

## Foco da lição

Esta lição enfoca dispositivos que são usados para detectar a poluição do ar. Equipes de estudantes constroem detectores de poluição do ar para ambientes abertos, a partir de materiais do dia-a-dia. Então, eles testam seus dispositivos, para ver quantos poluentes particulados eles conseguem capturar.



## Resumo da lição

A lição "Patrulha da poluição" explora como os engenheiros projetam dispositivos capazes de detectar a presença de poluentes no ar. Os alunos trabalham em equipes de "engenheiros" para projetar e desenvolver seus próprios detectores de poluição do ar para ambientes abertos, a partir de itens do dia-a-dia. Eles, então, testam seus detectores de poluição do ar, avaliam os resultados obtidos e os apresentam à classe.

## Faixa etária

8-18.

## Objetivos

Os estudantes:

- ◆ Projetarão e construirão detectores de poluição do ar para ambientes abertos.
- ◆ Testarão e refinarão seus projetos.
- ◆ Comunicarão seu processo de projeto e os resultados.

## Resultados esperados para os alunos

Como resultado desta lição, os estudantes terão:

- ◆ Projetado e construído um detector de poluição do ar para ambientes abertos.
- ◆ Testado e refinado seus projetos.
- ◆ Comunicado seu processo de projeto e os resultados.

## Atividades da lição

Nesta lição, os alunos trabalham em equipes de "engenheiros" para projetar e desenvolver seus próprios detectores de poluição do ar para ambientes abertos, a partir de itens do dia-a-dia. Eles, então, testam seus dispositivos, avaliam os resultados obtidos e os apresentam à classe.

### Patrulha da poluição

---

## **Recursos/Materiais**

- ◆ Documentos de recursos do professor (anexos).
- ◆ Folhas de trabalho do aluno (anexas).
- ◆ Folhas de recursos do aluno (anexas).

---

## **Alinhamento a grades curriculares**

Consulte a folha de alinhamento curricular anexa.

---

## **Recursos na 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/>)

---

## **Leituras recomendadas**

- ◆ Air Pollution. (ISBN: 9780761432203)
- ◆ Air Pollution: Measurement, Modelling and Mitigation (ISBN: 978-0415479325)

---

## **Atividade escrita opcional**

- ◆ Escrever uma carta para um político de sua região sobre a forma como a poluição do ar pode ser reduzida na sua comunidade.



### **Patrulha da poluição**

Desenvolvido pelo IEEE como parte do 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](#).



## Para professores: Recursos do professor

### ◆ Propósito da lição

O objetivo básico desta lição é que os alunos projetem e construam um detector de poluição do ar para ambientes abertos, a partir de materiais do dia-a-dia.

### ◆ Objetivos da lição

Os estudantes:

- ◆ Projetarão e construirão detectores de poluição do ar para ambientes abertos.
- ◆ Testarão e refinarão seus projetos.
- ◆ Comunicarão seu processo de projeto e os resultados.

### ◆ Materiais

- ◆ Cartolina, papelão, filme plástico (usado para cobrir/proteger alimentos), papel manteiga (encerado), feltro, filtros de café, fichas de indexação, pratos de papel, copos de papel, tesoura, fita adesiva dupla face, vaselina, glucose de milho ("Karo"), cabides, barbante, réguas, lupas, papel quadriculado (milimetrado).
- ◆ Microscópio ou câmera digital, se disponível (opcional).

### ◆ Procedimento

1. Para começar, peça que os alunos citem algumas fontes de poluição do ar, como eles acham que ela é medida e qual o impacto dessa poluição na sociedade. Comente que engenheiros projetam instrumentos capazes de detectar a presença de diferentes tipos de poluentes no ar.
2. Mostre aos estudantes as diversas folhas de referência do aluno. Elas podem ser lidas em sala ou fornecidas como material de leitura como lição de casa para a noite anterior à aula.
3. Divida os alunos em grupos de 2 a 3 estudantes, fornecendo um conjunto de materiais por grupo.
4. Explique que cada equipe deve projetar um dispositivo de detecção de poluição do ar particulada. O dispositivo deve ter uma área de coleta plana, de pelo menos 5 cm x 5 cm, e também contar com uma relativa proteção contra os elementos e poder ser fixado.
5. Os estudantes, então, se reúnem e desenvolvem um plano para seu dispositivo. Eles chegam a um consenso sobre os materiais de que precisarão, escrevem ou desenham seu plano e, então, apresentam o plano à turma.
6. Em seguida, os grupos de estudantes executam seus planos. Eles podem precisar repensar seu plano, solicitar outros materiais, trocar com outras equipes ou começar tudo de novo.
7. Cada equipe deve colocar seu detector em um ponto diferente da escola (por exemplo, perto dos ônibus da escola, no estacionamento, na quadra de esportes, etc.).
8. Após 72 horas, os alunos podem examinar o material particulado coletados por seus dispositivos, usando as lupas (ou microscópios/câmeras digitais, se disponível).

## Patrulha da poluição

Desenvolvido pelo IEEE como parte do TryEngineering [www.tryengineering.org](http://www.tryengineering.org)

© 2018 IEEE – All rights reserved.

9. Os estudantes devem registrar e descrever todos os diferentes tipos de partículas que eles veem (poeira, pólen, terra, etc.), em termos de tamanho, cor, forma e textura.
10. Os alunos devem, então, criar uma grade de quadrados de 1 cm de lado sobre a área de coleta do dispositivo, usando barbante preso com fita adesiva. Eles devem, então, contar o número de partículas em cinco quadrados aleatórios e fazer uma média. Os estudantes podem, então, comparar e representar em gráfico suas descobertas para os diferentes locais testados pela turma.
11. Em seguida, os estudantes podem desenvolver uma escala para classificar a qualidade/poluição do ar nos diferentes pontos da escola testados.
12. As equipes, então, preenchem uma folha de trabalho de avaliação/reflexões e apresentam suas descobertas à classe.
13. Este projeto pode ser estendido ao longo do ano escolar, para análises de dados adicionais.

◆ **Tempo necessário**

- ◆ De 2 a 3 aulas de 45 minutos cada.

**Patrulha da poluição**

Desenvolvido pelo IEEE como parte do 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](#).



## Recurso do aluno: Poluição do ar

### ◆ Poluição do ar

O ar é essencial à vida. O ar ao nosso redor é composto principalmente pelos elementos químicos nitrogênio e oxigênio. Quando outras substâncias, tais como produtos químicos, materiais naturais ou partículas estão presentes no ar, isso é conhecido como poluição do ar. A poluição do ar pode ocorrer tanto em ambientes fechados quanto abertos. Ela pode ter tanto causa natural quanto ser produzida pelo homem. A poluição do ar tem diversos impactos diferentes sobre os seres humanos, os animais e o meio ambiente.



A poluição do ar pode ser resultado de vários tipos de atividades humanas. Quando poluentes de chaminés e emissões de veículos são liberados no ar, ocorrem na atmosfera reações químicas que podem levar a diversos problemas. O "smog" (nevoeiro causado pela poluição) ocorre quando os poluentes do ar se misturam com o ozônio, causando condições atmosféricas semelhantes à névoa e problemas respiratórios nos seres humanos. O "smog" normalmente ocorre sobre grandes cidades e áreas industriais. Londres, Los Angeles, a Cidade do México e o Sudeste da Ásia têm problemas significativos com o "smog". A chuva ácida ocorre quando poluentes como o ácido sulfúrico se misturam com água no ar, fazendo com que a chuva e a neve se tornem acidíferas demais. Essa acidez é muito prejudicial ao meio ambiente, resultando na morte de plantas, inclusive árvores, e animais, inclusive peixes. Quando combustíveis são queimados para a produção de energia em automóveis, fábricas, lareiras e churrasqueiras, partículas minúsculas são liberadas no ar. Essas partículas criam o que é conhecido como poluição de materiais particulados.

### ◆ Materiais particulados

A poluição causada por partículas, também chamadas de material particulado, consiste em uma mistura de pequenas partículas e gotículas de líquidos no ar. O material particulado pode incluir tanto partículas mais grossas quanto mais finas. As partículas mais grossas têm mais de 2,5 micra e menos de 10 micra de diâmetro (um fio de cabelo humano tem aproximadamente 70 micra de diâmetro). Elas podem incluir fumaça, poeira, pólen e fungos de sujeira. As partículas finas são as que têm menos de 2,5 micra de diâmetro. Elas podem incluir compostos tóxicos e metais pesados.

A poluição particulada, especialmente a causada por partículas finas, é muito prejudicial aos seres humanos, quando inalada. O material particulado desorganiza ecossistemas. Partículas no ar também causam condições atmosféricas de névoa. A quantidade de materiais particulados no ar varia, em função da época do ano e das condições climáticas. Por exemplo, a quantidade de material particulado pode ser mais alta no inverno, devido ao aumento no uso de lareiras e fogões que usem lenha.

### Patrulha da poluição

**Recurso do aluno (continuação):**

A poluição particulada também é classificada por sua origem. As partículas primárias podem ser rastreadas diretamente a suas fontes, como chaminés, veículos em marcha lenta e usinas termoelétricas. As partículas secundárias, por outro lado, são criadas a partir de reações na atmosférica, sendo por isso muito mais difíceis de rastrear.

**◆ Amostradores e contadores de material particulado**

Amostradores de material particulado coletam materiais particulados para determinar sua quantidade no ar, bem como para permitir que as partículas sejam posteriormente analisadas em um laboratório. Um tipo de amostrador de material particulado coleta ar através de um filtro preso a um tubo de vidro. O peso do filtro é medido antes de se fazer a amostragem. Após o filtro ter coletado algumas partículas, ele é pesado novamente. A quantidade de materiais particulados é calculada usando-se o peso do material particulado coletado pelo filtro e a quantidade de ar amostrada. Outro tipo de amostrador de material particulado coleta materiais particulado em um rolo de fita de filtro, que é pesada antes e após a amostragem.

Instrumentos conhecidos como contadores de partículas detectam e contam o número de partículas no ar. Contadores de partículas aerossóis contam o número de partículas no ar e medem seu tamanho. Contadores de partículas que bloqueiam a luz detectam a quantidade de partículas no ar fazendo passar um feixe de luz por uma amostra de ar e medindo quanto dessa luz é bloqueada pelas partículas. Este método pode ser usado para avaliar partículas maiores do que 1 micrômetro. Partículas menores (porém maiores do que 0,05 micrômetro) podem ser detectadas usando-se o método de dispersão de luz. Esse método mede quanta luz é dispersada pelas partículas de uma amostra de ar. Lasers também podem ser usados para iluminar uma amostra de ar, de forma que as silhuetas dos materiais particulados possam ser capturadas com uma câmera digital, para ampliação e exame.

**◆ Classificando a qualidade do ar**

A Organização Mundial da Saúde estabeleceu diretrizes para a qualidade do ar, com base nos efeitos negativos da poluição à saúde dos seres humanos. Muitos países estabeleceram escalas que classificam a qualidade do ar em uma região específica em um dado momento. Essas escalas classificam a qualidade do ar com base na concentração de poluentes no ar, mas variam de um lugar para outro e também em relação ao tipo de poluição que avaliam. Apesar das evidências do impacto negativo da poluição do ar para a saúde, muitos países ainda não monitoram nem classificam a qualidade do ar.

Na Cidade do México, o Sistema de Monitoreo Atmosférico de la Ciudad de México (SIMAT) usa um sistema de classificação conhecido como Índice Metropolitano de la Calidad del Aire (IMECA) para medir a concentração de poluentes, incluindo materiais particulados finos, monóxido de carbono, dióxido de enxofre, dióxido de nitrogênio e

**Patrulha da poluição**



---

***Recurso do aluno (continuação):***

ozônio. Uma escala de 200 pontos dividida em cinco categorias, que vão de “buena” (boa) a “extremadamente mala” (extremamente ruim) é usada para classificar as condições da qualidade do ar. Nos Estados Unidos, a Agência de Proteção Ambiental (EPA) usa o Índice de Qualidade do Ar (Air Quality Index), que examina concentrações dos mesmos poluentes e atribui uma pontuação de 0 a 500. Dentro dessa escala, há seis categorias que descrevem a qualidade do ar, de “boa” a “perigosa”. O Departamento de Proteção Ambiental de Hong Kong também classifica a poluição do ar em uma escala de 500 pontos com cinco categorias, que vão de “baixa” a “grave”, com base na concentração de poluentes no ar. Em março de 2010, a poluição do ar de Hong Kong atingiu um nível recorde (acima de 500!) em função de uma forte tempestade de areia que ocorreu no Sul da China.

**Patrulha da poluição**

Desenvolvido pelo IEEE como parte do TryEngineering [www.tryengineering.org](http://www.tryengineering.org)  
© 2018 IEEE – All rights reserved.



**Folha de trabalho do aluno:**

◆ Vocês são uma equipe de engenheiros que recebeu a incumbência de projetar um dispositivo que possa detectar a presença de poluentes particulados em áreas abertas da sua escola. O dispositivo deve ter uma área de coleta plana, de pelo menos 5 cm x 5 cm. O dispositivo precisa ter uma proteção relativa contra as condições meteorológicas (ventos, chuva, etc.) e poder ser fixado (para não ser jogado para longe).



◆ Estágio de planejamento

Reúnam-se em equipe e debatam o problema que precisam resolver. Em seguida, desenvolvam e cheguem a um consenso sobre um projeto para seu detector de poluição do ar. Vocês precisarão determinar que materiais desejam usar.

Desenhem seu projeto no quadro abaixo, incluindo também a descrição e o número de componentes que planejam usar. Apresentem seu projeto à turma.

Vocês podem, se quiserem, revisar o plano da equipe depois de receberem feedback da turma.

Projeto:

**Patrulha da poluição**Desenvolvido pelo IEEE como parte do 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](#).



**Folha de trabalho do aluno (continuação):****◆ Fase de construção**

Construam seu detector de poluição do ar. Durante a construção, vocês podem descobrir que precisam de materiais adicionais, ou que seu projeto precisa ser alterado. Não tem problema: basta fazerem um novo esboço e revisarem sua lista de materiais.

**◆ Fase de teste**

Cada equipe testará seu detector de poluição do ar colocando-o em um local diferente da escola. Após 72 horas, verifiquem se o seu testador coletou partículas. Usem uma lupa, microscópio ou câmera digital para examinar as partículas coletadas. Documentem os diferentes tipos de partículas observados (p. ex., poeira, pólen, terra, etc.), inclusive seus tamanhos, cores, formas e texturas.

Usem barbante para criar uma grade de quadrados de 1 cm de lado sobre a área de coleta do seu dispositivo, prendendo o barbante com fita adesiva. Contem o número de partículas de cinco quadrados aleatórios. Se o número for grande demais, façam uma estimativa. Calculem o número médio de partículas por quadrado. Comparem e representem em um gráfico suas descobertas para os diferentes locais testados pela turma. Desenvolvam uma escala para classificar a qualidade/poluição do ar nos pontos testados em sua escola.

**◆ Fase de avaliação**

Avaliem os resultados de sua equipe, preencham a folha de trabalho de avaliação e apresentem suas descobertas à turma.

Use esta folha de trabalho para avaliar os resultados de sua equipe na lição "Patrulha da poluição":

1. Vocês tiveram sucesso em criar um detector de poluição que conseguisse detectar a presença de partículas no ar? Se não, por que ele falhou?
2. Vocês revisaram seu projeto original ou solicitaram materiais adicionais durante a fase de construção? Por quê?
3. Vocês negociaram qualquer troca de materiais com outras equipes? Como esse processo funcionou para vocês?

**Patrulha da poluição**

Desenvolvido pelo IEEE como parte do 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](#).

---

**Folha de trabalho do aluno (continuação):**

4. Se pudessem ter acesso a materiais diferentes daqueles fornecidos, o que sua equipe teria solicitado? Por quê?
  
5. Vocês acham que os engenheiros têm de adaptar seus planos originais durante a construção de sistemas ou produtos? Por que eles teriam de fazer isso?
  
6. Se fossem fazer tudo de novo, como seu projeto planejado mudaria? Por quê?
  
7. Que projetos/métodos outras equipes usaram que vocês acham que funcionaram bem?
  
8. Vocês acham que teria sido mais fácil fazer este projeto se estivessem trabalhando individualmente? Expliquem.
  
9. Qual tipo de poluição particulada vocês capturaram mais? Por que vocês acham que isso aconteceu?
  
10. O que vocês acham que pode ser feito para reduzir a poluição particulada ao redor da sua escola?

**Patrulha da poluição**Desenvolvido pelo IEEE como parte do 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](#).

## Para professores:

### Alinhamento a grades curriculares

Nota: todos os planos de aula deste conjunto são alinhados ao National Science Education Standards dos EUA, produzidos pelo National Research Council e endossados pela National Science Teachers Association, e, se aplicável, ao Standards for Technological Literacy da International Technology Education Association e ao Principles and Standards for School Mathematics do National Council of Teachers of Mathematics.

#### ◆ Padrões Educacionais de Ciências dos EUA, séries K-4 (idades de 4 a 9 anos)

##### **CONTEÚDO PADRÃO A: ciência como investigação**

Como resultado das atividades, os estudantes devem desenvolver:

- ◆ As habilidades necessárias para realizar investigação científica.

##### **CONTEÚDO PADRÃO D: ciências da Terra e do Espaço**

Como resultado das atividades, os estudantes devem desenvolver uma compreensão de:

- ◆ Alterações na Terra e no céu.

##### **CONTEÚDO PADRÃO E: ciência e tecnologia**

Como resultado das atividades, os estudantes devem desenvolver:

- ◆ Habilidades de projeto tecnológico.
- ◆ Compreensão de ciência e tecnologia.

##### **CONTEÚDO PADRÃO F: ciência em perspectivas pessoais e sociais**

Como resultado das atividades, os estudantes devem desenvolver uma compreensão de:

- ◆ Saúde pessoal.
- ◆ Alterações em ambientes.
- ◆ Ciência e tecnologia em desafios locais.

#### ◆ Padrões Educacionais de Ciências dos EUA, 5ª a 8ª séries (idades de 10 a 14 anos)

##### **CONTEÚDO PADRÃO A: ciência como investigação**

Como resultado das atividades, os estudantes devem desenvolver:

- ◆ As habilidades necessárias para realizar investigação científica.

##### **CONTEÚDO PADRÃO E: ciência e tecnologia**

Como resultado das atividades, os estudantes devem desenvolver:

- ◆ Habilidades de projeto tecnológico.
- ◆ Compreensão de ciência e tecnologia.

##### **CONTEÚDO PADRÃO F: ciência em perspectivas pessoais e sociais**

Como resultado das atividades, os estudantes devem desenvolver uma compreensão de:

- ◆ Saúde pessoal.
- ◆ Populações, recursos e ambientes.
- ◆ Ciência e tecnologia na sociedade.

### Patrulha da poluição

Desenvolvido pelo IEEE como parte do 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](#).

## Para professores:

### Alinhamento a grades curriculares (continuação)

#### ◆ Padrões Educacionais de Ciências dos EUA, 9<sup>a</sup> a 12<sup>a</sup> séries (idades de 14 a 18 anos)

##### CONTEÚDO PADRÃO A: ciência como investigação

Como resultado das atividades, os estudantes devem desenvolver:

- ◆ As habilidades necessárias para realizar investigação científica.

##### CONTEÚDO PADRÃO E: ciência e tecnologia

Como resultado das atividades, os estudantes devem desenvolver:

- ◆ Habilidades de projeto tecnológico.
- ◆ Compreensão de ciência e tecnologia.

##### CONTEÚDO PADRÃO F: ciência em perspectivas pessoais e sociais

Como resultado das atividades, os estudantes devem desenvolver uma compreensão de:

- ◆ Saúde pessoal e comunitária.
- ◆ Qualidade ambiental.
- ◆ Riscos naturais e criados pelo homem.
- ◆ Ciência e tecnologia em desafios locais, nacionais e globais.

#### ◆ Princípios e Padrões para a Matemática Escolar

##### Padrão de números e operações

- Programas de instrução desde o pré-jardim de infância até a 12<sup>a</sup> série (3<sup>a</sup> série do ensino médio) devem capacitar todos os estudantes a:
  - ◆ Fluência na realização de cálculos e realização de estimativas razoáveis.

##### Padrões de medição

- Programas de instrução desde o pré-jardim de infância até a 12<sup>a</sup> série (3<sup>a</sup> série do ensino médio) devem capacitar todos os estudantes a:
  - ◆ Aplicar técnicas, ferramentas e fórmulas apropriadas para determinar medidas.

##### Análise de dados e padrões de probabilidade

- Programas de instrução desde o pré-jardim de infância até a 12<sup>a</sup> série (3<sup>a</sup> série do ensino médio) devem capacitar todos os estudantes a:
  - ◆ Formular questões que possam ser tratadas com dados e coletar, organizar e exibir dados relevantes para respondê-las.
  - ◆ Selecionar e usar métodos estatísticos apropriados para analisar dados.
  - ◆ Desenvolver e avaliar inferências e previsões baseadas em dados.

##### Padrões de processo (representação)

- **Programas de instrução desde o pré-jardim de infância até a 12<sup>a</sup> série (3<sup>a</sup> série do ensino médio) devem capacitar todos os estudantes a:**
  - ◆ Criar e usar representações para organizar, registrar e comunicar ideias matemáticas.
  - ◆ Usar representações para modelar e interpretar fenômenos físicos, sociais e matemáticos.

### Patrulha da poluição

Desenvolvido pelo IEEE como parte do 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](#).

***Para professores:***

***Alinhamento a grades curriculares (continuação)***

**◆ Padrões para a Educação Tecnológica - todas as idades**

**Projeto**

- ◆ Padrão 8: Os estudantes desenvolverão uma compreensão dos atributos de projeto.
- ◆ Padrão 9: Os estudantes desenvolverão uma compreensão do projeto de engenharia.
- ◆ Padrão 10: Os estudantes desenvolverão uma compreensão do papel da solução de problemas, da pesquisa e do desenvolvimento, da invenção e da inovação e da experimentação na solução de problemas.

**Patrulha da poluição**

Desenvolvido pelo IEEE como parte do 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](#).