

# Química I

**Eliana Midori Sussuchi**  
**Samísia Maria Fernandes Machado**  
**Valéria Regina de Souza Moraes**



**São Cristóvão/SE**  
**2007**

# Química I

## Elaboração de Conteúdo

Eliana Midori Sussuchi  
Samísia Maria Fernandes Machado  
Valéria Regina de Souza Moraes

---

## Projeto Gráfico

Hermeson Alves de Menezes  
Leo Antonio Perrucho Mittaraquis  
Tatiane Heinemann Bömmmer

## Capa

Hermeson Alves de Menezes

## Diagramação

João Eduardo Batista de Deus Anselmo  
Nycolas Menezes Melo  
Lucilio do Nascimento Freitas

## Ilustração

Gerri Sherlock Araújo

## Revisão

Edvar Freire Caetano

Reimpressão

---

Copyright © 2007, Universidade Federal de Sergipe / CESAD.  
Nenhuma parte deste material poderá ser reproduzida, transmitida e gravada por qualquer meio eletrônico, mecânico, por fotocópia e outros, sem a prévia autorização por escrito da UFS.

### FICHA CATALOGRÁFICA PRODUZIDA PELA BIBLIOTECA CENTRAL UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE

S964q Sussuchi, Eliana Midori.  
Química I. Eliana Midori Sussuchi; Samisia Maria  
Fernandes Machado; Valéria Regina de Souza Moraes. -- São  
Cristóvão: Universidade Federal de Sergipe CESAD, 2007.

1. Microscopia. I. Título

CDU 54

**Presidente da República**

Luiz Inácio Lula da Silva

**Chefe de Gabinete**

Ednalva Freire Caetano

**Ministro da Educação**

Fernando Haddad

**Coordenador Geral da UAB/UFS****Diretor do CESAD**

Antônio Ponciano Bezerra

**Secretário de Educação a Distância**

Carlos Eduardo Bielschowsky

**Vice-coordenador da UAB/UFS****Vice-diretor do CESAD**

Fábio Alves dos Santos

**Reitor**

Josué Modesto dos Passos Subrinho

**Vice-Reitor**

Angelo Roberto Antonioli

---

**Diretoria Pedagógica**

Clotildes Farias (Diretora)

Hérica dos Santos Mota

Iara Macedo Reis

Daniela Souza Santos

Janaina de Oliveira Freitas

**Núcleo de Avaliação**

Guilhermina Ramos (Coordenadora)

Carlos Alberto Vasconcelos

Elizabete Santos

Marialves Silva de Souza

**Diretoria Administrativa e Financeira**

Edélzio Alves Costa Júnior (Diretor)

Sylvia Helena de Almeida Soares

Valter Siqueira Alves

**Núcleo de Serviços Gráficos e Audiovisuais**

Giselda Barros

**Núcleo de Tecnologia da Informação**

João Eduardo Batista de Deus Anselmo

Marcel da Conceição Souza

**Coordenação de Cursos**

Djalma Andrade (Coordenadora)

**Assessoria de Comunicação**

Guilherme Borba Gouy

**Núcleo de Formação Continuada**

Rosemeire Marcedo Costa (Coordenadora)

---

**Coordenadores de Curso**

Denis Menezes (Letras Portugues)

Eduardo Farias (Administração)

Haroldo Dorea (Química)

Hassan Sherafat (Matemática)

Hélio Mario Araújo (Geografia)

Lourival Santana (História)

Marcelo Macedo (Física)

Silmara Pantaleão (Ciências Biológicas)

**Coordenadores de Tutoria**

Edvan dos Santos Sousa (Física)

Geraldo Ferreira Souza Júnior (Matemática)

Janaina Couvo T. M. de Aguiar (Administração)

Priscilla da Silva Góes (História)

Rafael de Jesus Santana (Química)

Ronilse Pereira de Aquino Torres (Geografia)

Trícia C. P. de Sant'ana (Ciências Biológicas)

Vanessa Santos Góes (Letras Portugues)

---

**NÚCLEO DE MATERIAL DIDÁTICO**

Hermeson Menezes (Coordenador)

Edvar Freire Caetano

Isabela Pinheiro Ewerton

Lucas Barros Oliveira

Neverton Correia da Silva

Nycolas Menezes Melo

Tadeu Santana Tartum

---

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE**

Cidade Universitária Prof. "José Aloísio de Campos"

Av. Marechal Rondon, s/n - Jardim Rosa Elze

CEP 49100-000 - São Cristóvão - SE

Fone(79) 2105 - 6600 - Fax(79) 2105- 6474



# Sumário

## **AULA 1**

Introdução à Química ..... 07

## **AULA 2**

Fundamentos da teoria atômica ..... 21

## **AULA 3**

Origem da teoria quântica ..... 39

## **AULA 4**

Orbitais atômicos ..... 57

## **AULA 5**

Propriedades periódicas ..... 77

## **AULA 6**

Classificação das ligações químicas ..... 105

## **AULA 7**

Ligações iônicas, covalente e metálica ..... 129

## **AULA 8**

Os gases e suas propriedades ..... 153

## **AULA 9**

Gases ideais e reais ..... 175

## **AULA 10**

Estequiometria ..... 195

## **AULA 11**

Reações ácido-base ..... 221

## **AULA 12**

Titulação ácido-base ..... 239

<b>AULA 13</b>	
Cinética .....	255
<b>AULA 14</b>	
Teoria das colisões .....	281
<b>AULA 15</b>	
Termoquímica .....	305
<b>AULA 16</b>	
Termodinâmica química .....	323
<b>AULA 17</b>	
Sistemas em equilíbrio químico .....	339
<b>AULA 18</b>	
Princípio de Le Châtelier .....	373
<b>AULA 19</b>	
Propriedades das soluções .....	389
<b>AULA 20</b>	
Reações de oxidação e redução .....	403

# INTRODUÇÃO À QUÍMICA

**1**  
aula

## **META**

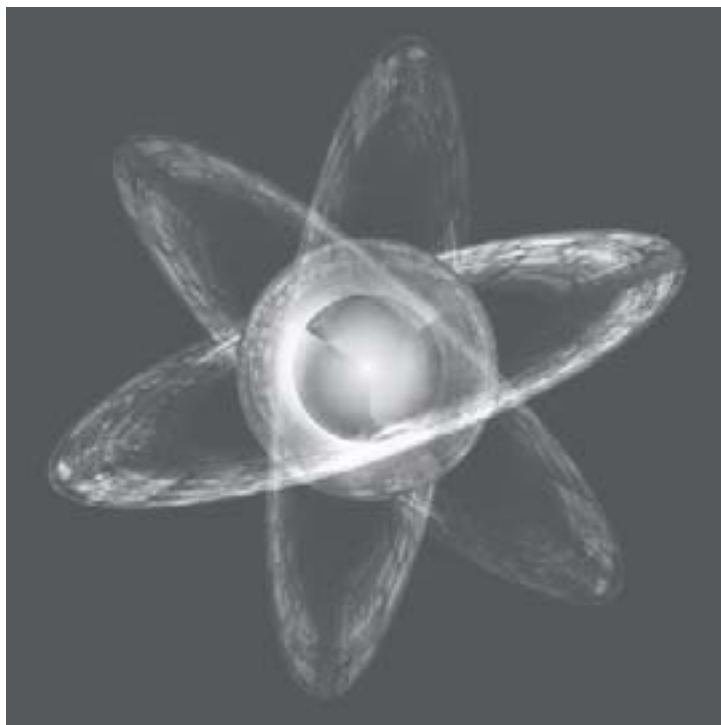
Introduzir o estudo da matéria.

## **OBJETIVOS**

Ao final da aula, o aluno deverá:  
definir o conceito de matéria,  
reconhecendo sua classificação e  
propriedades.

## **PRÉ-REQUISITOS**

Conceitos básicos de química  
abordados no ensino médio.



(Fonte: <http://www.ethereal.org>).

**B**em vindo (a) ao mundo da Química! A partir do estudo desta fascinante matéria, você será capaz de entender e responder muitas questões do mundo moderno. Química é a ciência da natureza da matéria e das mudanças que ela sofre. Veremos que a

## INTRODUÇÃO

Química envolve o estudo de todo o mundo material que nos rodeia, seja vivo ou morto, vegetal ou mineral, na Terra ou em uma estrela distante.

Nesta aula você verá como a matéria é conceituada e como ela pode ser classificada. Exploraremos também algumas idéias básicas sobre os elementos, átomos, compostos e moléculas. Em seguida, aprenderemos como as propriedades podem ser usadas para caracterizar e identificar a matéria.



(Fonte: <http://www.incaperes.gov.br>).



Iniciaremos nossa aula entendendo como os químicos observam e entendem a matéria. Embora as observações ocorram no nível macroscópico, suas propriedades devem ser observadas nas escalas microscópica e submicroscópica.

O nível macroscópico trata das propriedades de objetos grandes e visíveis, enquanto os níveis microscópico e submicroscópico interpretam as propriedades da matéria em função do rearranjo dos átomos.

Quando tocamos, despejamos ou pesamos algo, estamos tratando com matéria. Assim, matéria é definida como tudo que tem massa e ocupa espaço. Ouro, a água e o nosso corpo são exemplos de formas da matéria, enquanto a luz (**radiação eletromagnética**) não é.

A matéria pode ser classificada de duas formas:

- observando sua composição;
- observando seu estado físico.

A passagem de uma corrente elétrica através da água pura ( $\text{H}_2\text{O}$ ) favorecerá a formação dos gases hidrogênio ( $\text{H}_2$ ) e oxigênio ( $\text{O}_2$ ).



A água é classificada como uma substância pura. Uma substância pura é aquela que possui propriedades próprias e que não varia de amostra para amostra. Por exemplo, a água pura é incolor, **inodora**, se funde a  $0^\circ\text{C}$  e entra em ebulição a  $100^\circ\text{C}$ . Você sabia que nenhuma outra substância funde e entra em ebulição exatamente nessas temperaturas?

Como são classificados os gases hidrogênio e oxigênio? Estes gases são substâncias compostas por apenas um tipo de átomo e são classificadas como substâncias elementares. Neste momento, é importante você ter em mente que os gases  $\text{H}_2$  e  $\text{O}_2$  são considerados moléculas contendo o mesmo elemento. Por outro lado, os elementos mercúrio ( $\text{Hg}$ ) e

## MATÉRIA

### Radiação Eletromagnética

Radiação que consiste em campos elétricos e magnéticos ondulatórios no espaço, incluindo a luz, microondas, sinais de rádio e raios X.

### Inodora

Sem odor, sem cheiro.

## Átomo

Sistema energético estável, eletricamente neutro, que consiste em um núcleo denso, positivamente carregado, e uma envolvente eletrônica; é caracterizado pelo número de prótons do núcleo que é igual ao de elétrons da envolvente (número atômico); é a menor quantidade de uma substância simples que tem as propriedades químicas do elemento e que permanece inalterada em uma transformação química.

alumínio (Al), por exemplo, são considerados substâncias que existem como átomos individuais.

Atualmente são conhecidos 114 elementos com abundância e ocorrência variável. Esses elementos têm nomes e símbolos com origens no latim ou no grego e podem ser observados na Tabela Periódica.

Podemos citar alguns para que você vá se familiarizando com eles.

O nome do elemento Hélio (He) vem da palavra grega *helios*, que significa sol, enquanto que o Chumbo (Pb) vem da palavra em latim *plumbum*, que significa pesado.

Você sabe qual é a menor partícula de um elemento? É o **átomo**. É ele que retém as propriedades químicas de um elemento.

## COMPOSTOS, MOLÉCULAS E MISTURAS

Após este entendimento, você saberia dizer como poderíamos classificar açúcar, sal ou água?

Estas substâncias puras são compostas por duas ou mais substâncias elementares diferentes, sendo conhecidas como composto químico. Você sabia que a partir dos 114 elementos da Tabela Periódica, atualmente são conhecidos mais de 20 milhões de compostos? E que a cada ano aproximadamente 500 mil são adicionados à lista? Isso é uma prova de que não há limite para o número de compostos constituídos a partir dos elementos até hoje conhecidos.

Imagine o sal de cozinha comum, o cloreto de sódio, NaCl. A partir do momento em que os elementos Na e Cl tornam-se parte do composto NaCl, suas propriedades originais, como a cor e o ponto de fusão, são substituídas pelas propriedades que são características do composto NaCl.

Vamos ver as Figuras 1 e 2.

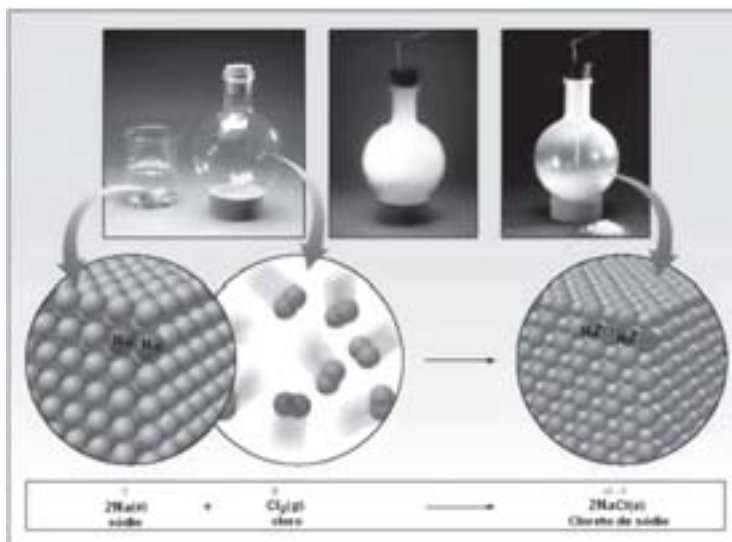


Figura 1: Formação do composto químico cloreto de sódio, NaCl (Fonte: <http://www.ciadaescola.com.br>)



Figura 2: Cristal de Cloreto de Sódio (Fonte: <http://www.educ.fc.ul.pt>)

Veja que o sódio é um metal brilhante e é composto por átomos de sódio arranjados de forma compacta. O cloro, que existe como substância elementar composta de unidades de  $\text{Cl}_2$ , é um gás amarelo-claro com um odor sufocante. Já o cloreto de sódio (NaCl) (Figura 2), que é o sal de cozinha, é um sólido cristalino com propriedades muito diferentes do sódio e do cloro separadamente.

O composto NaCl é constituído por íons  $\text{Na}^+$  e  $\text{Cl}^-$ , enquanto a água e o açúcar são moléculas. A molécula é a reunião de dois ou mais átomos ligados firmemente entre si. Esses grupos de átomos ligados comportam-se como um objeto único e inconfundível. Por exemplo, o oxigênio, presente no ar, é composto de moléculas que contêm dois átomos de oxigênio. Como pudemos ver no início deste assunto, a molécula de oxigênio é representada pela fórmula química  $\text{O}_2$ . Você sabe como se lê esta fórmula? Lê-se “ó dois”. O índice 2 nos diz que dois átomos de oxigênio estão presentes em cada molécula de oxigênio.

Agora você já é capaz de entender o que é mistura. Misturas são combinações de duas ou mais substâncias. Nelas, cada substância mantém sua própria identidade química e, conseqüentemente, suas próprias propriedades.

Lembre-se que a água é considerada uma substância pura. As substâncias puras têm composições fixas, mas as composições das misturas podem variar.

Um suco de laranja com açúcar é considerado uma mistura, pois pode conter pouco ou muito açúcar. O suco de laranja e o açúcar são chamados de componentes da mistura.

Nós conhecemos dois tipos de misturas: a homogêneas e as heterogêneas.

As misturas homogêneas são totalmente uniformes, consistindo de uma ou mais substâncias na mesma fase. O ar é uma mistura homogênea das substâncias gasosas nitrogênio ( $\text{N}_2$ ), oxigênio ( $\text{O}_2$ ) e outras substâncias presentes em menor quantidade. Outro exemplo de uma mistura homogênea é água com açúcar e água com sal, pois tanto o açúcar quanto o sal dissolvem-se em água.

Quando temos uma mistura que não tem a mesma composição, propriedades e aparência, denominamos de mistura heterogênea. Um exemplo interessante é o sangue. Quando olhamos um sangue, temos a impressão de estar vendo uma mistura homogênea, mas, se o examinarmos com a aju-

da de um microscópio, é possível ver as células vermelhas e brancas.

E o leite que bebemos? Você acha que ele é uma mistura homogênea ou heterogênea? Ao observarmos um copo de leite, podemos também pensar que se trata de uma mistura homogênea, pois o vemos com uma textura lisa. Mas, se pudermos observar sob aumento, poderemos ver a gordura e os glóbulos de proteína no líquido.

Até agora falamos de misturas líquidas, mas o mesmo conceito se aplica a misturas sólidas. Areia, pedra e madeira são exemplos de misturas heterogêneas, pois não apresentam a mesma composição, propriedades e aparência por toda a mistura.

## PROPRIEDADES DA MATÉRIA

Você esperaria que a água ( $\text{H}_2\text{O}$ ) e os gases oxigênio ( $\text{O}_2$ ) e hidrogênio ( $\text{H}_2$ ) tivessem as mesmas propriedades?

Se você pensar um pouco irá dizer que não. Toda substância tem um conjunto único de propriedades. É esse conjunto de propriedades que ajuda a reconhecê-los e a diferenciá-los de outras substâncias.

Observe a tabela 1 abaixo:

**Tabela 1** - Comparação das propriedades da água, oxigênio e hidrogênio.

Podemos perceber que as propriedades mostradas na tabela anterior nos ajudam a diferenciar entre a água, o oxigênio e o hidrogênio.

	ÁGUA	OXIGÊNIO	HIDROGÊNIO
Estado físico <sup>a</sup>	Líquido	Gás	Gás
Ponto de ebulição	100° C	- 183° C	- 253° C
Densidade <sup>a</sup>	1,00 g/mL	1,33 g/L	0,084 g/L
Combustão	Não	Não	Sim

<sup>a</sup> - À temperatura ambiente e pressão atmosférica.

**Ductibilidade**

Capacidade da matéria em ser maleável, podendo ser esticada até formar um fio (como um metal).

**Viscosidade**

A resistência de um fluido (um gás ou líquido) a fluir; quanto maior a viscosidade, mais lento o fluxo.

Existem duas classificações para as propriedades da matéria: as propriedades físicas e químicas.

Neste momento, gostaria de fazer uma pergunta a você.

Como você reconhece seus amigos? Certamente você vai responder que os reconhece pela aparência física, como, altura, peso, cor dos olhos e dos cabelos. Da mesma forma podemos diferenciar entre um cubo de gelo e um cubo de chumbo de mesmo tamanho. Dê uma olhada na figura 3.

Os dois podem ser diferenciados pela sua aparência, pois o cubo de gelo é transparente e incolor e o cubo de chumbo é um metal



Figura 3: Cubos de gelo e de chumbo (Fontes: 1. <http://web.educom.pt> 2. <http://www.ameixinhaverde.net>)

lustroso. Eles podem ser diferenciados também pelo seu peso, pois o chumbo é muito mais pesado do que o gelo.

Essas propriedades são chamadas de propriedades físicas. As propriedades físicas são aquelas que podem ser observadas e medidas sem alterar a composição de uma substância. São essas propriedades que ajudam a classificar e identificar substâncias do mundo da matéria.

Vamos conhecer mais algumas propriedades físicas da matéria que os químicos geralmente usam? Então veja a tabela 2.

**Tabela 2** - Propriedades físicas.

Até agora falamos das propriedades físicas, mas você sabe diferenciá-las das propriedades químicas?

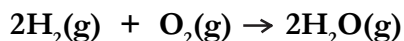
Propriedade	Utilização da propriedade para diferenciar substâncias
Cor	A substância é colorida ou incolor? Qual é a cor e qual sua intensidade?
Estado da matéria	É um sólido, um líquido ou um gás? Se é um sólido, qual é a forma das partículas?
Ponto de fusão	A que temperatura o sólido se funde?
Ponto de ebulição	A que temperatura o líquido ferve?
Densidade	Qual é sua densidade (massa por unidade de volume)?
Solubilidade	Qual massa da substância pode ser dissolvida em um determinado volume de água ou em outro solvente?
<b>Condutividade elétrica</b>	Trata-se de um condutor elétrico ou de um isolante?
<b>Maleabilidade</b>	Qual é a facilidade de se deformar o sólido?
<b>Ductibilidade</b>	Com que facilidade o sólido pode ser transformado em um fio?
<b>Viscosidade</b>	Qual é a suscetibilidade de um líquido ao escoamento?

Fonte: Kotz, J. C.; Treichel Jr, P. M. 5 ed. Química Geral 1 e Reações Químicas. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, Trad. 5ª Edição, 2005.

As propriedades químicas descrevem como uma substância muda ou reage para formar outras. Outra definição diz que as propriedades químicas referem-se à capacidade de uma substância de transformar-se em outra substância.

Você seria capaz de citar uma propriedade química do gás hidrogênio (H<sub>2</sub>)?

Você certamente se lembrará de que o gás hidrogênio (H<sub>2</sub>) reage com o gás oxigênio (O<sub>2</sub>) para produzir água (H<sub>2</sub>O). O termo que você já deve ter ouvido muitas vezes é que “o gás hidrogênio queima em oxigênio fornecendo água”. Veja como descrevemos esta reação.



### Condutividade elétrica

Capacidade da matéria em conduzir carga elétrica.

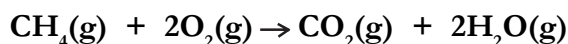
### Maleabilidade

Capacidade da matéria em ser deformável por marteladas (como um metal).

Reações como essas ocorrem muitas vezes em nosso dia-a-dia.

Essas reações são chamadas de combustão e definem-se como toda reação na qual um elemento ou composto queima na presença de oxigênio.

Um outro exemplo de reação de combustão é a queima do gás natural, um combustível fóssil. O gás natural, que é composto principalmente de gás metano ( $\text{CH}_4$ ), entra em combustão quando em contato com o oxigênio. A reação abaixo representa esta mudança química.



As propriedades também podem ser classificadas pela sua dependência do tamanho da matéria.

Propriedades como temperatura, ponto de fusão e densidade não dependem da quantidade de amostra analisada.

Por exemplo, uma amostra de gelo derreterá a  $0^\circ \text{C}$  não importando se temos um cubo de gelo ou um *iceberg*.

Propriedades como essas são chamadas de propriedades intensivas, as quais são muito úteis na química, pois podem ser usadas para *identificar* substâncias.

Por outro lado, temos as propriedades extensivas, que correspondem a um número de propriedades das substâncias que dependem da quantidade de amostra e incluem medidas de massa e volume. Elas estão relacionadas com *quantidade* de substância presente.

Para entender melhor, imagine uma grande quantidade de água. É fácil você compreender que essa grande quantidade de água tem uma massa maior e ocupa um volume maior quando comparado a uma quantidade de água pequena.



Para finalizar, gostaria que você percebesse quantos conceitos importantes foram abordados nesta aula. Eles servirão de base para que você possa compreender muitos outros ensinamentos que virão.

Por isso, é importante que você saiba identificar e usar de maneira correta os termos matéria, átomo, elemento, substância elementar, molécula, misturas e composto.

## CONCLUSÃO

Também é necessário que você saiba compreender a diferença entre propriedades físicas e químicas e entre propriedades intensivas e extensivas e dar exemplos.

Com essas informações bem definidas em sua mente, você aproveitará bem o curso de Química, pois você verá que esses conceitos serão sempre usados nesta disciplina. Então, bons estudos !

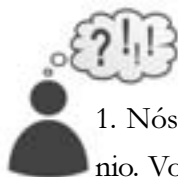


## RESUMO



Química é o estudo da composição, estrutura, propriedades e mudanças da matéria. A composição da matéria está relacionada com os tipos de elementos que se encontram nela e sua estrutura se relaciona com a maneira como os átomos desses elementos estão arranjados. Uma molécula é uma entidade composta de dois ou mais átomos que se unem uns aos outros de forma específica e a maior parte da matéria consiste de uma mistura de substâncias. Essas misturas têm composições variáveis e podem apresentar-se como homogêneas ou heterogêneas: as homogêneas são conhecidas como soluções. Cada substância tem um conjunto único de propriedades físicas e químicas que podem ser usadas para identificá-las. Dentro dessas propriedades, temos as intensivas (aquelas que independem da quantidade de matéria analisada e são usadas para identificar as substâncias) e as extensivas (aquelas diretamente relacionadas com a quantidade de substância presente).

## ATIVIDADES



1. Nós já vimos que o  $O_2$  é uma das formas moleculares do Oxigênio. Você conhece outra forma molecular do oxigênio?
2. Para tentar caracterizar uma substância, um químico fez as seguintes observações: a substância é um metal prateado e brilhante, funde-se a  $649^\circ C$  e entra em ebulição a  $1.105^\circ C$ . Queima-se ao ar produzindo uma luz branca intensa. Reage com cloro para produzir um sólido branco quebradiço. Pode ser transformada em folhas finas ou fios. É um bom condutor de eletricidade. Quais dessas características são propriedades físicas e quais são propriedades químicas?

## COMENTÁRIO SOBRE AS ATIVIDADES

1. O oxigênio também existe em outra forma molecular que é conhecida como ozônio. As moléculas de ozônio são compostas de três átomos de oxigênio, assim sua fórmula molecular é  $O_3$ .
2. Você foi capaz de listar as propriedades físicas e químicas? As propriedades físicas são: prateado (cor); brilhante; ponto de fusão =  $649^\circ C$ ; ponto de ebulição =  $1.105^\circ C$ ; pode ser esmagada até se transformar em folha (maleável); pode ser puxado até se tornar um fio (dúctil); bom condutor de corrente elétrica. As propriedades químicas são: queima ao ar e produz uma luz branca intensa; reage com  $Cl_2$  para produzir um sólido branco quebradiço.

## AUTO-AVALIAÇÃO



1. Você está acampando nas montanhas e precisa ferver água em uma chaleira sobre uma fogueira. Você pode me descrever quais são as mudanças físicas e químicas que ocorrem neste processo todo?
2. Em cada caso, decida se a propriedade sublinhada é uma propriedade física ou química:
  - a) A cor normal da substância elementar bromo é alaranjada.
  - b) O ferro se transforma em ferrugem na presença do ar e da água.
  - c) O gás hidrogênio ( $H_2$ ) pode explodir quando inflamado no ar.
  - d) O metal estanho funde-se a  $231,85^\circ C$ .
  - e) A clorofila, um pigmento encontrado nas plantas, é verde.
3. Classifique cada um dos seguintes itens como substância pura ou mistura. No caso de uma mistura, indique se ela é homogênea ou heterogênea.

- a) arroz-doce;
  - b) água do mar;
  - c) magnésio;
  - d) gasolina
  - e) ar;
  - f) suco de tomate;
  - g) areia.
- 

## REFERÊNCIAS

ATKINS, P.; JONES, L. **Princípios de Química**. Porto Alegre: Bookman, 2001.

BROWN, T. L. et al. **Química, a ciência central**. 9 ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2005.

KOTZ, J. C.; TREICHEL JR., P. M. **Química Geral 1 e reações químicas**. Trad. 5 ed. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2005.