

Proporcionado por TryEngineering, [www.tryengineering.org](http://www.tryengineering.org)

## Enfoque de la lección

La lección se concentra en cómo los ingenieros usan diversas técnicas para proporcionar rápidamente soluciones ante los derrames de petróleo u otras amenazas a los recursos hídricos naturales. En el transcurso de esta lección, los estudiantes trabajan en equipos con el objeto de analizar un "derrame de petróleo" en la sala de clases para posteriormente diseñar, construir y probar un sistema que primero contenga y luego elimine el petróleo del agua. Los estudiantes seleccionan artículos cotidianos para construir sus sistemas de limpieza/contención de petróleo, evalúan la eficacia tanto de su solución como la de los demás equipos y finalmente presentan sus hallazgos a la clase.



## Sinopsis de la lección

Esta lección explora cómo los ingenieros medioambientales podrían encontrar una solución al problema de un derrame de petróleo. Los estudiantes trabajan en equipos de "ingenieros" para crear un sistema que permita contener y eliminar el petróleo generado por un "derrame" en la sala de clase. Los equipos deciden qué materiales usarán y cómo aislarán el petróleo del agua. Luego ejecutan su plan utilizando materiales cotidianos, evalúan sus propios resultados, observan los de los demás equipos "de ingeniería" de estudiantes y presentan sus hallazgos a la clase.

## Niveles de edad

8 a 18.

## Objetivos

- ◆ Aprender sobre la ingeniería medioambiental.
- ◆ Aprender sobre la química y la ingeniería química.
- ◆ Aprender sobre el diseño de ingeniería.
- ◆ Aprender sobre la planificación y la construcción.
- ◆ Aprender sobre el trabajo en equipo y en grupo.

## Resultados anticipados del aprendizaje

Como resultado de esta actividad, los estudiantes deben lograr la comprensión de:

- ✦ la ingeniería medioambiental
- ✦ la resolución de problemas
- ✦ el trabajo en equipo

### Soluciones para derrames de petróleo

Desarrollado por IEEE como parte de TryEngineering [www.tryengineering.org](http://www.tryengineering.org)

© 2018 IEEE - All rights reserved.

Use of this material signifies your agreement to the [IEEE Terms and Conditions](#).

---

## Actividades de la lección

Los estudiantes aprenden cómo los ingenieros medioambientales desarrollan equipamientos y procedimientos para contribuir a reducir el impacto ecológico que causan los derrames de petróleo accidentales. Los estudiantes trabajan en equipos para diseñar y construir, usando artículos de uso común, un sistema que permita eliminar el "petróleo" de una vía navegable en la sala de clases. Prueban su sistema, evalúan sus propios resultados y los de los demás estudiantes y presentan sus hallazgos a la clase.

---

## Información/materiales

- ◆ Documentos informativos para el maestro (adjuntos)
- ◆ Hojas de trabajo para el estudiante (adjuntas)
- ◆ Hojas de información para el estudiante (adjuntas)

---

## Concordancia con los programas de estudio

Consulte la hoja adjunta sobre la concordancia con los programas de estudio.

---

## Conexiones a Internet

- ◆ TryEngineering ([www.tryengineering.org](http://www.tryengineering.org))
- ◆ Oil Spill Recovery Institute (<http://www.pws-osri.org/>)
- ◆ NOAA's National Ocean Service Office of Response and Restoration (<http://response.restoration.noaa.gov/>)

---

## Lecturas complementarias

- ◆ The Oil Spill Recovery Institute: Past, Present, and Future Direction (Instituto de recuperación de derrames de petróleo: Pasado, presente y futuro) (ISBN: 0309085144)
- ◆ The Basics of Oil Spill Cleanup (Fundamentos de limpieza en derrames de petróleo) (ISBN: 1566705371)
- ◆ Oil Spills (Our Environment Series) (Derrames de petróleo [serie Nuestro Medioambiente]) (ISBN: 0737726296)

---

## Actividad opcional de redacción

- ◆ Escribe un ensayo o párrafo sobre cómo los sistemas desarrollados por los ingenieros antes de que ocurra un desastre natural (terremoto) o uno inducido por causas humanas (derrame de petróleo) pueden ayudar a agilizar la recuperación del medioambiente y de la sociedad.

## *Para los maestros: Concordancia con los programas de estudio*

Nota: Todos los planes de las lecciones de esta serie cumplen con las Normas nacionales de educación científica, formuladas por el Consejo Nacional de Investigación (National Research Council) y avaladas por la Asociación Nacional de Maestros de Ciencias (National Science Teachers Association) y, si corresponde, también con las Normas para la competencia tecnológica de la Asociación Internacional de Educación Tecnológica (International Technology Education Association) o los Principios y normas de las matemáticas escolares del Consejo Nacional de Maestros de Matemáticas (National Council of Teachers of Mathematics).

### ◆ Normas nacionales de educación científica, de K a 4° grado (de 4 a 9 años de edad)

#### **NORMA DE CONTENIDO A: La ciencia como indagación**

Como resultado de las actividades, todos los estudiantes deben desarrollar:

- ◆ Capacidades necesarias para realizar indagaciones científicas

#### **NORMA C SOBRE CONTENIDOS: Biología**

Como resultado de las actividades, todos los estudiantes deben lograr la comprensión de:

- ◆ Los organismos y entornos

#### **NORMA DE CONTENIDO D: Ciencias de la tierra y el espacio**

Como resultado de las actividades, todos los estudiantes deben lograr la comprensión de:

- ◆ Las propiedades de los materiales de la Tierra

#### **NORMA DE CONTENIDO E: Ciencia y tecnología**

Como resultado de las actividades, todos los estudiantes deben desarrollar:

- ◆ Capacidades de diseño tecnológico
- ◆ La comprensión de la ciencia y la tecnología

#### **NORMA DE CONTENIDO F: Ciencia en perspectivas personales y sociales**

Como resultado de las actividades, todos los estudiantes deben lograr la comprensión de:

- ◆ Los cambios en los entornos
- ◆ La ciencia y la tecnología en los desafíos locales

### ◆ Normas nacionales de educación científica, de 5° a 8° grado (de 10 a 14 años de edad)

#### **NORMA DE CONTENIDO A: La ciencia como indagación**

Como resultado de las actividades, todos los estudiantes deben desarrollar:

- ◆ Las capacidades necesarias para realizar indagaciones científicas

#### **NORMA DE CONTENIDO B: Física**

Como resultado de las actividades, todos los estudiantes deben lograr la comprensión de:

- ◆ Las propiedades y los cambios de las propiedades en la materia

**Para los maestros:**
**Concordancia con los programas de estudio (continuación)**
**NORMA C SOBRE CONTENIDOS: Biología**

Como resultado de las actividades, todos los estudiantes deben lograr la comprensión de:

- ◆ La estructura y la función en los sistemas vivientes
- ◆ Poblaciones y ecosistemas

**NORMA DE CONTENIDO E: Ciencia y tecnología**

Como resultado de las actividades en 5° a 8° grado, todos los estudiantes deben desarrollar:

- ◆ Capacidades de diseño tecnológico
- ◆ La comprensión de la ciencia y la tecnología

**NORMA DE CONTENIDO F: Ciencia en perspectivas personales y sociales**

Como resultado de las actividades, todos los estudiantes deben lograr la comprensión de:

- ◆ Poblaciones, recursos y medio ambientes
- ◆ Riesgos y beneficios
- ◆ La ciencia y la tecnología en la sociedad

**◆ Normas nacionales de educación científica, de 9° a 12° grado (de 14 a 18 años de edad)**
**NORMA DE CONTENIDO A: La ciencia como indagación**

Como resultado de las actividades, todos los estudiantes deben desarrollar:

- ◆ Capacidades necesarias para realizar indagaciones científicas
- ◆ La comprensión de la indagación científica

**NORMA C SOBRE CONTENIDOS: Biología**

Como resultado de las actividades, todos los estudiantes deben lograr la comprensión de:

- ◆ La materia, la energía y la organización en los sistemas vivientes
- ◆ El comportamiento de los organismos

**NORMA DE CONTENIDO E: Ciencia y tecnología**

Como resultado de las actividades, todos los estudiantes deben desarrollar:

- ◆ Capacidades de diseño tecnológico
- ◆ La comprensión de la ciencia y la tecnología

**NORMA DE CONTENIDO F: Ciencia en perspectivas personales y sociales**

Como resultado de las actividades, todos los estudiantes deben lograr la comprensión de:

- ◆ La calidad medioambiental
- ◆ Los riesgos naturales e inducidos por el ser humano
- ◆ La ciencia y la tecnología en los desafíos locales, nacionales y mundiales

**NORMA DE CONTENIDO G: Historia y naturaleza de la ciencia**

Como resultado de las actividades, todos los estudiantes deben lograr la comprensión de:

- ◆ La ciencia como cometido humano

**Soluciones para derrames de petróleo**

***Para los maestros:  
Concordancia con los programas de estudio  
(continuación)***

**◆ Normas para la competencia tecnológica, todas las edades**

**La naturaleza de la tecnología**

- ◆ Norma 1: Los estudiantes desarrollarán la comprensión de las características y el alcance de la tecnología.

**Tecnología y sociedad**

- ◆ Norma 5: Los estudiantes desarrollarán la comprensión de los efectos de la tecnología en el medio ambiente.
- ◆ Norma 6: Los estudiantes desarrollarán la comprensión del rol de la sociedad en el desarrollo y uso de la tecnología.

**Diseño**

- ◆ Norma 9: Los estudiantes desarrollarán la comprensión del diseño de ingeniería.
- ◆ Norma 10: Los estudiantes desarrollarán la comprensión del rol del diagnóstico de fallas, la investigación y el desarrollo, los inventos y las innovaciones y la experimentación a la hora de solucionar problemas.

**Capacidades para un mundo tecnológico**

- ◆ Norma 11: Los estudiantes desarrollarán capacidades para aplicar el proceso de diseño.

**El mundo diseñado**

- ◆ Norma 15: Los estudiantes desarrollarán la comprensión de las biotecnologías agrícolas y otras afines y podrán seleccionarlas y usarlas.

## Para los maestros:

### Documento informativo para el maestro

#### ◆ Meta de la lección

La lección se concentra en cómo los ingenieros usan diversas técnicas para proporcionar rápidamente soluciones ante los derrames de petróleo u otras amenazas a los recursos hídricos naturales. En el transcurso de esta lección, los estudiantes trabajan en equipos con el objeto de analizar un “derrame de petróleo” en la sala de clases para posteriormente diseñar, construir y probar un sistema que primero contenga y luego elimine el petróleo del agua. Los estudiantes seleccionan artículos cotidianos para construir sus sistemas de limpieza/contención de petróleo, evalúan la eficacia tanto de su solución como la de los demás equipos y finalmente presentan sus hallazgos a la clase.

#### ◆ Objetivos de la lección

- ◆ Aprender sobre la ingeniería medioambiental.
- ◆ Aprender sobre la química y la ingeniería química.
- ◆ Aprender sobre el diseño de ingeniería.
- ◆ Aprender sobre la planificación y la construcción.
- ◆ Aprender sobre el trabajo en equipo y en grupo.



#### ◆ Materiales

- ◆ Hoja de información para el estudiante
- ◆ Hojas de trabajo para el estudiante
- ◆ Materiales para la sala de clases
  - Recipiente con agua o fregadero para realizar pruebas y “petróleo” (use ½ taza de aceite vegetal mezclado con cacao en polvo para darle una apariencia de petróleo real)
- ◆ Un juego de materiales para cada grupo de estudiantes:
  - Banditas elásticas, toallas de papel, cordel, mondadientes, bolitas de algodón, envoltura plástica, palitos de helado, cereal de trigo molido, globos, arroz cocido, musgo esfagnáceo de jardín, pasto, corcho, tubo de succión/succionador de cocina, cuchara y otros materiales.

#### ◆ Procedimientos

1. Muestre a los estudiantes las diversas hojas de referencia para el estudiante. Se pueden leer en clase, o bien, se pueden entregar como material de lectura de tarea para la noche anterior.
2. Divida a los estudiantes en grupos de 2 ó 3 y entréguele un juego de materiales a cada equipo.
3. Explique a los estudiantes que deben trabajar en equipo para diseñar un sistema que permita limpiar el entorno tras un derrame de petróleo. El derrame controlado consistirá en ½ taza de aceite vegetal que se verterá en un recipiente con agua, como por ejemplo una artesa, un cubo grande o un fregadero.

**Para los maestros:**

**Documento informativo para el maestro (continuación)**

4. Los estudiantes se reúnen y formulan un plan de dos etapas para primero contener el petróleo y luego eliminarlo. Pueden elegir entre una amplia gama de artículos cotidianos para usar como herramientas. Los equipos estudiantiles deberán describir su plan por escrito (incluyendo un dibujo) y luego presentarlo ante la clase. Los estudiantes podrán modificar sus planes tras recibir comentarios durante la etapa de presentación.
5. Posteriormente los grupos de estudiantes ejecutan sus sistemas de limpieza paso a paso según lo descrito en el plan.
6. Los sistemas de limpieza de los estudiantes se calificarán usando la escala que aparece a continuación, la cual indica qué tan "limpia" queda el agua tras aplicar el procedimiento de depuración:

El agua está completamente libre de cualquier signo de petróleo	Cerca de un cuarto del petróleo permanece en el agua	Cerca de la mitad del petróleo permanece en el agua	Cerca de tres cuartos del petróleo permanece en el agua	No hubo cambios. El agua contiene la misma cantidad de petróleo que al inicio del desafío
0	1	2	3	4

7. Posteriormente, los equipos completan una hoja de trabajo de evaluación/reflexión y presentan sus hallazgos a la clase.

**◆ Tiempo necesario**

De dos a tres sesiones de 45 minutos

**◆ Consejos**

- Cerciórese de enfatizar que el agua "limpia" que se utilizará, sin importar qué tan limpia luzca, no es potable.
- Puede que los equipos requieran materiales adicionales que le solicitarán al maestro. También se les puede instar a que los intercambien con los demás grupos.

**◆ Ideas para extensión**

- Considere establecer un presupuesto para el proyecto, asignar un costo a cada material y solicitar a los equipos que "compren" materiales al maestro a fin de crear sus sistemas de filtración.
- Considere cronometrar el desafío, valorando la velocidad de la limpieza como parte de la eficacia del diseño.
- Haga una demostración del mismo derrame de petróleo agregando varias gotas de detergente al aceite. Pida a los estudiantes que observen lo que sucede y que escriban un ensayo describiendo por qué creen que se dispersó el petróleo. Desafíelos a que contemplen si agregar detergente es una solución viable en un auténtico derrame de petróleo. La razón por la que el detergente para loza

---

***Para los maestros:******Documento informativo para el maestro (continuación)***

es tan eficaz se debe a que este producto emulsiona y reacciona químicamente con el aceite para hidrolizarlo. A este procedimiento se le denomina reacción de "saponificación". El jabón o detergente reaccionará químicamente con el aceite para hacerlo soluble en el agua y emulsificarlo, o bien, descomponerlo en gotas más pequeñas de manera que pueda limpiarse más fácilmente.

### **Hoja de información para el estudiante:** **¿En qué consiste un derrame de petróleo?**

Un derrame de petróleo es una emanación accidental de hidrocarburo de petróleo líquido. Generalmente se usa este término para referirse a la emanación de hidrocarburos en el agua, aunque obviamente un derrame de petróleo también puede producirse en tierra firme. Si bien los derrames ocurren rápidamente, como cuando se hunde un barco o se produce una fuga en un oleoducto, la etapa de limpieza suele ser un proyecto de largo plazo. Y mientras más tiempo permanezca el petróleo en el agua, mayor será el efecto ecológico.



#### **◆ Impacto en el medio ambiente**

Las aves están entre las criaturas afectadas por los derrames de petróleo. El petróleo puede penetrar en su plumaje y disminuir su funcionalidad. El plumaje sirve de aislante, por lo cual las aves empapadas con petróleo se verán expuestas a temperaturas a las cuales no están acostumbradas. El petróleo también dificulta que las aves puedan mantenerse a flote o volar, lo que las hace más vulnerables a animales de presa o les impide ir a buscar comida o agua. Cuando tratan de limpiarse, las aves suelen ingerir parte del petróleo, lo cual puede dañar sus órganos internos. La mayoría de las aves expuestas a derrames de petróleo mueren, a menos de que intervengan personas para ayudar a limpiarlas. Existen muchas organizaciones que trabajan para salvar a estos animales. Existe mayor información en "Oiled Wildlife Care Network" (Red de Cuidado a la Fauna Expuesta a Petróleo) en la Universidad de California, Davis ([www.vetmed.ucdavis.edu/owcn](http://www.vetmed.ucdavis.edu/owcn)) o en el Centro de Internacional de Investigaciones para el Rescate de Aves ([www.ibrrc.org](http://www.ibrrc.org)). Las aves no son las únicas criaturas afectadas por los derrames de petróleo. Los mamíferos marinos, como las focas y las nutrias, también utilizan su piel como aislante. A medida que el petróleo penetra en su pelaje, se ven potencialmente expuestos a temperaturas que exceden el margen normal que suelen resistir. Es fundamental actuar rápidamente cuando se produce un derrame de petróleo, a fin de disminuir el efecto en el entorno natural. Generalmente se recurre a los ingenieros medioambientales para que proporcionen soluciones planificadas antes de que ocurra un derrame o para personalizar los sistemas según un evento específico.

---

**Hoja de información para el estudiante:**  
**¿En qué consiste un derrame de petróleo?**  
**(continuación)**

◆ **Equilibrios de ingeniería**

A fin de disminuir las posibilidades de un derrame de petróleo, los ingenieros han creado nuevos diseños de embarcaciones con cascos dobles e incluso triples. El petróleo se almacena en el casco más interior, de manera que quede atrapado en el siguiente casco exterior si se produce una fuga. Desde luego, la construcción y operación de estas embarcaciones de multicasco implica un mayor costo, por lo que las empresas deben sopesar las ventajas y desventajas de diversos diseños navales al concebir un plan que cumpla los requisitos de seguridad, pero que a la vez no aumente el costo de fletar la carga por sobre lo que pueda tolerar el mercado.

◆ **Métodos de limpieza**

Existen muchos métodos de limpieza que se utilizan en los derrames, incluyendo:

- Biorremediación: mediante microorganismos o agentes biológicos para descomponer o eliminar el petróleo
- Dragado: algunos tipos de petróleo son más densos que el agua, por lo cual se hunden. Ello requiere que la limpieza se efectúe debajo de la superficie del agua contaminada.
- Separación: puede ser eficaz en zonas donde el agua sea quieta.
- Dispersión: ciertos materiales, como algunos detergentes, pueden descomponer el petróleo en aglomeraciones más pequeñas, que se pueden eliminar con mayor facilidad que las más grandes. Sin embargo, los detergentes pueden penetrar mucho más profundamente en el agua que el petróleo, por lo cual, si bien reducen el daño en la superficie, pueden perjudicar las profundidades.
- Combustión: la quema controlada suele eliminar una gran proporción del petróleo en el agua, pero evidentemente requiere sumo cuidado para impedir la propagación del fuego. Además, este tipo de combustión puede provocar contaminación atmosférica.

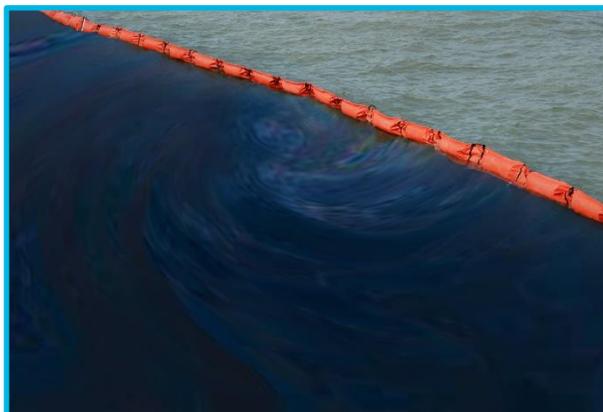




**Hoja de trabajo para el estudiante (continuación):**

◆ Fase de preparación

Reúne todos los materiales que pienses usar y considera cómo los utilizarás y qué pasos podrías necesitar adoptar. Puede que te convenga solicitar materiales adicionales durante esta etapa a medida que consideres cuánto petróleo tienes que limpiar.



◆ Fase de prueba

Cada equipo tendrá la posibilidad de probar sus sistemas de contención y limpieza en un "derrame de petróleo" similar. Cerciórate de observar todos los métodos y los diferentes enfoques que hayan diseñado tus compañeros de clase. Observa qué procedimientos funcionaron mejor; puede que ciertas partes de un procedimiento hayan funcionado mejor que otras. Cada sistema se calificará usando la escala que aparece a continuación para determinar el nivel de logro.

El agua está completamente libre de cualquier signo de petróleo	Cerca de un cuarto del petróleo permanece en el agua	Cerca de la mitad del petróleo permanece en el agua	Cerca de tres cuartos del petróleo permanece en el agua	No hubo cambios. El agua contiene la misma cantidad de petróleo que al inicio del desafío
0	1	2	3	4

◆ Fase de evaluación

Evalúa los resultados de tu equipo, completa la hoja de trabajo de evaluación y presenta tus hallazgos a la clase.

---

***Hoja de evaluación para el estudiante***

1. ¿Lograste eliminar todo el petróleo en el derrame? ¿Qué calificación obtuvo tu equipo?
  
2. Si tu sistema falló, ¿qué crees que resultó mal?
  
3. Describe un sistema diseñado por otro equipo que creas haya funcionado bien. ¿Qué hizo diferente tu equipo?
  
4. ¿Qué diferencias hubo entre tus decisiones de equilibrio de ingeniería con respecto a las del otro equipo? ¿Qué metas o prioridades prevalecieron en tu sistema?
  
5. ¿Decidiste modificar tu plan en pleno proceso de contención o limpieza? ¿Por qué? ¿De qué manera?
  
6. ¿Por qué un equipo de ingenieros medioambientales cambia su enfoque planificado en la limpieza de un derrame de petróleo una vez que acude al sitio de la catástrofe? ¿Piensas que es común que los profesionales cambien sus planes en el transcurso del trabajo?

---

***Hoja de evaluación para el estudiante (continuación):***

7. Si tuvieras que hacerlo todo de nuevo, ¿qué mejoras habría incorporado tu equipo en el sistema de contención? ¿Por qué?

8. Si tuvieras que hacerlo todo de nuevo, ¿qué mejoras habría incorporado tu equipo en el sistema de limpieza? ¿Por qué?

9. ¿Crees que las experiencias previas con derrames de petróleo harían que un equipo de ingenieros pudiera enfrentar mejor un posterior derrame imprevisto?

10. Ahora que has aprendido el equilibrio que deben considerar los ingenieros en un producto o sistema, si tuvieras que diseñar un nuevo sistema de transporte petrolero, ¿qué consideraciones tendrías que sopesar en tu nuevo diseño? (Considera los costos, los aspectos medioambientales, la salud pública, la velocidad del transporte).

11. ¿Qué otros materiales crees que habrían contribuido a agilizar tu sistema de contención o limpieza?