

## Simulação **Diagrama de Fases**

Propriedades Mecânicas e  
Térmicas dos Materiais

Química  
1ª Série | Ensino Médio

### Coordenação Didático-Pedagógica

Stella M. Peixoto de Azevedo Pedrosa

### Redação

Gabriel Neves

### Revisão

Camila Welikson

### Projeto Gráfico

Eduardo Dantas

### Diagramação

Amanda Cidreira

### 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: Diagrama de Fases

Área de aprendizagem: Química

Conteúdo: Propriedades Mecânicas e Térmicas dos Materiais

Conceitos envolvidos: estado físico da matéria, energia cinética, Diagrama de Fases, fusão, pressão, sublimação e vaporização.

Público-alvo: 1ª série do Ensino Médio

---

### Objetivo geral:

Compreender o Diagrama de Fases a partir da simulação de experimentos envolvendo mudanças de estado físico da matéria.

### Objetivos específicos:

Definir Diagrama de Fases;

Citar os três estados físicos fundamentais da matéria;

Reconhecer que as mudanças de estado físico estão relacionadas com a variação da temperatura e pressão;

Relacionar os estados físicos com o grau de energia cinética das moléculas de uma substância.

### Pré-requisitos:

Não há pré-requisitos.

### Tempo previsto para a atividade:

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

## Introdução

Você tem em suas mãos, como ferramenta didática, este guia concebido para que a simulação *Diagrama de Fases* possa ser trabalhada da melhor forma possível junto às suas turmas. Lembre-se que você pode utilizá-lo, livremente, da forma que for mais adequada na direção dos objetivos do seu planejamento.

Antes de pedir que seus alunos naveguem pelo software, estude cuidadosamente a simulação e leia com atenção esse guia. Pense nas diversas formas de explorá-lo.

Também é importante observar 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!**

Incentive a interdisciplinaridade. Pense em atividades que possam ser realizadas em conjunto com outros professores.

**dica!**

Veja mais sobre o assunto deste software lendo o artigo de SANTOS, Pedro e QUADROS, Ana, *A Água como Tema Gerador do Conhecimento Químico*, publicado na revista *Química Nova Escola*, nº 20, 2004, p. 26-31. Disponível em <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc20/v20a05.pdf>

## 1. Apresentação do Tema

A química está presente em todos os contextos da nossa vida e, mesmo assim, ela nem sempre se revela de forma óbvia. Esta ideia de que a química está em tudo pode ser de difícil aceitação pelos alunos, que muitas vezes podem perceber esse campo das ciências da natureza apenas como a memorização de fórmulas complexas. Porém, esta imagem pode e deve ser combatida, oferecendo aos alunos a ideia de que aprender química é abraçar um entendimento mais amplo do mundo em que vivemos.

Neste software de simulação é demonstrado um fenômeno químico que seus alunos certamente conhecem: a mudança de estado físico da água. Seja passando da forma de gelo para água ou de água para vapor, existem coisas que escapam aos nossos olhos, mas há uma forma de representação chamada **Diagrama de Fases** que permite observar tais fatos! O que serão? Incentive a curiosidade de seus alunos durante o uso desse objeto de aprendizagem.

## 2. Atividades – Na Sala de Computadores

### ESTADOS FÍSICOS DA MATÉRIA

É necessário, antes de falar sobre as mudanças dos estados físicos, que seus alunos entendam o que e quais são os estados físicos mais comuns. A água, como outras substâncias, pode existir nos três tipos de estado da matéria. São eles:

**Estado sólido:** o estado sólido da água, vulgarmente conhecido como “gelo”, tem moléculas de H<sub>2</sub>O com baixos níveis de energia cinética (as moléculas vibram menos intensamente quando a matéria tem pouco calor). As moléculas, nesse estado, estão arrumadas de forma simétrica, assumindo posições muito próximas e compactadas. O movimento vibratório, na fase sólida, é muito reduzido; existe menos espaço entre as partículas de água, mantendo assim um aspecto rígido e denso.

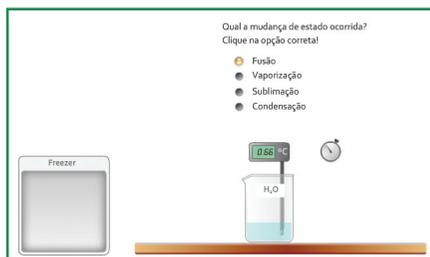
**Estado líquido:** a água propriamente dita é a forma mais comum. As moléculas da matéria mantêm-se próximas o bastante para dar alguma consistência, mas sem posições fixas nem compactadas; elas não ficam rígidas, fazendo com que os líquidos assumam a forma do recipiente que os comporta.

**Estado gasoso:** a água, nesse estado, é conhecida como vapor d’água. As moléculas de H<sub>2</sub>O têm tanta energia (na forma de **energia cinética**) que permanecem bastante afastadas entre si. Isso faz com que as partículas se movimentem livremente, com um alto poder de “espalhamento”.

## MUDANÇA DE ESTADO FÍSICO

Destaque para os alunos que o software propõe três animações envolvendo **mudanças de estado físico**. Lembre que as mudanças de estado físico estão relacionadas com a **variação da temperatura e/ou da pressão**. Essas variáveis são capazes de, por mecanismos diferentes, aproximar ou afastar as partículas e, assim, provocar a conversão de um estado em outro.

Aponte que o primeiro desafio envolve a classificação da transformação do gelo em água líquida. Peça que os alunos cliquem no becker dentro do freezer para iniciar a animação.



Destaque que a temperatura começa a subir apenas a partir do momento em que o gelo é convertido em água. Indique que nesse caso temos uma mudança de estado sólido para o estado líquido e que esse processo é chamado de **fusão**.

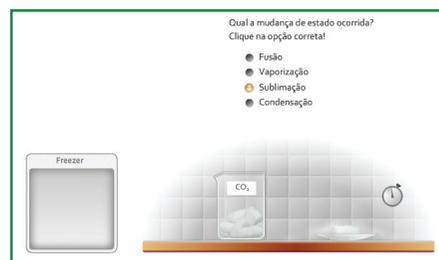
A seguir destaque a animação que mostra o processo de ebulição da água e indique que a passagem do estado líquido para o estado gasoso é chamado de **vaporização**.



A última animação apresenta uma mudança de estado que provavelmente não faz parte do conhecimento empírico dos estudantes. Ela apresenta o gelo seco ou gelo de gás carbônico. Lembre que o gelo seco é usado em geladeiras de isopor por vendedores de picolé.



Explique que o gelo de gás carbônico é vantajoso exatamente por ser convertido diretamente em gás, ou seja, não molha os picolés. Informe que esse tipo de processo de mudança de estado físico é chamado de **sublimação**.



## INFLUÊNCIA DA TEMPERATURA E DA PRESSÃO

Agora explique que uma substância pode transitar entre **diferentes estados físicos** da matéria desde que haja a **variação de temperatura e pressão**. Provavelmente os alunos, devido ao seu conhecimento empírico na cozinha, concordarão que a variação da temperatura é um fator fundamental na mudança de estado físico. Enfatize que a pressão também é capaz de mudar o estado físico das substâncias.

Pergunte aos alunos se eles já viram um botijão de gás. É bastante provável que a maioria já tenha estado próximo a um deles. Faça dois questionamentos: inicialmente pergunte qual o estado físico do “gás” no botijão. A pergunta soará estranha, afinal se é um “gás”, o butano, por exemplo, o estado físico será gasoso, correto? Informe aos alunos que, na verdade, nesse caso, o butano está no estado líquido.

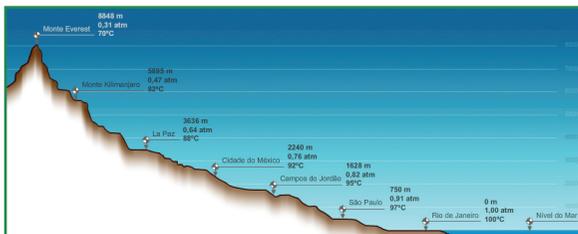
A seguir, pergunte qual a temperatura do botijão e do gás em seu interior. É provável que eles afirmem que a temperatura é ambiente.

Explique que o butano só está no estado líquido porque a pressão interna no botijão é muito elevada e é exatamente isso que impede que o gás “liquefeito” retorne ao estado gasoso. Explique que o gás, entretanto, ao abandonar o interior do botijão, está submetido à pressão atmosférica que, por ser infinitamente menor, permite o afastamento das moléculas do butano e o retorno imediato ao estado gasoso.

A temperatura é um indicador da movimentação dos átomos e moléculas em uma substância. Quanto mais alta a temperatura, mais energia existe nas moléculas e mais elas se moverão. Por outro lado, quanto mais resfriadas, menos movimento elas terão.

A pressão influencia em quanto os átomos e moléculas estarão próximos. Quanto maior a pressão, mais compactadas e “enlaidadas” as moléculas estarão. Logo, a temperatura necessária para a mudança do estado físico da água irá depender da altitude. Na medida em que subimos uma montanha, por exemplo, a pressão atmosférica cai.

Destaque a imagem da animação que mostra uma comparação entre altitude, pressão atmosférica e temperatura de ebulição.



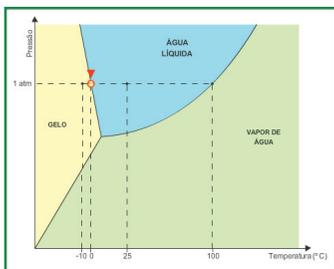
Informe aos alunos que, devido a esse fenômeno, o cozimento de alimentos por alpinistas em altas altitudes é um problema. Como a temperatura de ebulição da água é inferior a 100 °C, o cozimento é muito mais lento. Explique aos alunos que, por isso, os alpinistas preferem alimentos pré-cozidos ou liofilizados que demandam apenas a reidratação por água quente.

## DIAGRAMA DE FASES

Destaque o gráfico do software que representa a mudança de estado do gelo para a água indicando que a temperatura e a pressão estão representadas nos eixos cartesianos.

Aponte para os alunos que, no gráfico, a subida da temperatura é indicada por um cursor em forma de uma bola amarela. Indique que enquanto há **mudança de estado físico**, a temperatura permanece estabilizada em 0 °C até que todo o gelo tenha derretido.

Explique que apenas a partir do momento em que o gelo derrete totalmente é que há subida da temperatura.



### dica!

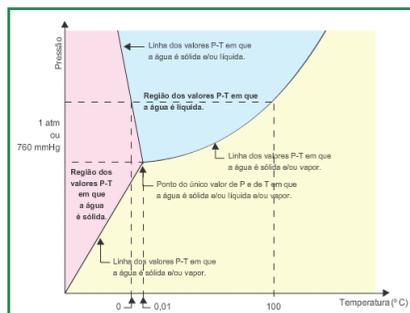
Sugira aos alunos que assistam ao vídeo *Propriedades térmicas e mecânicas da matéria – Mudanças de Estado Físico* da série *É tempo de química* do Projeto Condiigital. Disponível em <http://www.youtube.com/user/cceadpucurio#p/search/o/4lWrerKcekq>

Informe aos alunos que a forma de representação usada nesse gráfico é chamada de **Diagrama de Fases**. Explique que, em princípio, o Diagrama de Fases pode parecer complexo e difícil de interpretar, mas na verdade é bastante simples se considerarmos que ele combina informações dos valores de pressão (atm) e temperatura (°C) referentes às transformações pesquisadas.

Analisando o gráfico, é possível descobrir em que estado físico a água vai estar, simplesmente achando o ponto comum entre pressão (1 atm) e temperatura (°C) e comparando com as áreas coloridas ao fundo. Observe que no eixo horizontal estão indicadas algumas temperaturas [-10 °C, 0 °C, 25 °C e 100 °C.]

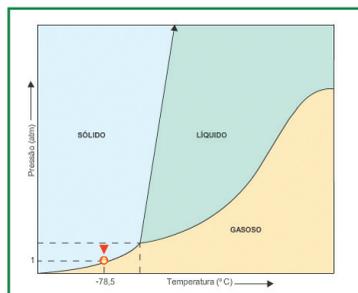
Lembre aos alunos que, nessa simulação, as mudanças de estado físico acontecem em um ambiente com pressões de uma atmosfera (1 atm), ou seja, a pressão atmosférica ao nível do mar. Observe que uma pressão diferente irá influenciar muito a temperatura necessária para ocorrer uma transformação!

Para auxiliar na explicação do Diagrama de Fases, use o quadro abaixo e aproveite a legenda de cada uma das linhas no gráfico:



A segunda simulação do experimento aborda o caso do “gelo seco” que, apesar do nome, não é gelo de água (H<sub>2</sub>O), mas o estado sólido do gás ou dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>).

Destaque o Diagrama de Fases que permite identificar que, sob a ação de uma atmosfera (1 atm), o gás carbônico passa do estado sólido (área azul) diretamente para o estado gasoso (área bege) quando a temperatura chega a 78,5 °C negativos.



Informe aos alunos que na temperatura ambiente o dióxido de carbono sólido (gelo seco) se converte rapidamente em dióxido de carbono gasoso. Por esse motivo esse processo é também muito usado em máquinas de fumaça usada em shows, festas e ambientação de cenários.

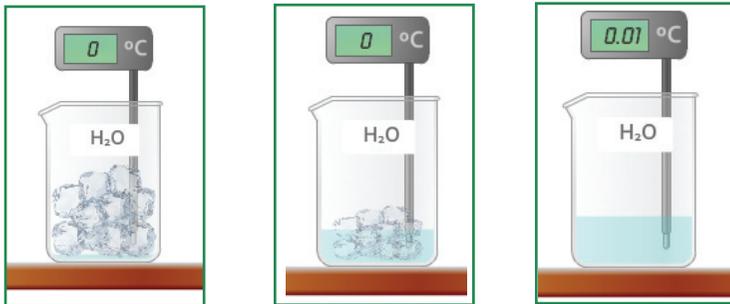
### dica!

Sugira aos alunos que vejam e realizem o experimento *Enchendo o saco*. Disponível em <http://www.pontociencia.org.br/experimentos-interna.php?experimento=351&ENCHENDO+O+SACO>

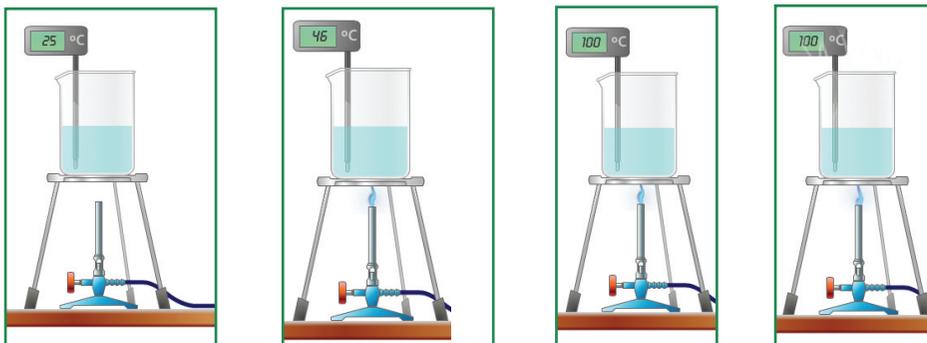
## PASSAGENS DE ESTADO FÍSICO

Você pode utilizar essa simulação para discutir as transformações da matéria, ou seja, a passagem de um estado físico para outro. Abaixo as principais transformações da matéria:

**Fusão:** é o processo de transformação do estado sólido para o estado líquido. O ponto de fusão é a temperatura em que uma substância passa do estado sólido para o estado líquido e isso ocorre com o aumento do calor e/ou redução da pressão. O inverso deste fenômeno é a **solidificação**, onde ocorre a transformação do estado líquido para o sólido através da redução do calor e/ou aumento da pressão, seguindo as mesmas regras da fusão. Lembre que a temperatura do gelo não sobe enquanto ele derrete, mas fica em  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$  até que esteja completamente derretido; só então sua temperatura sobe.



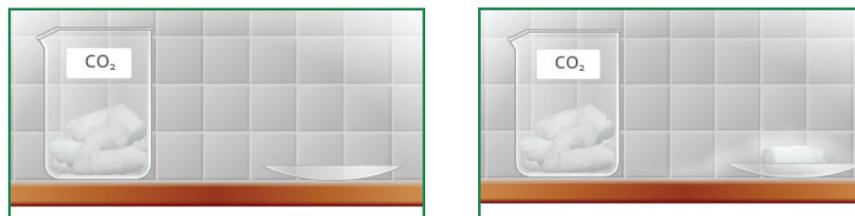
**Vaporização:** é a passagem do estado líquido para o estado gasoso. O aumento da temperatura e/ou a redução da pressão vão influenciar diretamente neste fenômeno. Dependendo da quantidade de calor recebido, ocorre a ebulição (calor recebido de forma alta e intensa) ou a evaporação (calor recebido de forma mais leve e lenta). O inverso deste processo é a **liquefação**, também chamada de **condensação**, onde a perda de calor transforma um gás em líquido. Tal qual o gelo derretendo, a água também possui um ponto no qual a subida da temperatura cessa até mudar totalmente o seu estado físico.



## professor!

Fortaleça a ideia de que a química, como um campo do conhecimento científico, é uma forma própria de cultura humana que possui uma linguagem particular, que precisa ser apreendida.

**Sublimação:** A passagem do estado sólido diretamente para o estado gasoso, e vice-versa, só ocorre em condições muito particulares. Por este motivo é raro vermos em nosso cotidiano substâncias que executem esta transformação. O gelo seco e a naftalina são substâncias que, em temperatura e pressão normais, sofrem sublimação.



**Atenção:** O gelo seco é uma substância que não possui forma líquida em nossa atmosfera, apenas em ambientes de alta pressão isso é possível (como extintores de incêndio). Desta forma, o gelo seco sublima imediatamente em temperaturas maiores à  $-79^{\circ}\text{C}$ . Com isto em mente, seguem três **alertas de segurança:**

**Primeiro:** o gelo seco irá manter a temperatura de  $-79^{\circ}\text{C}$  até sublimar completamente. Por isto, não permita que ninguém toque no gelo seco com as mãos desprotegidas, pois há risco de queimadura por frio (geladura).

**Segundo:** não prenda o gelo seco em um recipiente fechado como garrafas plásticas ou de vidro. Para se ter uma ideia, 500 g de gelo seco geram em torno de 250 litros de gás  $\text{CO}_2$ , o suficiente para encher 125 garrafas de 2 litros. Uma vez confinado, o dióxido de carbono irá expandir a garrafa até seu ponto de explosão, podendo causar ferimentos.

**Terceiro:** o dióxido de carbono é um gás nocivo à vida, com a possibilidade de ser fatal. Não se deve inalar o vapor emitido pelo gelo seco, nem ingerir pedaços sólidos do gelo (risco de queimaduras internas).

## 3. Atividades Complementares

- a) Proponha que os alunos pesquisem as **características de cada estado físico** e o **nome das mudanças de estado**.
- b) Sugira que os alunos, divididos em grupos, pesquisem **experimentos envolvendo mudanças de estado físico** com **materiais alternativos**. Faça uma seleção por grupo e organize um dia para que cada grupo possa apresentar seu experimento e explicações para o restante da turma.

## 4. Avaliação

Professor, fique atento ao desempenho e participação dos alunos durante a atividade, pois a partir daí você será capaz de determinar **se os objetivos da aula foram atingidos** ou se há necessidade de revisar o que foi apresentado.

Sugira que a turma comente e opine sobre a simulação e, em seguida, avalie e reflita sobre o **processo de ensino-aprendizagem**. Se necessário, redefina os elementos do planejamento de forma que os objetivos sejam alcançados.

A avaliação é muito mais do que simplesmente atribuir conceitos e notas. Considere a participação dos alunos, o levantamento de dúvidas e questões pertinentes e a demonstração de interesse pela matéria.

Lembre-se que também é importante **avaliar o seu próprio trabalho!**



## **SIMULAÇÃO - SOFTWARE**

### **EQUIPE PUC-RIO**

Coordenação Geral do Projeto  
Pércio Augusto Mardini Farias

### **Departamento de Química**

Coordenação de Conteúdos

José Guerchon

Ricardo Queiroz Aucélio

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

Gabriel Neves

Design

Amanda Cidreira

Joana Fellipe

Romulo Freitas

Revisão

Alessandra Muylaert Archer

Camila Welikson