

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

### Enfoque de la lección

Esta lección se concentra en los dispositivos que se usan para detectar la contaminación del aire. Los equipos estudiantiles construyen detectores de contaminación del aire utilizando materiales cotidianos. Posteriormente prueban sus dispositivos para constatar cuántas partículas contaminantes pueden capturar.



### Sinopsis de la lección

La lección "Patrulla anticontaminación" explora cómo los ingenieros diseñan dispositivos que puedan detectar la presencia de contaminantes en el aire. Los estudiantes trabajan en equipos de "ingenieros" para diseñar y construir sus propios detectores de contaminación del aire utilizando artículos cotidianos. Posteriormente prueban sus dispositivos y evalúan sus resultados y los presentan a la clase.

### Niveles de edad

8 a 18.

### Objetivos

Los estudiantes deberán:

- ◆ Diseñar y construir un detector exterior de contaminación del aire
- ◆ Probar y perfeccionar sus diseños
- ◆ Dar a conocer sus resultados y procedimientos de diseño

### Resultados anticipados del aprendizaje

Como resultado de esta lección, los estudiantes:

- ◆ Diseñarán y construirán un detector exterior de contaminación del aire
- ◆ Probarán y perfeccionarán sus diseños
- ◆ Darán a conocer sus resultados y procedimientos de diseño

### Actividades de la lección

En esta lección, los estudiantes trabajan en equipos de "ingenieros" para diseñar y construir sus propios detectores de contaminación del aire utilizando artículos cotidianos. Posteriormente prueban sus dispositivos y evalúan sus resultados y los presentan 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)

### Patrulla anticontaminación

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](#).

---

## **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))
- ◆ Particulate Matter (<https://www.epa.gov/pm-pollution>)
- ◆ WHO Air Quality Guidelines ( <http://www.who.int/airpollution/en/>)

---

## **Lecturas recomendadas**

- ◆ Air Pollution (Contaminación del aire) (ISBN: 9780761432203)
- ◆ Air Pollution: Measurement, Modelling and Mitigation (Contaminación del aire: Medición, modelaje y mitigación) (ISBN: 978-0415479325)

---

## **Actividad opcional de redacción**

- ◆ Escribe una carta a un político de tu localidad indicándole qué medidas pueden reducir la contaminación en tu comunidad.



### **Patrulla anticontaminación**

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](#).

Página 2 de 12

## Para los maestros:

### Documentos informativos para el maestro

#### ◆ Meta de la lección

Esta lección tiene por objetivo que los estudiantes diseñen y construyan un detector exterior de contaminación del aire utilizando materiales cotidianos.

#### ◆ Objetivos de la lección

Los estudiantes deberán:

- ◆ Diseñar y construir un detector exterior de contaminación del aire
- ◆ Probar y perfeccionar sus diseños
- ◆ Dar a conocer sus resultados y procedimientos de diseño

#### ◆ Materiales

- ◆ Papel lustre, cartón, envoltura plástica, papel encerado, tela, fieltro, filtros de café, fichas, platos de plástico, tazas desechables, tijeras, cinta adhesiva de doble cara, vaselina, jarabe de maíz Karo, colgadores, cordel, reglas, lupas, papel cuadriculado
- ◆ Microscopios o cámara digital si los hay disponibles (opcional)

#### ◆ Procedimiento

1. Para comenzar, pídale a los estudiantes que indiquen algunas fuentes de contaminación del aire, cómo creen que pueden medirlas y cómo afectan a la sociedad. Señale que los ingenieros diseñan instrumentos capaces de detectar la presencia de diferentes tipos de contaminantes en el aire.
2. 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.
3. Divida a los estudiantes en grupos de 2 ó 3 y entréguele un juego de materiales a cada equipo.
4. Explique que cada equipo debe diseñar un dispositivo específico para detectar la contaminación del aire. Debe poseer un área de recolección plana que mida al menos 5 cm x 5 cm. El detector debe brindar cierta protección contra las inclemencias y ser capaz de afianzarse.
5. Posteriormente los estudiantes se reúnen y formulan un plan para construir su dispositivo. Acuerdan los materiales que necesitarán y redactan o bosquejan su plan y luego lo presentan ante la clase.
6. Luego los grupos de estudiantes ejecutan sus planes. Puede que necesiten reformular su plan, solicitar otros materiales, intercambiar artículos con otros equipos o empezar de nuevo.
7. Cada equipo debe colocar su detector en un lugar diferente de la escuela (en una zona cercana a los autobuses escolares, en el estacionamiento, en un campo de juego, etc.).
8. Después de 72 horas, los estudiantes pueden examinar el material particulado recolectado con sus dispositivos utilizando lupas (o microscopios/cámaras digitales, si es factible).

9. Los estudiantes deben anotar y describir todos los tipos de diferentes partículas que vean (polvo, polen, tierra etc.) en términos de tamaño, color, forma y textura.
10. Posteriormente deben crear una cuadrícula compuesta por zonas de 1 cm cuadrado en el área de recolección del dispositivo, delineándola con cordel y sujetándola con cinta. Luego deben contabilizar el número de partículas en cinco cuadrados al azar y calcular un promedio. Después los estudiantes pueden comparar y graficar los hallazgos de las diversas localidades sondeadas por la clase.
11. A continuación pueden confeccionar una escala para clasificar la calidad/contaminación del aire en las diferentes localidades sondeadas en la escuela. Posteriormente los equipos completan una hoja de trabajo de evaluación/reflexión, y presentan sus hallazgos a la clase.
12. Este proyecto puede extenderse durante el año escolar para efectuar análisis de datos adicionales.

◆ **Tiempo necesario**

- ◆ De 2 a 3 períodos de clase de 45 minutos.

**Patrulla anticontaminación**

## Hoja de información para el estudiante: Contaminación del aire

### ◆ Contaminación del aire

El aire es indispensable para la vida. El aire que nos rodea está compuesto principalmente por dos elementos, nitrógeno y oxígeno. Hablamos de contaminación cuando otras sustancias tales como agentes químicos, materiales naturales o partículas ingresan al aire. La contaminación atmosférica puede producirse en interiores o exteriores y ser inducida por causas naturales o artificiales. La contaminación del aire afecta de muchas formas a las personas, los animales y el medio ambiente.



Puede originarse debido a diversos tipos de actividades humanas. Cuando los contaminantes provenientes de las emisiones de chimeneas industriales y vehículos se expulsan al aire, se producen reacciones químicas en la atmósfera que pueden generar numerosos problemas. Se produce "smog" cuando los contaminantes en el aire se mezclan con ozono, causando condiciones atmosféricas brumosas y problemas respiratorios en las personas. Suele producirse "smog" en las grandes ciudades o en las zonas industriales. Londres, Los Ángeles, Ciudad de México y el Sudeste de Asia tienen graves problemas de contaminación ("smog"). Se produce lluvia ácida cuando ciertos agentes contaminantes tales como el ácido sulfúrico se mezclan con agua en el aire, haciendo que la lluvia y la nieve se tornen demasiado ácidas. Esta acidez es absolutamente nociva para el medio ambiente y como resultado extermina plantas, árboles, peces y animales. Cuando los combustibles se consumen para generar energía en automóviles, fábricas, chimeneas y asados a la parrilla, se liberan pequeñas partículas en el aire. Estas partículas constituyen lo que conocemos como contaminación por material particulado.

### ◆ Material particulado

La contaminación producida por partículas, también conocida como material particulado, consiste en una mezcla de diminutas partículas y pequeñas gotas de líquido en el aire. El material particulado puede incluir ya sea partículas gruesas o finas. El diámetro de las partículas gruesas es superior a 2,5 micrones, pero inferior a 10 micrones (un cabello humano tiene un diámetro aproximado de 70 micrones). Estas partículas pueden incluir humo, polvo, tierra, moho y polen. Las partículas finas tienen menos de 2,5 micrones de diámetro y pueden incluir compuestos tóxicos y metales pesados.

La contaminación por partículas, especialmente la concerniente a partículas finas, es sumamente nociva para los seres humanos cuando la inhalan. El material particulado altera los ecosistemas. Además, las partículas en el aire producen condiciones atmosféricas brumosas. La cantidad de material particulado en el aire varía dependiendo de la época del año y el clima. Por ejemplo, puede ser más alta en invierno debido a un mayor uso de chimeneas y cocinas a leña.

La contaminación por partículas también se clasifica según su fuente. Las partículas primarias pueden atribuirse directamente a sus fuentes, tales como chimeneas industriales, vehículos detenidos con el motor en marcha o centrales eléctricas. Las partículas secundarias, en cambio, se forman mediante reacciones en la atmósfera y por consiguiente es mucho más difícil determinar su origen.

### Patrulla anticontaminación

## **Hoja de información para el estudiante (continuación):**

### ◆ **Contadores y tomamuestras de material particulado**

Estos tomamuestras recolectan material particulado para determinar su concentración en el aire, de manera que las partículas puedan examinarse posteriormente en un laboratorio. Un tipo de tomamuestras de material particulado extrae aire mediante un filtro conectado a un tubo de cristal. Se toma el peso del filtro antes de realizar el muestreo. Una vez que el filtro ha recolectado algunas partículas, se vuelve a pesar nuevamente. La cantidad de material particulado se calcula usando el peso del material recolectado por el filtro y la cantidad de aire muestreada. Otro tipo de tomamuestras recolecta el material particulado en un carrete de cinta filtrante, el cual se pesa antes y después del muestreo.

Los instrumentos conocidos como contadores de partículas detectan y contabilizan el número de partículas en el aire. Los contadores de partículas de aerosol contabilizan el número de partículas en el aire y miden su tamaño. Los contadores de partículas por bloqueo de luz detectan la cantidad de partículas en el aire al pasar luz a través de una muestra de aire y medir cuánta luz bloquean las partículas. Es posible usar este método para examinar partículas superiores a 1 micrómetro. Las partículas más diminutas (mayores a 0,05 micrómetros) pueden detectarse usando el método de dispersión de luz, que mide cuánta luz esparcen las partículas en una muestra de aire. También es posible utilizar rayos láser para iluminar una muestra de aire de manera que sea posible captar las siluetas del material particulado mediante una cámara digital para luego ampliarlo y examinarlo.

### ◆ **Calificación de la calidad del aire**

La Organización Mundial de la Salud ha establecido pautas de la calidad del aire basándose en los efectos negativos a la salud de la contaminación en las personas. Muchos países han establecido escalas que califican la calidad del aire en una zona específica en un momento dado. Estas escalas califican la calidad atmosférica basándose en la concentración de contaminantes en el aire, pero varían según la localidad y el tipo de contaminante que desean medir. A pesar de la evidencia de los efectos negativos a la salud que produce la contaminación atmosférica, muchos países aún no supervisan ni califican la calidad del aire.

En México, el Sistema de Monitoreo Atmosférico de la Ciudad de México (SIMAT) utiliza un sistema de calificación denominado Índice Metropolitano de la Calidad del Aire (IMECA) para medir las concentraciones de contaminantes incluidos el material particulado fino, el monóxido de carbono, el dióxido de sulfuro, el dióxido de nitrógeno y el ozono. Se utiliza una escala de calificación de 200 puntos compuesta por cinco categorías que van de "buena" a "extremadamente mala" para evaluar y describir las condiciones de calidad del aire. En Estados Unidos, la Agencia de Protección Ambiental (EPA) utiliza el índice de calidad del aire (Air Quality Index) para examinar las concentraciones de estos mismos contaminantes y asigna una calificación en una escala de 0 a 500, la cual incluye seis categorías que describen la calidad del aire desde un nivel bueno ("Good") a uno peligroso ("Hazardous"). El Departamento de Protección Medioambiental de Hong Kong también califica la contaminación atmosférica mediante una escala de 500 puntos que incluye cinco categorías que van de niveles bajos a graves según las concentraciones de contaminantes en el aire. En marzo de 2010, la contaminación atmosférica de Hong Kong marcó niveles históricos (isobre 500!) después de que se produjera una gran tormenta de arena en el sur de China.

### **Patrulla anticontaminación**





**Hoja de trabajo para el estudiante:**

◆ Formas parte de un equipo de ingenieros a quienes se les ha planteado el desafío de diseñar un dispositivo que pueda detectar la presencia de partículas contaminantes en el exterior de la escuela. El detector debe poseer un área de recolección plana que mida al menos 5 cm x 5 cm, brindar cierta protección contra las inclemencias y ser capaz de afianzarse (de manera que el viento no lo arrastre).



◆ Etapa de planificación  
Reúnete como equipo y plantea el problema que necesitan resolver. Luego debes desarrollar y acordar un diseño para el detector de contaminación del aire. Necesitarás determinar los materiales que desees usar.

Dibuja tu diseño en el siguiente cuadro y cerciórate de incluir la descripción y cantidad de piezas que desees usar. Presenta tu diseño a la clase.

Puede que te convenga afinar el plan de tu equipo tras recibir los comentarios y sugerencias de la clase.

Diseño:

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

### ◆ Fase de construcción

Construye tu detector de contaminación del aire. Durante la construcción puedes decidir que necesitas materiales adicionales o querer hacer modificaciones en tu diseño. No hay problema; simplemente haz un nuevo bosquejo y modifica tu lista de materiales.

### ◆ Fase de prueba

Cada equipo debe probar su detector colocándolo en un lugar diferente en los alrededores de la escuela. Después de 72 horas, revisa si tu probador recolectó alguna partícula. Usa una lupa, un microscopio o una cámara digital para examinar las partículas recolectadas. Debes documentar todos los tipos de diferentes partículas que veas (polvo, polen, tierra etc.) así como también su tamaño, color, forma y textura.

Usa un cordel para crear una cuadrícula con cuadrados de 1 cm en el área de recolección del dispositivo y sujétala con cinta. Contabiliza el número de partículas en cinco cuadrados al azar. Si son demasiadas partículas como para contarlas, haz una estimación. Calcula el número promedio de partículas por cuadrado. Compara y grafica los hallazgos de las diversas localidades probadas en la clase. Confecciona una escala para clasificar la calidad/contaminación del aire en las diferentes localidades probadas alrededor de la escuela.

### ◆ Fase de evaluación

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

Utiliza esta hoja de trabajo para evaluar los resultados de tu equipo en la lección "Patrulla anticontaminación":

1. ¿Creaste exitosamente un detector de contaminación del aire que pudiera identificar la presencia de partículas en el aire? De no ser así, ¿por qué no?
  
2. ¿Decidiste modificar tu diseño original o solicitaste materiales adicionales durante la fase de construcción? ¿Por qué?
  
3. ¿Tuviste que intercambiar algún material con otros equipos?  
¿Cómo funcionó ese proceso para ti?

### Patrulla anticontaminación



---

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

4. Si hubieses podido acceder a materiales diferentes a los que usaste, ¿cuáles habría solicitado tu equipo? ¿Por qué?
  
5. ¿Crees que los ingenieros tienen que adaptar sus planes originales durante la construcción de sistemas o productos? ¿Por qué?
  
6. Si tuvieras que hacerlo todo de nuevo, ¿cómo cambiaría tu diseño original? ¿Por qué?
  
7. ¿Qué diseños/métodos constataste que intentaron los demás equipos que en tu opinión dieron buenos resultados?
  
8. ¿Crees que hubieras podido completar este proyecto más fácilmente si hubieses trabajado solo? Explica...
  
9. ¿Qué tipo de partículas contaminantes encontraste en mayor cantidad? ¿A qué crees que se debe?
  
10. ¿Qué medidas crees que pueden adoptarse para reducir la contaminación por partículas en tu escuela?

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

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

- ◆ Los cambios en la tierra y en el cielo

#### **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 salud personal
- ◆ 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 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 salud personal
- ◆ Las poblaciones, los recursos y los medio ambientes
- ◆ La ciencia y la tecnología en la sociedad

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

### ◆ Normas nacionales de educación científica, de 9º a 12º 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:

- ◆ Las capacidades necesarias para realizar indagaciones científicas

#### **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, los estudiantes deben lograr la comprensión de:

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

### ◆ Principios y normas para las matemáticas escolares

#### **Norma de números y operaciones:**

- Los programas de instrucción desde prekindergarten hasta 12º grado deben permitir que todos los estudiantes:
  - ◆ Calculen con fluidez y realicen estimados razonables

#### **Norma de medición**

- Los programas de instrucción desde prekindergarten hasta 12º grado deben permitir que todos los estudiantes:
  - ◆ Apliquen técnicas, herramientas y fórmulas correctas para determinar mediciones

#### **Normas sobre el análisis de datos y la probabilidad**

- Los programas de instrucción desde prekindergarten hasta 12º grado deben permitir que todos los estudiantes:
  - ◆ Formulen preguntas que se puedan abordar con datos y recopilar, organizar y mostrar los datos pertinentes para responderlas
  - ◆ Seleccionen y usen métodos estadísticos adecuados para analizar datos
  - ◆ Desarrollen y evalúen inferencias y predicciones que se basen en datos

#### **Norma de procesos (representación)**

- **Los programas de instrucción desde prekindergarten hasta 12º grado deben permitir que todos los estudiantes:**
  - ◆ Creen y usen representaciones para organizar, registrar y comunicar nociones matemáticas
  - ◆ Usen representaciones para modelar e interpretar fenómenos físicos, sociales y matemáticos

---

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

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

**Diseño**

- ◆ Norma 8: Los estudiantes desarrollarán la comprensión de los atributos del 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 desarrollo, los inventos e innovaciones y la experimentación a la hora de solucionar problemas