las cuencas oceánicas, mientras que las corrientes en el hemisferio sur se mueven en sentido contrario a las agujas del reloj.



## Enlaces para aprender más

### Sobre la contaminación plástica

- Video de la historia del plástico: soluciones para el problema de los plásticos de un solo uso y la creación de una economía sin residuos (<https://www.youtube.com/watch?v=iO3SA4YyEYU>)
- Video de la vida de una botella de plástico: producción de plástico y cómo funciona el reciclaje del plástico (<https://www.youtube.com/watch?v=erGnf7ws20E>)
- Video "Lo que sucede con el plástico que tiras": video de TedED sobre el recorrido de tres botellas de plástico diferentes (<https://www.youtube.com/watch?v=6xINyWPpB8>)
- Charla sobre basura: impactos de la contaminación plástica (NOAA) (<https://marinedebris.noaa.gov/videos/trash-talk-impacts-marine-debris>)
- Plásticos en el océano (Infografía del Servicio Nacional Oceánico de la NOAA) (<https://oceanservice.noaa.gov/hazards/marinedebris/plastics-in-the-ocean.html#transcript>)
- Mapa de giros oceánicos (<https://oceanservice.noaa.gov/facts/gyre.html>)
- Contaminación por plásticos en los océanos (diversidad biológica) ([https://www.biologicaldiversity.org/campaigns/ocean\\_plastics/](https://www.biologicaldiversity.org/campaigns/ocean_plastics/))
- Explicación de la crisis mundial de contaminación plástica (National Geographic) (<https://www.nationalgeographic.com/environment/article/plastic-pollution?loggedin=true>)
- Océanos de plástico: recursos (<https://plasticoceans.org/plastic-pollution-info-resources/>)
- Plásticos en el océano: Estadísticas 2020-2021 (<https://www.condorferries.co.uk/plastic-in-the-ocean-statistics#:~:text=There%20is%20now%205.25%20trillion,their%20way%20into%20our%20oceans.>)

### Sobre la investigación científica

- Mensaje en una botella: tecnología de código abierto para rastrear el movimiento de la contaminación plástica (<https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0242459>)
- Figura 2 (Mensaje en una botella) (<https://journals.plos.org/plosone/article/figure?id=10.1371/journal.pone.0242459.g002>)
- Cómo funciona el sistema Argos (<https://www.argos-system.org/using-argos/how-argos-works/>)
- Argos: seguimiento de botellas de plástico desde los ríos hasta el océano (<https://www.argos-system.org/track-plastic-bottles/>)

La NOAA y el CNES han sido socios en el sistema de recopilación de datos de Argos desde 1978. Para la última contribución de la NOAA al sistema Argos, la NOAA se asoció con el CNES para alojar su instrumento Argos-4 a bordo de un satélite comercial. La NOAA está trabajando con la Fuerza Espacial de los Estados Unidos (USSF) para utilizar su contrato de soluciones de carga útil alojada y seleccionó a General Atomics y su satélite Orbital Ted Bed-3 para albergar el instrumento Argos-4.

Esta actividad se desarrolló en el Centro para la Educación Científica UCAR como un esfuerzo de divulgación del programa Argos conforme al premio NA21OAR4310383 de la Administración Nacional Oceánica y Atmosférica (NOAA), Departamento de Comercio de EE. UU. Las declaraciones, hallazgos, conclusiones y recomendaciones pertenecen al autor o autores y no reflejan necesariamente los puntos de vista de la NOAA o del Departamento de Comercio de EE. UU.



# Hoja de actividades para el estudiante

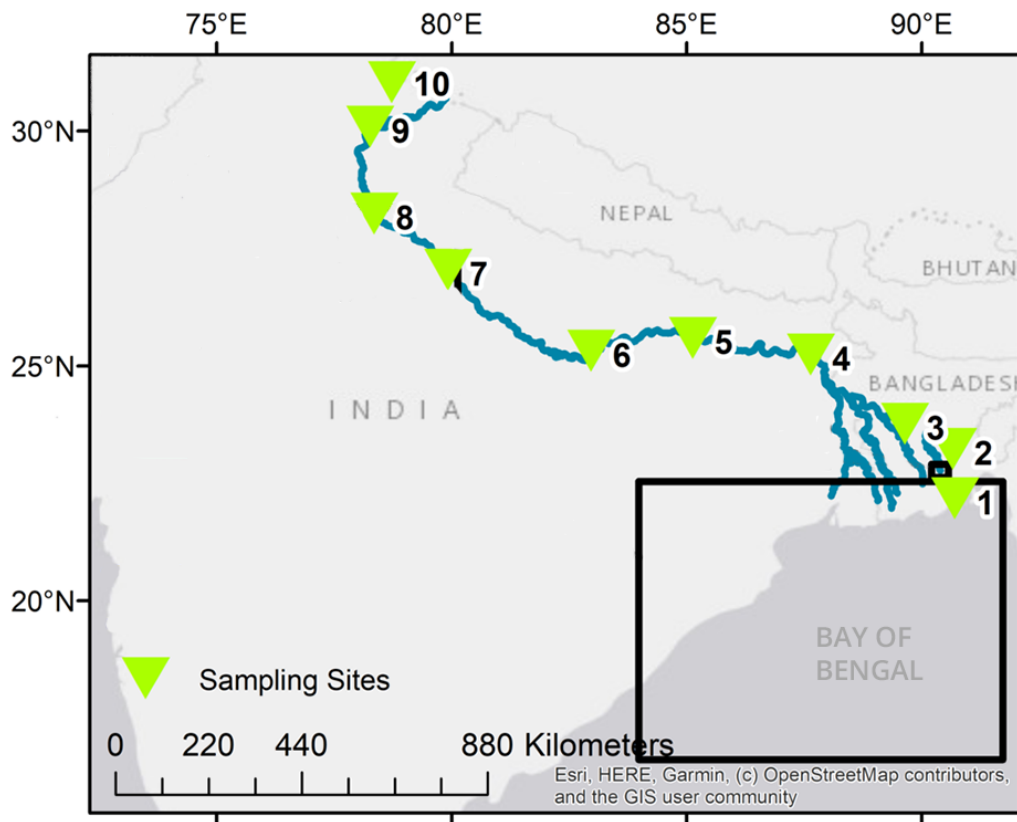
## El camino del plástico

### Una nueva forma de estudiar la contaminación plástica en el río Ganges

A medida que la población humana aumenta en todo el mundo, también lo hace la contaminación plástica. Un lugar donde los investigadores están estudiando esto es el río Ganges (que se muestra a continuación). Cientos de millones de personas viven en el área que rodea el río Ganges y los habitantes de India y Bangladés usan más plástico todos los años.

Las botellas de plástico son una forma muy común de contaminación plástica. Para obtener más información sobre lo que sucede con las botellas de plástico una vez que ingresan a las vías fluviales, los científicos diseñaron botellas especiales que pueden compartir su ubicación GPS a través de transmisores de radio. Las liberaron en diferentes lugares a lo largo del río Ganges y en el Golfo de Bengala y rastrear su movimiento mediante satélites.

El siguiente mapa muestra el área de estudio. Los triángulos indican diferentes puntos a lo largo del río donde se arrojaron 22 de estas botellas. También se lanzaron tres botellas directamente en el Golfo de Bengala.





## Datos sobre el mensaje en una botella

La tabla muestra los datos recolectados de las botellas que formaron parte del estudio. Revisa la tabla y luego responde las siguientes preguntas.

Información de seguimiento					
Identificación de la botella	Sitio de muestreo	Días	Distancia (km)	Índice (km/día)	Destino
A1	6	6	8.8	0.1	Tomadas por el público
A2	6	4	2.8	0.3	Tomadas por el público
A3	7	34	36.9	0.5	Desconocido
A4	7	1	0.8	N/A	No se pudo conectar
A5	7	31	110	0.7	Desconocido
A6	7	25	133.1	0	Desconocido
A7	8	51	610	5	Desconocido
A8	9	24	167	0.2	Tomadas por el público
A9	9	5	8.7	1.2	Desconocido
A10	10	N/A	N/A	N/A	No se pudo conectar
B1	Mar	25	780	20.6	Todavía transmitía
B2	Mar	94	2845	6.3	Desconocido
B3	Mar	6	10.2	1.3	Desconocido
B4	1	45	941	3	Desconocido
B5	1	1	28.6	N/A	Desconocido
B6	1	3	4.6	0.2	Desconocido
B7	1	93	31.7	0.2	Todavía transmitía
B8	2	1	45.1	N/A	Desconocido
B9	2	43	55.7	0.8	Desconocido
B10	2	21	54.6	2.3	Desconocido
B11	2 y 3	4	0.5	0.1	La botella ingresó al agua
B12	3	22	19.2	0.4	Desconocido
B13	3	1	0.3	N/A	Antena dañada
B14	3	N/A	N/A	N/A	Antena dañada
B15	3	N/A	N/A	N/A	Antena dañada



1. ¿Qué notaste? Escribe tres cosas que te parezcan interesantes sobre los datos de la botella.
2. ¿Qué te preguntas? Escribe dos preguntas que tengas después de estudiar los datos.
3. Encuentra las tres botellas que se rastrearon durante la mayor cantidad de días y enciérralas en un círculo en la columna 'Días' de tu tabla. ¿Qué podría explicar que estas botellas duren más que las otras?
4. Encuentra la botella que viajó más lejos y etiquétala en tu mesa. ¿Qué podría explicar por qué viajó tan lejos?
5. Encuentra las tres botellas que viajaron a la velocidad más rápida (km/día) y enciérralas en la columna 'Índice' de tu tabla. ¿Qué podría explicar por qué estas botellas viajaron más rápido que otras?
6. Describe un patrón que observes en los datos. Explica cómo la observación de este patrón podría ser útil para comprender la contaminación plástica en la cuenca del río Ganges.
7. Aunque muchas de las botellas se dañaron o se perdieron en el camino, ¿por qué es útil esta información para combatir el problema de la contaminación plástica en el océano?





# Ilustración del mensaje en una botella

## El camino del plástico

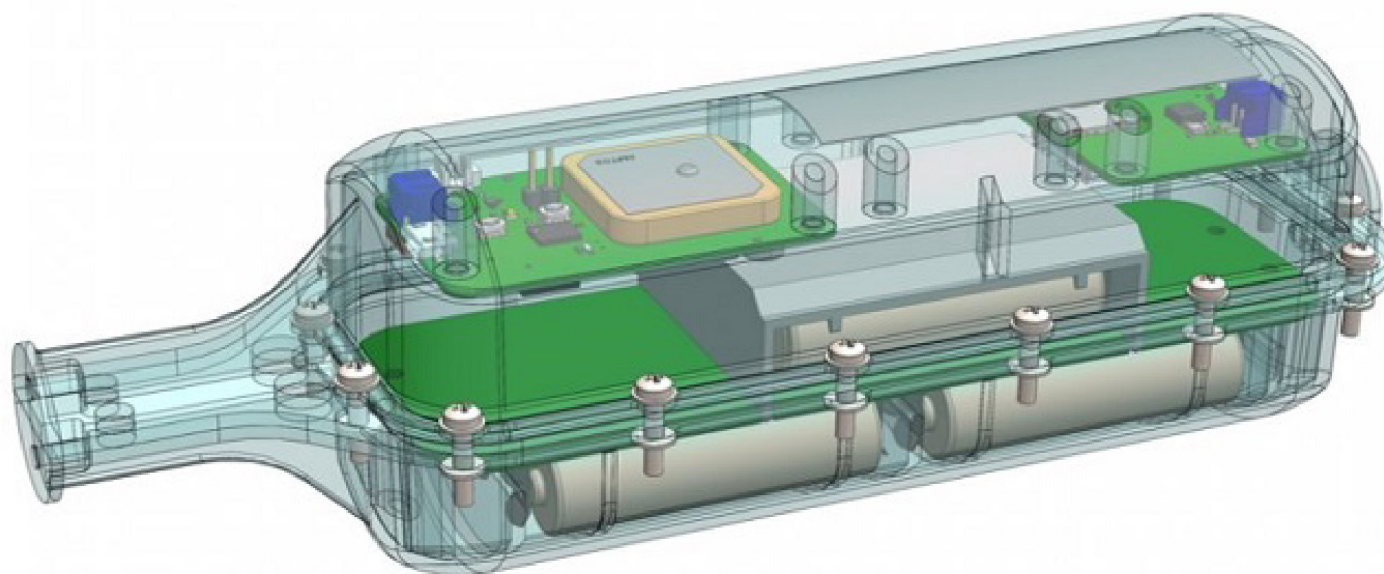


Imagen CAD de las botellas equipadas (Crédito: Arribada initiative)

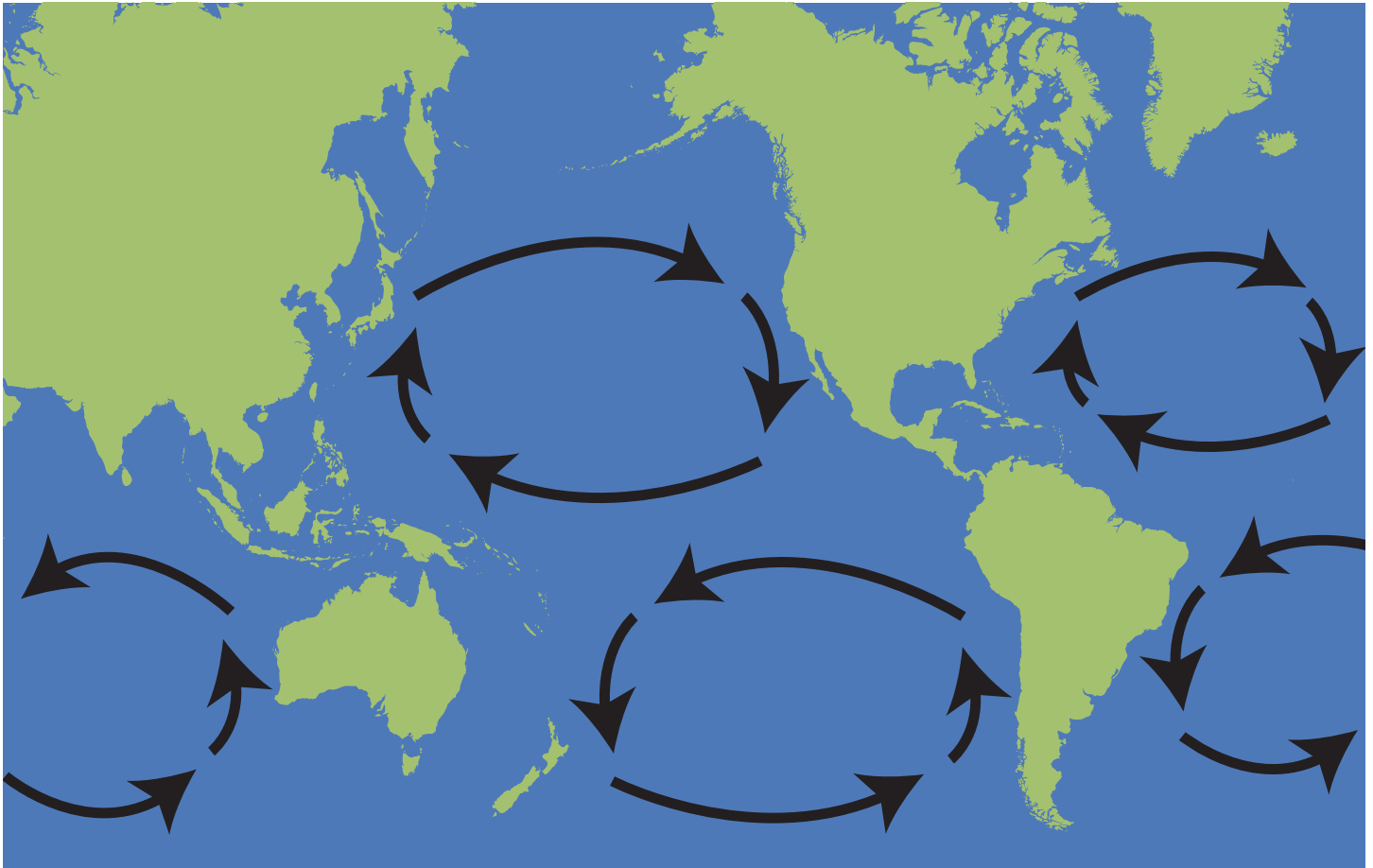


Botella lanzada al agua (Crédito: Heather Koldewey)



# Mapa de giros oceánicos

El camino del plástico



Crédito: Lisa Gardiner/UCAR