

## Simulação **Lei de Boyle**

Teoria Cinética Molecular e o  
Comportamento dos Gases

Química  
2ª Série | Ensino Médio

### Coordenação Didático-Pedagógica

Stella M. Peixoto de Azevedo Pedrosa

### Redação

Tito Tortori

Alessandra Archer

### Revisão

Camila Welikson

### Projeto Gráfico

Eduardo Dantas

### Diagramação

Joana Felipe

### Revisão Técnica

Nádia Suzana Henriques Schneider

### Produção

Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro

### Realização

Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação

Ministério da Ciência e Tecnologia

Ministério da Educação

---

### Simulação (Software)

Tema: Lei de Boyle

Área de aprendizagem: Química

Conteúdo: Teoria Cinética Molecular e o Comportamento dos Gases

Conceitos envolvidos: Lei de Boyle, pressão, volume, isoterma de Boyle.

Público-alvo: 2ª série do Ensino Médio

---

### Objetivo geral:

Reconhecer os princípios da Lei de Boyle-Mariotte e suas aplicações.

### Objetivos específicos:

Identificar a relação entre pressão, volume e temperatura segundo a Lei de Boyle-Mariotte;

Comprovar os princípios da Lei de Boyle.

### Pré-requisitos:

Misturas, solubilidade, energia cinética, forças intermoleculares.

### Tempo previsto para a atividade:

Consideramos que uma aula (45 a 50 minutos) será suficiente para o desenvolvimento das atividades propostas.

## Introdução

A característica principal da simulação é a interação, portanto, aproveite essa particularidade a seu favor e incentive seus alunos a resolver os desafios propostos no software.

A simulação *Lei de Boyle* é um recurso de aprendizagem cujo objetivo é despertar o interesse dos alunos para a matéria. Este guia pretende ajudá-lo a transformar o conteúdo em algo ainda mais estimulante, sem perder de vista a qualidade e a seriedade com que deve ser transmitido.

Não se esqueça de agendar a sala de informática para o dia da aula e lembre-se de checar se os computadores possuem os requisitos técnicos para a utilização do software:

- Sistema operacional Windows, Macintosh ou Linux.
- Um navegador Web (Browser) que possua os seguintes recursos:
  - Plug-in Adobe Flash Player 8 ou superior instalado;
  - Recurso de Javascript habilitado pelo navegador.

### professor!

O assunto desta simulação está relacionado com o dia a dia dos seus alunos. Explore isso e enfatize a aplicabilidade do tema no cotidiano!

### saiba mais!

Informe para os alunos que a palavra *gás* é originada do latim *chaos*. O termo foi criado pelo médico e químico belga Van Helmont. *Gás* é definido como um fluido que pode ser comprimido infinitamente e que assume a forma do recipiente que o contiver.

## 1. Apresentação do Tema

O conteúdo deste software apresenta uma verificação experimental da Lei de Boyle. Neste guia você irá encontrar um pouco da biografia de Robert Boyle, suas descobertas e a experiência que resultou na enunciação da lei que relaciona a influência da pressão sobre o volume de um gás.

Para abordar o assunto, você pode conversar com a sua turma, em primeiro lugar, sobre a presença dos gases no nosso dia a dia. Lembre que os gases estão em todos os lugares. Cite como exemplo o próprio ar, composto de oxigênio e nitrogênio, e o neon, usado dentro de lâmpadas na iluminação de letreiros. Outros exemplos podem ser o ar comprimido nos pneus da bicicleta e os gases dos refrigerantes. Lembre, ainda, que o volume dos gases será aquele do conteúdo no qual está inserido.

## 2. Atividades – Na sala de computadores

### BIOGRAFIA DE ROBERT BOYLE

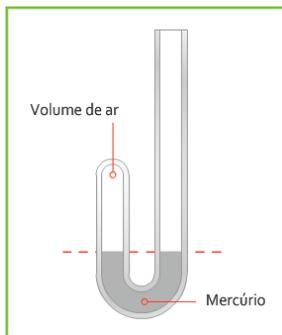
É sempre interessante aproximar a história de vida do cientista à vida dos alunos, de modo a mostrá-lo como um homem que se diferenciou pelas suas descobertas e o caminho que percorreu para marcar seu nome no hall da fama dos químicos. Desse modo, você pode começar a aula contando que **Robert Boyle** nasceu em 25 de janeiro de 1627 no castelo de Lismore, na Irlanda, filho de um homem rico e bastante influente da Grã-Bretanha.

Informe que Boyle foi um filósofo, influenciado por nomes como Paracelso e Francis Bacon, de quem seus alunos certamente já ouviram falar. Destacou-se na Física e na Química por seu comprometimento com as experimentações. A título de curiosidade, acrescente que Boyle é considerado pelos ingleses o “**pai da Química moderna**”, o que é contestado por alguns historiadores.

### A LEI DE BOYLE–MARIOTTE

Antes de começar as explicações sobre a Lei de Boyle, esclareça para a turma que o físico francês Edme Mariotte trabalhou com Boyle na fundamentação desta **lei que relaciona volume e pressão para gases** e, por essa razão, em geral, é conhecida como **Lei de Boyle – Mariotte**.

Destaque a tela no momento da apresentação da experiência de Boyle e lembre o **enunciado da lei**: "*sob temperatura constante, o produto da pressão e do volume de uma massa gasosa é constante, sendo, portanto, inversamente proporcionais. Qualquer aumento de pressão produz uma diminuição de volume e qualquer aumento de volume produz uma diminuição de pressão*".



A **experiência de Boyle** utiliza um tubo de vidro em forma de J, fechado em uma extremidade e aberto na outra, conforme apresentado na simulação. Nesse tubo, Boyle despejou mercúrio — por ser mais denso e gerar pressões maiores — e constatou que a pressão sobre o ar confinado aumentava com a elevação da quantidade de mercúrio líquido no tubo.

Essa experiência, comprovando a relação entre pressão e volume dos gases, pode ser comprovada também com a utilização de uma seringa ou citando o exemplo do pneu de uma bicicleta. Aponte que inicialmente o pneu aumenta de volume quando é preenchido com ar comprimido, mas que a partir de determinado momento deixa de se expandir e fica rígido, ou seja, aumenta a pressão.

Finalizando, destaque para os alunos que a experiência de Boyle vale para qualquer gás ou mistura de gases. É importante ressaltar, também, que considerando a temperatura constante, é possível afirmar que quanto maior for a pressão exercida sobre um gás, menor será o volume ocupado por ele.

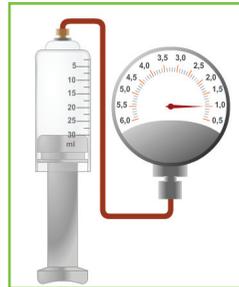
Fique atento para orientar os alunos com relação à opção de avançar para a próxima tela, que está condicionada ao clique no botão "Iniciar" na opção "A experiência de Boyle". Para que verifiquem as outras opções, indique que cliquem nos dois outros botões ("Quem foi Boyle" e "O que Boyle verificou?").



## professor!

Lembre aos alunos que o conhecimento de Química poderá ajudá-los a perceber e a interagir melhor com o mundo que os cerca.

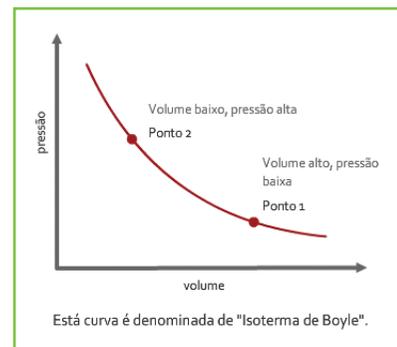
## VERIFICAÇÃO EXPERIMENTAL



A **verificação experimental da Lei de Boyle** apresenta um aparelho semelhante a uma seringa, que consiste em um tubo de vidro graduado em mL ligado a um medidor de pressão com escala em atmosfera. Peça para que os alunos cliquem no êmbolo, observem a diminuição do volume e o consequente aumento da pressão. Atente que a etapa seguinte do software também está atrelada ao fim dessa experiência.

Recomende aos alunos que cliquem no botão "Ver gráfico", localizado no canto direito na parte inferior da tela.

## CONDIÇÕES ISOTERMAS



Explique para os alunos que o estado de um gás caracteriza-se pelo **valor de três grandezas físicas**: pressão, volume e temperatura. É comum que alguma mudança em uma dessas variáveis provoque modificação em pelo menos uma das outras, transformando o gás. **Condições isotermas** são aquelas nas quais o gás não sofre mudança na temperatura.

Peça para que observem, no gráfico, que o **isoterma de Boyle** é a curva que liga os pontos de igual temperatura. Uma maneira de fazer com que se recordem dessa definição é explicar para eles a origem da palavra isoterma (*iso* = igual + *termo* = calor).

## VERIFICANDO O EXPERIMENTO

Pontos	V (mL)	P (atm)	V x P (mL . atm)
1	30	1,0	30
2	25	1,2	30
3	20	1,5	30
4	15	2,0	30
5	10	3,0	30
6	5	6,0	30

O software apresenta uma tabela obtida no experimento. Estipule um tempo para que os alunos possam preenchê-la e tirar suas conclusões.

Caso encontrem dificuldade neste exercício, ajude-os a concluir que o produto do volume versus pressão será idêntico para todos os pontos, já que volume e pressão são proporcionalmente inversos, portanto, constantes.

A tela seguinte apresenta um problema para os alunos resolverem. Aproveite esse momento para avaliar o que eles compreenderam e quais são as suas dificuldades. O enunciado do problema diz que um gás obedece à Lei de Boyle e expande-se isotermicamente, indicando sua pressão inicial e o volume. Os alunos deverão preencher os campos que estão em branco na tabela.

Caso eles tenham dificuldade para resolver esse problema, lembre aos alunos que **o produto da pressão e do volume é inversamente proporcional**, logo, se o volume na primeira linha da tabela corresponde a 10 e na seguinte passa para 20, a pressão terá diminuído, caindo à metade da primeira, e assim sucessivamente.

P (pascal)	V (m <sup>3</sup> )
$72 \times 10^3$	10
<input type="text" value="36"/> $\times 10^3$	20
$18 \times 10^3$	<input type="text" value="40"/>
<input type="text" value="9"/> $\times 10^3$	80

### 3. Atividades Complementares

- Divida a turma em duplas e sorteie nomes de personalidades importantes da história da Química para cada grupo. Eles deverão **pesquisar a biografia e as contribuições para a ciência** de nomes como Antoine Lavoisier, Paracelso, Mendeleev, Albert Einstein, Niels Bohr, entre outros. Em seguida, peça para que **elaborem uma apresentação** para a turma sobre o cientista do seu grupo, de modo que todos possam conhecer um pouco mais sobre cada um desses personagens.
- Se possível, tente **realizar uma experiência em sala de aula** utilizando uma seringa e um pequeno balão de ar. O link <http://www.youtube.com/watch?v=QldLPbf7k8U&feature=related> contém uma experiência que poderá ajudá-lo na realização dessa demonstração em sala de aula.

### 4. Avaliação

A finalidade da avaliação é verificar se os objetivos foram atingidos, se as concepções foram ampliadas e os conhecimentos adquiridos.

Uma boa forma de **identificar os pontos que ainda precisam ser trabalhados** é através das dúvidas dos seus alunos. Os temas que suscitarem mais interrogações e incertezas deverão ser revisados e novas estratégias didáticas planejadas. Lembre-se que se os objetivos não foram atingidos é possível que as causas possam envolver tempo, estratégias e métodos, além da dificuldade dos alunos.

É importante considerar, também, que o momento da avaliação ultrapassa o simples lançamento de notas e conceitos. Portanto, considere a participação e a demonstração de interesse pela matéria por parte dos alunos. Para que esses diversos momentos possam ser considerados na avaliação é importante **realizar o registro adequado das observações** em cada etapa específica das aulas.

#### mais detalhes!

O programa *Aí tem Química*, produzido pela PUC-Rio como parte do projeto Condigital, apresenta um episódio intitulado *Teoria Cinética dos Gases*, que aborda a questão do comportamento dos gases. Você pode encontrar esse vídeo no Portal do Professor.



## SIMULAÇÃO - SOFTWARE

### EQUIPE PUC-RIO

Coordenação Geral do Projeto  
Pércio Augusto Mardini Farias

### Departamento de Química

Coordenação de Conteúdos

José Guerchon

Ricardo Queiroz Aucélio

Revisão Técnica

Nádia Suzana Henriques Schneider

Assistência

Camila Welikson

Produção de Conteúdos

PUC-Rio

## CCEAD - Coordenação Central de Educação a Distância

Coordenação Geral

Gilda Helena Bernardino de Campos

Coordenação de Software

Renato Araujo

Assistência de Coordenação de Software

Bernardo Pereira Nunes

Coordenação de Avaliação e Acompanhamento

Gianna Oliveira Bogossian Roque

Coordenação de Produção dos Guias do Professor

Stella M. Peixoto de Azevedo Pedrosa

Assistência de Produção dos Guias do Professor

Tito Tortori

Redação

Alessandra Muylaert Archer

Camila Welikson

Design

Amanda Cidreira

Joana Felipe

Romulo Freitas

Revisão

Alessandra Muylaert Archer

Camila Welikson