

# **CEJA >>**

**CENTRO DE EDUCAÇÃO**  
**de JOVENS e ADULTOS**

## **CIÊNCIAS DA NATUREZA**

**e suas TECNOLOGIAS >>**

**Química**

**Fascículo 1**  
**Unidades 1, 2 e 3**

---

## GOVERNO DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO

---

Governador

**Wilson Witzel**

Vice-Governador

**Claudio Castro**

---

## SECRETARIA DE ESTADO DE CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO

---

Secretário de Estado

**Leonardo Rodrigues**

---

## SECRETARIA DE ESTADO DE EDUCAÇÃO

---

Secretário de Estado

**Pedro Fernandes**

---

## FUNDAÇÃO CECIERJ

---

Presidente

**Gilson Rodrigues**

---

## PRODUÇÃO DO MATERIAL CEJA (CECIERJ)

---

Coordenação Geral de  
Design Instrucional

**Cristine Costa Barreto**

Elaboração

**Andrea Borges**

**Claudio Costa Vera Cruz**

**Paulo Sérgio Souza**

Atividade Extra

**Andrea Borges**

**Clóvis Valério Gomes**

Revisão de Língua Portuguesa

**Paulo César Alves**

**Ana Cristina Andrade dos Santos**

Coordenação de Design Instrucional

**Flávia Busnardo**

**Paulo Vasques Miranda**

Design Instrucional

**Aline Beatriz Alves**

Coordenação de Produção

**Fábio Rapello Alencar**

Capa

**André Guimarães de Souza**

Projeto Gráfico

**Andreia Villar**

Imagen da Capa e da Abertura das Unidades

[http://www.sxc.hu/browse.](http://www.sxc.hu/browse.phtml?f=download&id=1381517)

**phtml?f=download&id=1381517**

Diagramação

**Equipe Cederj**

Ilustração

**Bianca Giacomelli**

**Clara Gomes**

**Fernando Romeiro**

**Jefferson Caçador**

**Sami Souza**

Produção Gráfica

**Verônica Paranhos**

# **Sumário**

<b>Unidade 1   Do quê somos feitos?</b>	<b>5</b>
<hr/>	
<b>Unidade 2   Planeta Terra ou Planeta Água?</b>	<b>31</b>
<hr/>	
<b>Unidade 3   Caminhando pela estrada que investiga do quê somos feitos</b>	<b>75</b>
<hr/>	

# Prezado(a) Aluno(a),

Seja bem-vindo a uma nova etapa da sua formação. Estamos aqui para auxiliá-lo numa jornada rumo ao aprendizado e conhecimento.

Você está recebendo o material didático impresso para acompanhamento de seus estudos, contendo as informações necessárias para seu aprendizado e avaliação, exercício de desenvolvimento e fixação dos conteúdos.

Além dele, disponibilizamos também, na sala de disciplina do CEJA Virtual, outros materiais que podem auxiliar na sua aprendizagem.

O CEJA Virtual é o Ambiente virtual de aprendizagem (AVA) do CEJA. É um espaço disponibilizado em um site da internet onde é possível encontrar diversos tipos de materiais como vídeos, animações, textos, listas de exercício, exercícios interativos, simuladores, etc. Além disso, também existem algumas ferramentas de comunicação como chats, fóruns.

Você também pode postar as suas dúvidas nos fóruns de dúvida. Lembre-se que o fórum não é uma ferramenta síncrona, ou seja, seu professor pode não estar online no momento em que você postar seu questionamento, mas assim que possível irá retornar com uma resposta para você.

Para acessar o CEJA Virtual da sua unidade, basta digitar no seu navegador de internet o seguinte endereço:  
<http://cejarj.cecierj.edu.br/ava>

Utilize o seu número de matrícula da carteirinha do sistema de controle acadêmico para entrar no ambiente. Basta digitá-lo nos campos “nome de usuário” e “senha”.

Feito isso, clique no botão “Acesso”. Então, escolha a sala da disciplina que você está estudando. Atenção! Para algumas disciplinas, você precisará verificar o número do fascículo que tem em mãos e acessar a sala correspondente a ele.

Bons estudos!

# Do quê somos feitos?

Fascículo 1  
Unidade 1



# Do quê somos feitos?

## Para início de conversa...

Na Europa do século XIX, era comum mulheres grávidas morrerem de **febre puerperal** alguns dias após o parto.

### Febre puerperal

Nome dado à febre e dores abdominais que apareciam em mulheres no puerpério, ou seja, no pós-parto, e que matava muitas delas.

Muitas das infecções que levaram à morte, naquela época, tinham causa na falta de **assepsia** e na ausência de medicamentos capazes de combatê-las. As suas causas só seriam descobertas 20 anos depois, por um professor de Química de uma universidade de Paris, Louis Pasteur.

### Assepsia

Meios de impedir que um microorganismo cause doenças em um organismo. Alguns desses constituem hábitos de higiene, como lavar as mãos e tomar banho.

Mesmo sem saber exatamente as causas daquela terrível epidemia de febre puerperal que afetava as **parturientes**, um jovem médico, chamado Ignaz Semmelweis (1818-1865), resolveu buscar a causa e a solução para o problema. Após muito estudo e observações, ele propôs usar um desinfetante, o cloreto de cálcio, para evitar que os médicos contaminassem, com microorganismos nocivos, as mulheres que estavam dando à luz.

### Parturientes

Mulheres que estão dando à luz ou que acabaram de fazê-lo.

As pesquisas sobre os microrganismos levaram os cientistas a buscarem substâncias que pudessem evitar e combater as doenças. Uma delas foi a penicilina, descoberta em 1928 por Alexander Fleming, que, no entanto, apenas fora produzida em escala industrial a partir de 1940.

A descoberta da penicilina foi uma grande contribuição para a humanidade. Apesar de não curar todas as infecções, essa substância propiciou a cura de diversas doenças que levavam milhares de pessoas à morte. A penicilina ainda hoje é o antibiótico mais usado no mundo!

Esse é apenas um exemplo de como uma descoberta científica pode trazer grandes benefícios para a humanidade. É o desenvolvimento da ciência que propicia a criação de novos materiais e novas tecnologias.

E a Química é uma ciência que tem contribuído muito para a qualidade de vida dos seres humanos. Estudar do que é feita a matéria, ou seja, quais são seus constituintes possibilita manipulá-las para uma determinada finalidade. Por exemplo, a substância cloreto de sódio foi trabalhada de tal forma que pode ser usada para evitar infecções nos seres humanos.

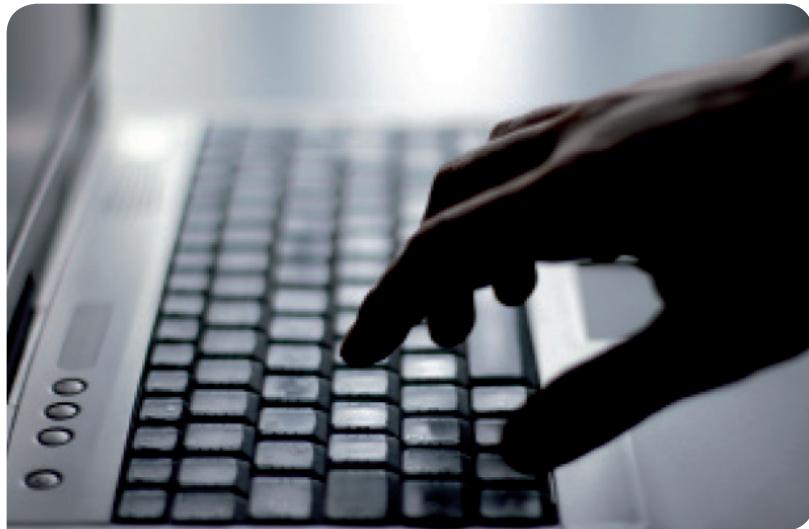
Mas o caminho das descobertas da Química, desde seus primórdios até as aplicações diretas para a melhoria da qualidade de vida das pessoas, é bem mais complexo...

Por exemplo, para saber como criar substâncias, é preciso saber qual a sua composição. Em um nível mais detalhado, é necessário conhecer tudo que existe e por isso, uma pergunta não saía da cabeça dos cientistas: Do que é feita toda a matéria existente no universo?

Foi a busca por respostas a perguntas como essa e os métodos usados para respondê-las que impulsionaram a humanidade na direção de inúmeras descobertas. Durante esse percurso científico, uma das maiores descobertas da história fez-se: tudo é feito de átomos!

A partir daí, muitas realizações tornaram-se possíveis, inclusive a chegada da tecnologia. Exemplos são: ver TV, ouvir rádio ou até mesmo se abrigar em um dia quente de verão num ambiente climatizado.

É um pouco sobre esse caminho da Química até a grande contribuição que ela faz para o nosso cotidiano, o que vamos conversar nesta unidade. Esse caminho percorrido foi árduo e repleto de equívocos, já que os pensadores e cientistas que o trilharam tentavam estabelecer relações sobre “objetos” que não eram visíveis a olho nu.



**Figura 1:** As descobertas científicas permitiram-nos chegar à era tecnológica.  
Não é bom desfrutar de algumas horas de diversão na Internet?

Fonte: <http://www.sxc.hu/photo/1260785> – Autor – Jakub Krechowicz

## Objetivos da Aprendizagem

- Identificar fatos históricos sobre as descobertas científicas em relação à composição da matéria.
- Relacionar argumentos que permitiram refutar a Teoria dos Quatro Elementos e aceitar a Teoria Atômica.
- Reconhecer a importância dos alquimistas na revolução do conhecimento científico.
- Apresentar a evolução da ciência Química ao longo dos séculos.

# Seção 1

## Será apenas uma fogueira?

Na pré-história, o fogo servia para manter os animais afastados (e o frio também!). Mas esse elemento sempre pareceu provocativo à humanidade.



**Figura 2:** O fogo... A humanidade tem um fascínio por esse elemento desde as épocas mais remotas.

Fonte: <http://www.flickr.com/photos/28367511@N02/2714813027/> – Autor – Sérgio Pandeló.

E foi graças à observação de uma fogueira que os filósofos gregos chegaram a uma possível resposta à pergunta que tanto os incomodava: Do quê somos feitos?

Parece difícil acreditar, mas experiências simples como andar pela areia da praia ou ver um pedaço de madeira queimando, ajudaram no avanço da ciência. Elas foram cruciais para o desenvolvimento das duas principais teorias que tentaram explicar a matéria que constitui todas as coisas de nosso mundo e, por que não, de todo o universo. Vamos entender como isso foi possível.

Empédocles (**Figura 4**), no século V a. C, foi o primeiro filósofo a defender a existência de quatro elementos básicos como as “partículas fundamentais de constituição da matéria”. Para ele, tudo ao seu redor era constituído a partir da combinação dos elementos terra, água, fogo e ar.



**Figura 3:** Os quatro elementos (terra, ar, fogo e água) seriam os formadores de toda a matéria do universo?

Fonte: <http://www.flickr.com/photos/dskley/6015118153/in/photostream/> – Autor – Dennis Skley

O objetivo desse filósofo grego era explicar os processos de transformações, observadas na Natureza. Veja um exemplo: a madeira, segundo Empédocles, era formada pelos quatro elementos.

Por quê? Ora, quando se queimava um pedaço de madeira, os mesmos elementos eram obtidos de forma isolada o que poderia ser observado visualmente. Em outras palavras, a queima representava-se, macroscopicamente, pelo aparecimento do fogo (elemento fogo), da fumaça (elemento ar), de um pouco de vapor (elemento água) e de cinzas (elemento terra).

Na verdade, pode-se afirmar que a teoria de Empédocles baseia-se na observação dos três estados físicos da matéria – sólido, gasoso e líquido – e os elementos terra, ar e água. Podemos afirmar que o último elemento – fogo – pode ser visto facilmente como energia.

Aristóteles (Século V a. C), utilizando-se das ideias concebidas por Empédocles, inseriu quatro qualidades distintas que estariam relacionadas aos quatro elementos: quente, frio, úmido e seco. Esse grande filósofo argumentava que todas as transformações ocorridas na Natureza passavam pela retirada ou inserção de uma ou mais dessas qualidades.

No nosso exemplo anterior, a queima de um pedaço de madeira permitiria a retirada das qualidades “quente” e “úmido”. O que restaria? As qualidades frio e seco, ou seja, as qualidades do elemento terra que se manifestavam na forma das cinzas.

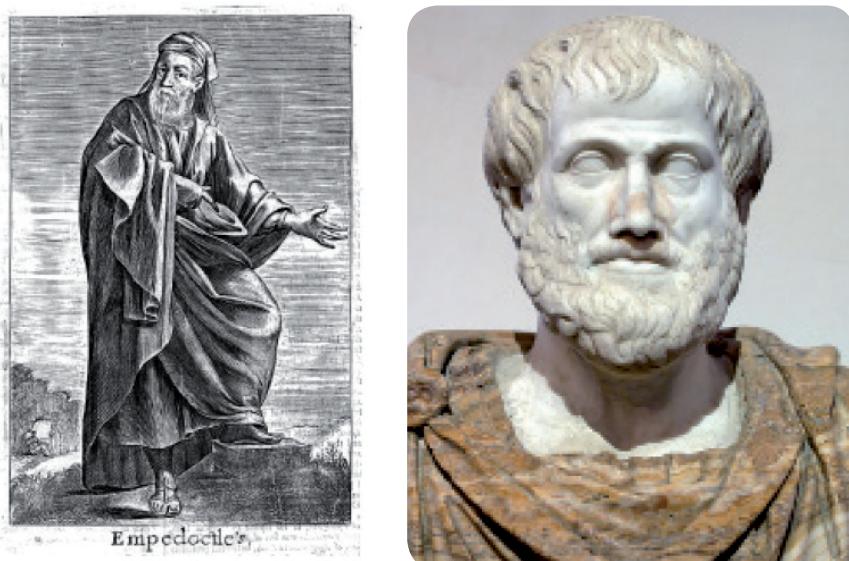
Aristóteles acreditava que os quatro elementos eram feitos de um mesmo “suporte” ou um tipo de elemento fundamental (também chamado substrato). Ele era “embebido” em quatro qualidades primárias (quente, frio, úmido ou seco), às quais, se combinadas duas a duas, formaria um dos quatro elementos. Por exemplo, se o substrato estivesse embebido em frio e seco, ele se transformaria em terra!

Assim, os diferentes tipos de matéria resultariam das diferentes proporções em que os elementos e os substratos se combinariam entre si. As transformações da matéria dependeriam apenas das proporções que estariam associadas as suas qualidades.

Esta concepção filosófica prevaleceu até o século XVI e não admitia que a matéria pudesse ser dividida e que as propriedades de um determinado material estendiam-se às suas menores partículas.

Segundo Aristóteles, quando o ar aquecido se expandisse era porque suas menores partículas (elementos) expandiam-se também. A esta visão, chamamos “visão substancialista”.

Na verdade, hoje sabemos que não são as partículas do ar que se dilatam quando aquecidas e sim a separação entre elas que aumenta.

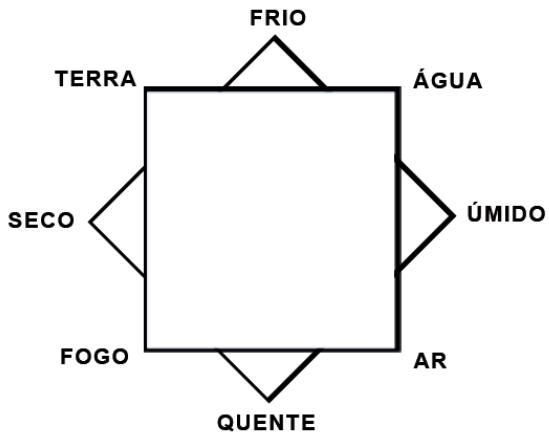


**Figura 4:** Empédocles (à esquerda) e Aristóteles (à direita), no século V a. C., foram filósofos que tentaram responder à questão: do quê somos feitos?

Fonte: [http://en.wikipedia.org/wiki/File:Empedocles\\_in\\_Thomas\\_Stanley\\_History\\_of\\_Philosophy.jpg](http://en.wikipedia.org/wiki/File:Empedocles_in_Thomas_Stanley_History_of_Philosophy.jpg); [http://en.wikipedia.org/wiki/File:Aristotle\\_Altemps\\_Inv8575.jpg](http://en.wikipedia.org/wiki/File:Aristotle_Altemps_Inv8575.jpg)

## O diagrama de transformação da matéria

A teoria dos quatro elementos (água, fogo, terra, ar) associada às quatro qualidades foi elaborada nas obras de Platão e Aristóteles. As qualidades da matéria seriam quatro, sendo cada par correspondendo a um elemento, como mostra o diagrama a seguir.



Podemos utilizar este diagrama para explicar as transformações naturais como, por exemplo, o aquecimento da água. Como o elemento água possui as qualidades frio e úmido, o aquecimento irá transformar a qualidade frio na qualidade quente. O resultado seria a obtenção do elemento ar (qualidades quente e úmido) o qual se manifestaria na forma de vapor de água.

Acesse o *link* <http://www.youtube.com/watch?v=HLAxYoLDO7E>, onde você encontrará uma excelente animação contando a evolução das ideias defendidas pelo elementaristas.



## A teoria dos elementos nos dias de hoje



Como você acabou de ler, a preocupação com a constituição da matéria surgiu por volta do século V a. C., na Grécia. O filósofo grego *Empédocles*, estabeleceu a "Teoria dos Quatro Elementos Imutáveis", a qual acreditava que toda matéria era constituída por quatro elementos: água, terra, fogo e ar. Aristóteles introduziu a ideia das quatro qualidades, quente, úmido, frio e seco.

Com base nesta teoria, identifique um fato comum do seu cotidiano que a relate, como no exemplo da madeira citado no texto.

Anote suas  
respostas em  
seu caderno

## Seção 2

### "Dust in the Wind. All we are is dust in the Wind"

A tradução do título desta seção é: "Poeira no vento. Tudo que somos é poeira ao vento." Este é o título de uma música dos anos 70, da banda americana de rock progressivo, chamada Kansas.

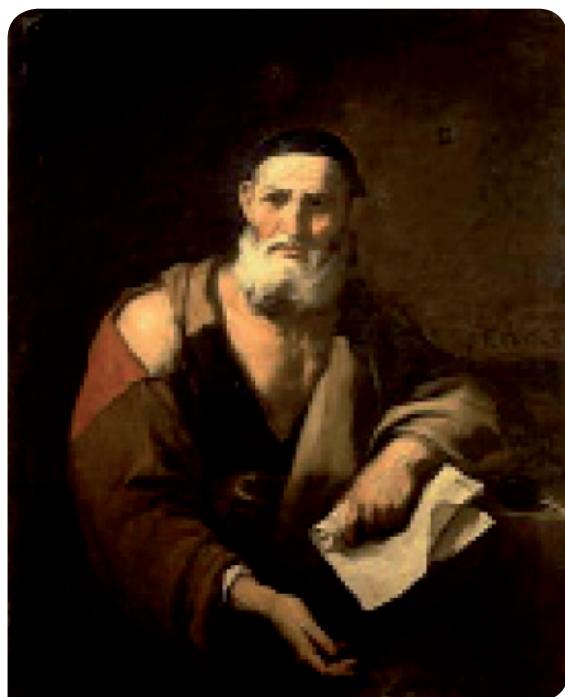
Não sei se isso acontece com você, mas quando observo uma bela praia, com suas grandes extensões de areia, acabo me perguntando quantos grãos de areia seriam necessários para criar toda aquela extensão.

Antes de mim, porém, muitos se perguntavam qual seria o menor grão de areia encontrado. Também se perguntavam se, depois de achá-lo, seria possível dividi-lo mais ainda até um ponto onde não conseguisse mais enxergá-lo.

Um filósofo grego, chamado Leucipo, no século V a.C. (**Figura 5**), imaginou que este padrão de organização da matéria (divisão até a menor partícula possível) existente na areia poderia se repetir para todos os corpos existentes no mundo.

Até aonde era possível avançar, dividindo-se as coisas indefinidamente? Ou será que chegaríamos a um ponto onde isto seria impossível?

Leucipo chegou à conclusão de que a segunda opção era a mais adequada e a estas partículas mínimas e indivisíveis, ele chamou átomo.



**Figura 5: Leucipo: o descobridor do átomo!**

Fonte: [http://pt.wikipedia.org/wiki/Ficheiro:Leucippe\\_%28portrait%29.jpg](http://pt.wikipedia.org/wiki/Ficheiro:Leucippe_%28portrait%29.jpg).

Muitos autores, hoje, creditam a autoria da teoria atômica a Demócrito (Século IV a. C.), discípulo de Leucipo. Se ele não foi o idealizador do atomismo, pelo menos desempenhou importante papel na sistematização do pensamento atomista.

Demócrito usava o conceito de átomos, para explicar as propriedades das substâncias: a água teria átomos agrupados compactamente e que apresentavam forma esférica (o que permitira uma melhor compactação e fluidez); já átomos de fogo teriam **bordas agudas** que possibilitariam seu espalhamento, como em um incêndio.

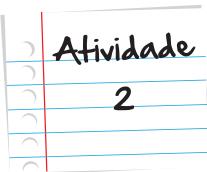
### Bordas agudas

Pontas afiadas como um caco de vidro!

Para os atomistas da Grécia Antiga (Leucipo e Demócrito), o átomo era uma partícula indivisível, impenetrável e invisível. E isto significava que a matéria era descontínua.

Sendo assim, a grande variedade de materiais encontrados na Natureza provinha dos diferentes tipos de átomos. Estes, ao se movimentarem, chocavam-se e formavam conjuntos maiores, gerando diferentes corpos, com características próprias.

## O que dizem os filósofos de 400 a C. sobre a composição do universo?



Que propostas sobre número, variedade e comportamento dos átomos foram feitas por certos filósofos gregos, há cerca de 400 anos a. C.? Na mesma época, outros filósofos defendiam outra ideia sobre a constituição da matéria. Que alternativa era essa?

Anote suas respostas em seu caderno

## Seção 3

### Os Alquimistas estão chegando

Apesar das ideias atomísticas, a teoria de Aristóteles prevaleceu por mais de 2000 anos. A teoria dos Quatro Elementos propunha que a mudança na quantidade dos elementos constituintes da matéria podia levar à diferenciação das propriedades e aparência dos corpos.

Essa concepção foi a base teórica para a crença na **transmutação** de metais menos nobres – como o chumbo – em ouro, metal cuja combinação de qualidades seria a mais perfeita possível. Aqueles que perseguiam esta transformação eram chamados de alquimistas. Eles prosperavam na Idade Média, trabalhando em segredo, protegendo o seu conhecimento com códigos e **criptogramas**.

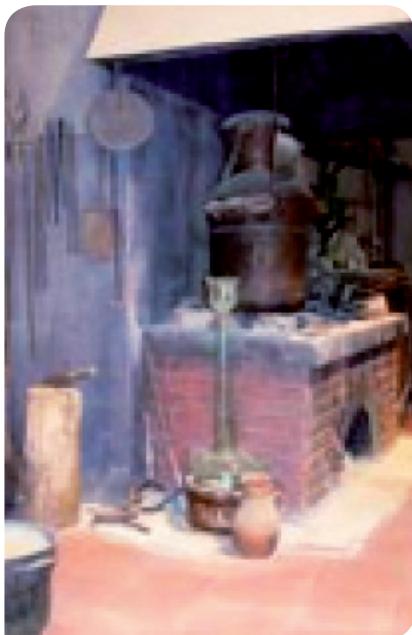
#### Verbetes

**Transmutação** – Transformação de um elemento químico em outro como, por exemplo, chumbo em ouro.

**Criptogramas** – São textos cifrados que obedecem a um código e a uma lógica pré-determinados para decifrar a mensagem. O criptograma pode ser montado, envolvendo números; letras; números e letras; símbolos gráficos. É muito usado nos dias atuais como passatempo em livros especializados, revistas e jornais.

Alguns classificam os alquimistas como místicos iludidos, tentando transformar chumbo em ouro. Ou talvez golpistas, que usavam uma química simples para impressionar os crédulos. Mas as origens da investigação científica sobre a composição do mundo estão em seus laboratórios secretos

Muitas destas tentativas foram empreendidas, durante o período medieval, usando-se vários procedimentos e operações que possibilitaram um grande avanço das técnicas de laboratório.



**Figura 6:** Representação de um laboratório da alquimia europeu. Os alquimistas trabalhavam escondidos em porões escuros das casas e dos castelos.

Fonte: <http://www.sxc.hu/photo/410469> – Autor – Adam Korzeniewski

Com tantas experiências, tudo o que eles aprenderam também os levaram a outras conquistas. Lembra-se da busca por medicamentos que combatessem a febre pleural que matavam as mães no século XIX e que falamos no início da aula? Sabe como isso começou?

Com um alquimista chamado *Philippus Theophrastus Bombast of Hohenheim* ou simplesmente Paracelso. Foi o primeiro a produzir remédios e fez isso através de técnicas da Alquimia, no início do século XVI.

Mas a alquimia daria ainda mais frutos: a ciência Química.



## Multimídia

### A pedra filosofal e suas várias estórias...

A pedra filosofal e a alquimia vêm sendo retratadas, ao longo dos anos, em diversos livros, filmes e seriados. Para quem não sabe, a pedra filosofal era um objeto que possuía diversos poderes, cujo mais famoso era a possibilidade da transmutação de chumbo em ouro.

Podemos citar alguns exemplos de histórias, envolvendo a pedra. Um deles é o livro de J.K. Rowling, *Harry Potter e a Pedra Filosofal*, lançado no Brasil, em 2000, e transformado em filme, em 2001, tornando-se um grande sucesso de bilheteria.

Podemos falar também da novela *Fera Ferida* da Rede Globo de Televisão, em 1993.

Um dos protagonistas da novela era um alquimista, chamado Flamel, representado pelo ator Edson Celulari. Acesse o link a seguir e lembre-se da novela: <http://memoriaglobo.globo.com/Memoriaglobo/0,27723,GYN0-5273-229898,00.html> e assista a uma cena inesquecível, quando Flamel provoca uma chuva de ouro na cidade, acessando: <http://video.globo.com/Videos/Player/Entretenimento/0,,GIM1653927-7822-REVEJA+CENA+INESQUECIVEL+DA+NOVELA+FERA+FERIDA,00.html>

## Seção 4

### Enfim a Química!

Um dos responsáveis por iniciar a transformação da Alquimia em algo menos **esotérico** e mais científico foi o alquimista Boyle, em 1661. Ele achava que os alquimistas tinham descoberto segredos fundamentais da natureza, mas questionava os seus métodos e a teoria dos Quatro Elementos.

#### Esotérico

Aquilo que é oculto, ou um conhecimento reservado para poucas pessoas, como um segredo. Pode ser definido ainda como algo que poucos conseguem compreender.

Diferente dos outros alquimistas, ele compartilhava seus métodos e foi capaz de passar adiante as ferramentas necessárias para ajudar a desvendar os mistérios da matéria. Foi uma verdadeira revolução!

Por toda a Europa, uma nova era de experimentação científica havia começado, onde as antigas doutrinas gregas eram reavaliadas e novos conceitos introduzidos.

Assim, ao adentrar o século XVIII, a ciência andava a passos largos e não dava mais para acreditar que tudo ao nosso redor era formado por apenas quatro elementos.

Um cientista teve um papel fundamental nesta história: Joseph Priestley. Suas pesquisas baseavam-se no estudo dos

três tipos de gases, conhecidos na época: o ar comum (que respiramos), o ar inflamável (hoje conhecido como hidrogênio) e o ar fixo (o gás carbônico). Mas, graças a um feliz acidente, ele conseguiu produzir um novo tipo de gás: o gás oxigênio.

Embora Priestley soubesse que tinha descoberto algo especial, ele não percebeu que havia isolado um elemento. Isso porque, àquela época, acreditava-se que o fogo era causado por uma entidade chamada flogisto, uma substância inodora, incolor, insípida e leve que fazia as coisas queimarem. Influenciado pela Teoria do Flogístico, ele batizou a substância produzida em seu experimento de ar deflogisticado. Mas a sua descoberta chegaria aos ouvidos de um dos químicos mais brilhantes de todos os tempos, o francês Antoine Lavoisier.

Lavoisier tinha o laboratório melhor equipado da Europa, com vários tipos de vidrarias e equipamentos de medidas de grande precisão (**Figura 7**). Nesse local, ele pesava, media, repesava e calculava com precisão todas as etapas dos seus experimentos. Dessa forma, repetindo e aperfeiçoando os experimentos de Priestley, ele compreendeu que o gás produzido era um novo elemento químico: o oxigênio. Enfim, Lavoisier mostrara que o flogisto não existia, sendo pioneiro na prática de um método científico, que poderia mapear rapidamente os elementos.

A Teoria dos Quatro elementos, então, teve o seu fim, uma vez que a própria água poderia ser dividida em: oxigênio (o novo elemento) e mais um (que foi chamado de hidrogênio). Vários outros elementos foram sendo descobertos pelos cientistas da época o que derrubou a ideia da existência de apenas quatro elementos.



**Figura 7:** Os equipamentos do laboratório de Lavoisier. Utilizando diversos tipos de equipamentos com precisões incríveis para a época, Lavoisier derrubaria definitivamente a Teoria dos Quatro Elementos.

Fonte: [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/b/b1/Labo-Lavoisier-IMG\\_0501.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/b/b1/Labo-Lavoisier-IMG_0501.jpg)

A água era composta de hidrogênio e oxigênio, a terra e o ar eram uma miscelânea de diferentes elementos, e o fogo... Bem, este não era um elemento. Foi dessa maneira, então, que a ciência Química entrava na era moderna, na qual os cientistas decifravam a matéria e faziam grandes descobertas.

E Lavoisier, graças a incansáveis estudos, postulou que não eram mais 4 elementos e sim 33! Isso possibilitou que antigos nomes alquímicos para as substâncias fossem substituídos. Enfim, tínhamos um vocabulário científico. O açafrao de marte adstringente virou óxido de ferro; o óleo de vitríolo virou ácido sulfúrico; o vitríolo azul agora é chamado sulfato de cobre; o litargírio passou a óxido de chumbo, o branco de Troyes é o carbonato de cálcio...



### Lavoisier revolucionou a Química, mas outra revolução o levou à morte!

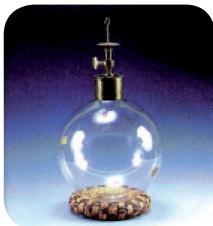
Antoine Laurent Lavoisier publicou o tratado elementar de química em 1789 o qual foi considerada uma obra revolucionária na época. O termo “revolução”, utilizado pelo próprio Lavoisier guarda uma relação com o sentido político da Revolução Francesa, uma vez que Lavoisier, vivendo sob a sombra deste movimento, acabou sendo vitimado por ele. Dispondo de vários recursos pessoais, pôde introduzir na Química técnicas de experimentação e medidas sofisticadas estabelecendo, em particular, o uso sistemático de balanças precisas e sensíveis.

Lavoisier adquiriu uma participação na Ferme Général, o sistema utilizado na França para a taxação de impostos. A Ferme Général não era um sistema muito popular na época, principalmente entre aqueles que tinham de pagar os impostos. Lavoisier morreu decapitado em 1794, após julgamento sumário.



Fonte: [http://pt.wikipedia.org/wiki/Antoine\\_Lavoisier](http://pt.wikipedia.org/wiki/Antoine_Lavoisier)

## Quer ir ao laboratório de Lavoisier?



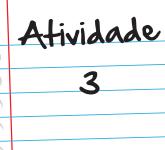
Faça a uma visita ao laboratório virtual do Químico Antoine Lavoisier. O site está em Inglês, mas você pode dar uma olhada nos instrumentos desenvolvidos por ele em seus experimentos.

Link: <http://moro.imss.fi.it/lavoisier/>

## Caça-palavras Uma ciência chamada Química

Encontre as respostas das seguintes questões no caça-palavras:

- a. Filósofo grego que propôs a teoria dos Quatro elementos: \_\_\_\_\_
- b. Filosofia que buscava transformar qualquer metal em ouro: \_\_\_\_\_
- c. Os filósofos atomistas: \_\_\_\_\_ e \_\_\_\_\_
- d. Os Quatro elementos: \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_ e ar.
- e. Filósofo grego que introduziu quatro qualidades à Teoria dos Quatro Elementos:  
\_\_\_\_\_
- f. Partícula indivisível, impenetrável e invisível a olho nu: \_\_\_\_\_
- g. Ciência que estuda os materiais: \_\_\_\_\_



**Atividade**  
3

N	V	M	D	C	P	F	C	R	E	B	S	K	N	T	S
P	R	O	U	G	O	J	E	M	O	V	E	D	T	X	X
H	O	L	D	G	J	I	P	O	E	T	L	E	E	C	R
D	P	K	O	O	S	É	O	R	S	I	E	J	R	O	V
G	P	Y	E	I	D	M	M	C	W	K	T	B	R	S	K
X	L	N	O	O	O	M	O	T	Á	N	Ó	O	A	L	I
G	D	V	C	Q	F	A	S	L	K	W	T	T	F	E	C
E	A	L	O	Q	R	F	L	F	P	Z	S	I	S	C	R
L	E	Y	E	L	T	S	E	I	R	P	I	R	O	A	G
S	V	B	P	R	D	A	N	J	Y	R	C	K	R	W	
L	S	T	A	Q	L	X	C	Y	C	K	A	Ó	H	A	H
A	L	Q	U	I	M	I	A	I	V	C	S	M	R	P	S
A	U	G	Á	L	T	Q	A	H	M	F	O	E	D	Z	F
O	P	I	C	U	E	L	K	P	N	Í	G	D	P	I	O
O	N	G	A	V	G	Y	Q	Z	X	T	U	C	L	J	X
A	M	A	G	R	T	R	V	L	K	G	Y	Q	X	Z	A

Anote suas  
respostas em  
seu caderno

É difícil olhar ao redor e não ter ideia do que o mundo é composto; não saber o que continha em um pedaço de madeira ou de ferro ou o porquê das suas diferentes propriedades.

Por mais de dois mil anos, não tivemos meios para desvendar a natureza e não havia outra escolha, senão basear o conceito de elemento no que era visível ao nosso redor.

E foi assim que os filósofos gregos propuseram a ideia de quatro elementos básicos para tudo o que existia ao redor. Mais tarde, essa teoria provaria ser um dos maiores erros do pensamento humano.

Com os alquimistas, essa teoria provocou o surgimento de várias técnicas de laboratório e deu origem a uma ciência que mudaria a relação do homem com o meio em que vive – a Química. Mas o segredo da composição da matéria ainda precisava ser desvendado...

Na próxima unidade, você estudará os métodos, desenvolvidos por químicos, que nos permitem identificar as substâncias que compõem os mais variados materiais, além das propriedades físicas e químicas que as caracterizam. Esse conhecimento nos ajudará a continuar nossa história. Até lá!

## Resumo

- A primeira ideia científica relativa à constituição de tudo que nos cerca remonta da Grécia antiga. Acreditava que tudo o que nos cerca – montanhas, árvores, computadores, cérebros, oceanos – é, de fato, constituído de um punhado de entidades simples.
- Empédocles e Aristóteles acreditavam que havia, somente, quatro elementos – terra, água, fogo e ar – que poderiam produzir todas as outras substâncias quando combinados em proporções corretas.
- Em paralelo, desenvolvia-se a teoria atômica – criada e defendida por Leucipo e seu discípulo, Demócrito – ao se dividir um pedaço de matéria, qualquer que seja, chegaria- se a pequeníssimas partículas que não poderiam mais ser divididas, mas que ainda manteriam as mesmas propriedades do corpo original. Para denominar esta partícula última utilizou-se a palavra “átomo” que significa, literalmente, indivisível.
- Durante séculos, no entanto, a ideia que prevaleceu foi a de Empédocles e Aristóteles (Teoria dos elementos), o que deu origem à Alquimia e aos seus mistérios. Mas o pensamento científico mudaria, principalmente, com o início do século XVIII e um francês teria um papel fundamental nesta história: Lavoisier. O seu trabalho seria fundamental para a transformação da Química.
- Surgia agora uma ciência chamada Química, a partir da ligação entre as habilidades práticas dos alquimistas com a prática da medição precisa, proposta por Lavoisier.

## Veja Ainda...

Aprenda um pouco mais sobre a história da Química, vendo os vídeos:

- A história da química contada por suas descobertas – Episódio: A Alquimia

[http://condigital.ccead.puc-rio.br/condigital/index.php?option=com\\_content&view=article&id=390&Itemid=91](http://condigital.ccead.puc-rio.br/condigital/index.php?option=com_content&view=article&id=390&Itemid=91)

- o Episódio: Experimentos químicos, que mostra não só a importância de Lavoisier para a Química, mas também de outros químicos que ainda aparecerão em nossa história.

[http://condigital.ccead.puc-rio.br/condigital/index.php?option=com\\_content&view=article&id=393&Itemid=91](http://condigital.ccead.puc-rio.br/condigital/index.php?option=com_content&view=article&id=393&Itemid=91)

E que tal uma boa leitura? Alguns livros bem interessantes abordam a Química de um modo que temos certeza de que você irá gostar:

- Alquimistas e Químicos: o Passado, o Presente e o Futuro – Jose Atilio Vanin. Editora Moderna.
- Barbies, bambolês e bolas de bilhar: 67 deliciosos comentários sobre a fascinante química do dia a dia – Joe Schwarcz. Editora Jorge Zahar.
- O que Einstein disse a seu cozinheiro – vol. 1 e 2 – Robert L. Wolke. Editora Jorge Zahar.
- Os Botões de Napoleão – As 17 Moléculas que Mudaram a História – Penny Le Couteur, Jay Burreson. Editora Jorge Zahar.

## Referências

### Bibliografia Consultada

- QUIMICA, G. D. P. E. E. **Interações e Transformações, V.3** – Livro do PROFESSOR : Edusp; 2002
- QUIMICA, G. D. P. E. E. **Interações e Transformações, V.3** – Livro do Aluno : Edusp; 2002
- BRAGA, Marco; GUERRA, Andréia & REIS, José Cláudio. **Breve História da Ciência Moderna: convergência de saberes (Idade Média)**. Rio de Janeiro, Jorge Zahar, 2003.
- BRAGA, Marco; GUERRA, Andréia & REIS, José Cláudio. **Breve História da Ciência Moderna: das máquinas do mundo ao universo-máquina (séculos XV a XVII)**. Rio de Janeiro, Jorge Zahar, 2004.
- HUILLIER, Pierre. **De Arquimedes à Einstein: a face oculta da invenção científica**, Rio de Janeiro, Jorge Zahar Editor, 1994.
- WYNN, C. M. **As Cinco Maiores Ideias da Ciência**, Editora Prestígio.
- ROBERTS, R. M. **Descobertas Acidentais em Ciências**, Papirus, 1995.
- <http://www.recantodasletras.com.br/artigos/1554104>, acessado em 06/03/2012, às 17:31.

- CHASSOT, Ático. **Alquimiando a Química**. Química Nova na Escola, n.1, 1995. P. 20-22.
- CHASSOT, Ático. **A Ciência através dos tempos**. São Paulo: Moderna, 1994. 189 p.
- STHATHERN, Paul. **O Sonho de Mendeleiev: a verdadeira história da Química**. 1<sup>a</sup>. Edição. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Ed., 2002. 264 p.

## Atividade 1

Um dos exemplos que você pode citar é o caso da chuva. As nuvens são constituídas do elemento ar, o qual possui as qualidades úmido e quente. Já o resfriamento destas nuvens transforma a qualidade quente na qualidade fria. Como a qualidade úmida permanece, o ar transforma-se em água.

**Respostas  
das  
Atividades  
breve!**

## Atividade 2

Para os atomistas da Grécia Antiga, em especial Demócrito e Leucipo, o átomo era uma partícula indivisível, impenetrável e invisível. Para eles, a grande variedade de materiais na natureza provinha dos movimentos dos diferentes tipos de átomos, que, ao se chocarem, formavam conjuntos maiores, gerando diferentes corpos com características próprias.

No entanto, um grupo encabeçado por Empédocles e Aristóteles defendia que a matéria era contida por quatro elementos básicos. Este elementos poderiam converter-se entre si, dependendo das qualidades que possuíam, conforme descrito no quadro abaixo:

Elementos	Qualidades
Terra	Frio e seco
Fogo	Seco e quente
Água	Frio e úmida
Ar	Úmido e quente

## Atividade 3

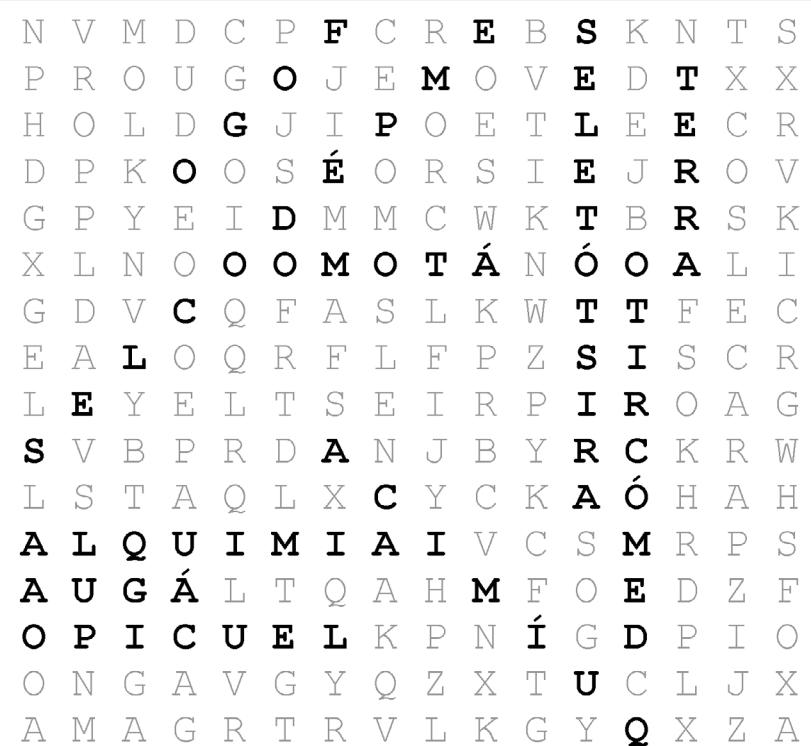
- Empédocles
- Alquimia
- Leucipo e Demócrito
- Água, terra, ar e fogo

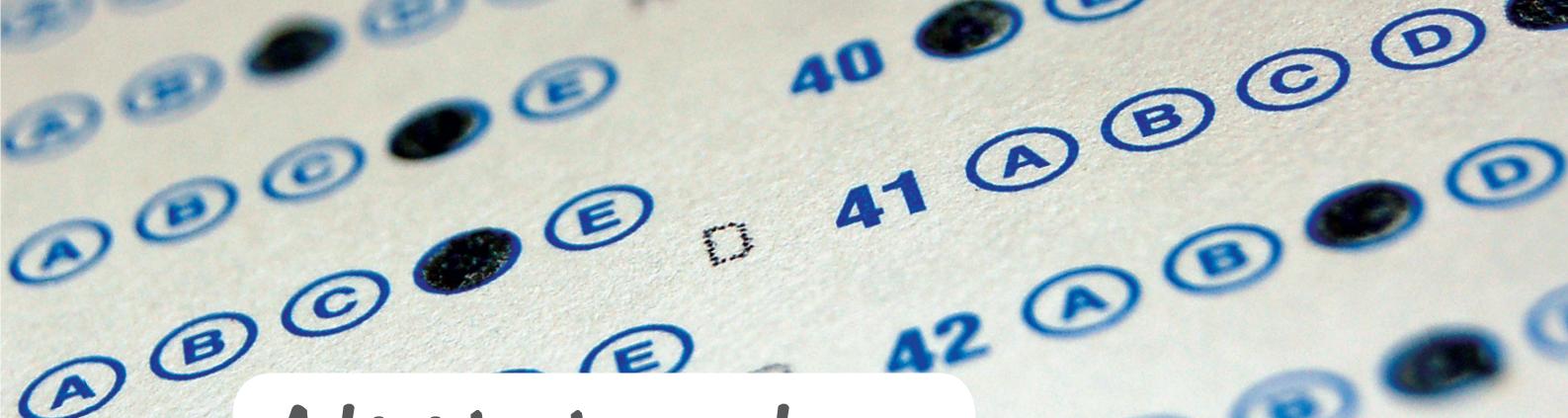
e. Aristóteles

f. Átomo

g. Química

Respostas  
das  
Atividades





## Atividade extra

### Questão 1 – Cecierj – 2013

A partir do século XVII, a ciência andava a passos largos e não dava mais para acreditar que tudo ao nosso redor era formado por apenas quatro elementos. Alguns personagens, como o alquimista Boyle, Priestley e Lavoisier, tiveram um papel fundamental nessa história.

Quais foram os fatores que enterraram de vez a teoria dos quatro elementos?

### Questão 2 – Cecierj – 2013

Toda a matéria é formada por átomos. Parece fácil hoje em dia dizer isso, mas durante dois mil anos, os homens acreditaram que a matéria era formada apenas pela combinação de quatro elementos: água, terra, fogo e ar, além de 4 qualidades. Apesar disso, o nome “átomo” surge na Grécia Antiga, proposta inicialmente pelo filósofo:

- a. Empedócles.
- b. Lavoisier.
- c. Leucipo.
- d. Lavoisier.

## **Questão 3 – Cecierj – 2013**

Magos, bruxos, charlatões.... Assim eram considerados os Alquimistas na Idade Média. Mas a busca pela transformação de qualquer metal em ouro ou pela vida eterna propiciou uma importante contribuição à ciência Química. Qual foi essa contribuição?

## **Questão 4 – Cecierj – 2013**

Enfim a Química! Lavoisier foi responsável por acabar de vez com a Teoria do Flogisto e, consequentemente, com a Teoria dos Quatro Elementos. Explique como esse grande cientista, chamado por muitos como o pai da Química, conseguiu transformar a química em uma ciência.

## **Questão 5 – Cecierj - 2013**

Do que somos feitos? A busca pela resposta ocorre desde a Grécia Antiga, mas em duas linhas de pensamento diferentes: uma delas associada ao grande filósofo Aristóteles e outra aos filósofos Leucipo e Demócrito. Qual eram as respostas dessas duas linhas de pensamento sobre a questão “do que somos feitos?”

## **Questão 6 – Cecierj – 2013**

Desde o início, Lavoisier adotou uma abordagem moderna da Química. Essa era sintetizada por sua fé na balança. (STRATEHERN, Paul. O sonho de Mendeleiev: a verdadeira história da química. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 2002).

Do ponto de vista do método científico, essa frase traduz a relevância que Lavoisier atribuía a:

- a. teorias.
- b. modelos.
- c. hipóteses.
- d. experimentos.

# Gabarito

## Questão 1

Alguns experimentos que descobriram novos elementos químicos.

## Questão 2

- A      B      C      D
- 

## Questão 3

Os alquimistas foram responsáveis pela criação de várias técnicas de laboratório que são usadas até hoje em dia.

## Questão 4

Lavoisier foi pioneiro na prática do método científico que lhe permitiu descobrir e analisar os elementos químicos.

## Questão 5

Segundo as ideias de Aristóteles e Empédocles, tudo ao nosso redor era composto de apenas quatro elementos básicos, que poderiam ser transformados um em outro, dependendo das qualidades que possuíam. Já os atomistas da Grécia antiga acreditavam que a matéria era formada por átomos, partículas indivisíveis, impenetráveis e invisíveis.

## Questão 6

- A      B      C      D
- 

Até breve!



# Planeta Terra ou Planeta Água?

Fascículo 1  
**Unidade 2**



# Planeta Terra ou Planeta Água?

Para início de conversa...

Lavar as mãos é um ato simples, você não acha?



Figura 1: Uma mão lava a outra! Com água e sabão, suas mãos podem ficar livres de substâncias contaminantes. Mas, por que esses dois ingredientes fazem toda a diferença?

À primeira vista, até pode parecer simples, mas há muito conhecimento implicado em lavar as mãos. Para começar a exemplificá-lo, podemos falar do sabão, o qual é utilizado no processo. Quimicamente, ele é composto por substâncias que se ligam tanto à “sujeira” quanto à água. Dessa forma, é possível que a água retire das mãos todas as suas impurezas, dentro das quais se incluem muitos seres vivos (a maioria microscópica) que podem causar doenças ao seres humanos.

Mas como foi possível chegar à tal conclusão sobre os efeitos da água e do sabão perante a “sujeira”?

Para entender esse processo, os cientistas tiveram de estudar o comportamento das substâncias que compõem o sabão. Eles tiveram, também, de compreender melhor como é a estrutura da molécula da água, conhecer suas propriedades, o seu comportamento em relação à temperatura.

Além disso, a água é um dos principais meios de transmissão de doenças. Seu tratamento é crucial para a saúde pública e existem diversos componentes dissolvidos na água que podem não ser benéficos à saúde humana. Investigar previamente suas características, como estado físico e densidade, faz-se essencial no controle de sua qualidade.

Quase toda a água potável que consumimos transforma-se em esgoto que é reintroduzido nos rios e lagos. Estes mananciais, uma vez contaminados, podem conter microrganismos causadores de várias doenças, como a diarreia, hepatite, cólera e febre tifóide. Além dos microrganismos, as águas dos rios e lagos contêm muitas partículas que também precisam ser removidas antes do consumo humano. Daí a necessidade de se tratar a água para que esta volte a ser propícia para o consumo humano.

Para descobrir se a água foi realmente purificada, vários testes químicos e físicos são realizados para comprovar a sua qualidade.

Determinar as propriedades físicas é um dos principais métodos que os químicos possuem para descobrir qual substância está presente em um determinado material. E mais, podem descobrir se essas substâncias são puras, ou seja, se não estão misturadas com outras substâncias que podem ocasionar efeitos indesejáveis.

Em uma indústria farmacêutica, por exemplo, todas as matérias-primas utilizadas para a fabricação de medicamentos ou vacinas são analisadas para descobrir se estão dentro de padrões estabelecidos. E isso é feito, em alguns casos, através da análise das propriedades físicas das substâncias.

E o mesmo procedimento é realizado com os alimentos que consumimos. Quando preparamos um refresco, juntamos várias substâncias (aromatizante, açúcar, água etc.) para formar uma mistura com propriedades indefinidas. Por que indefinidas? Porque algumas características finais, como o sabor, a densidade ou a acidez serão o resultado da soma de cada uma das substâncias individualmente, quer dizer, cada um participa pouco do resultado final.

Nesta unidade, você aprenderá sobre os estados físicos e as propriedades específicas da matéria e como essas propriedades indicam a existência de uma substância ou de uma mistura de substâncias.

Bons estudos!

# Objetivos da aprendizagem

- Descrever e identificar os diferentes estados físicos da matéria.
- Identificar a densidade como sendo uma relação entre massa e volume de um material.
- Caracterizar uma substância de acordo com as suas temperaturas de fusão e ebulação.
- Distinguir os diferentes tipos de misturas.
- Distinguir os diferentes processos de separação de misturas homogêneas e heterogêneas.

# Seção 1

## Água mole em pedra dura...

Você sabe a diferença entre os três estados físicos da matéria: sólido, líquido e gasoso?

Imagine um copo, contendo um gostoso sorvete. O que acontece com ele, se o copo for deixado certo tempo à temperatura ambiente?

No início, notamos que o tamanho e a forma do sorvete não sofrem influência do tamanho ou da forma do copo. Por apresentar forma e **volume** definidos, dizemos que o sorvete encontra-se no estado sólido.

### Volume

É a grandeza que representa o espaço ocupado por um corpo. Pode ser medido em litro, mililitro, centímetro cúbico, entre outras unidades de medida.

No entanto, conforme o sorvete vai derretendo (**Figura 2**), a matéria passa a ter a forma do copo, mas continua com um volume ainda definido. Assim, dizemos que o sorvete encontra-se no estado líquido. A passagem do estado sólido ao líquido é chamada de fusão.



Figura 2: Ao derreter, o sorvete passa a tomar a forma não mais de uma bola, como quando congelado, e sim a forma do copo onde está inserido.

Imagine agora uma panela com água, sendo aquecida com auxílio da chama de um fogão (Figura 3).



Figura 3: Água fervendo em uma panela.

Com o passar do tempo, o líquido vai esquentando até o momento em que começa a se transformar em vapor. Se o vapor for recolhido em um recipiente fechado, vamos observar que ele não apresenta forma (assume a forma do recipiente) nem volume próprios (ocupa todo o volume do recipiente). Dizemos que o vapor encontra-se no estado gasoso e que a passagem do estado líquido ao gasoso é chamada de vaporização.

Se colocarmos uma tampa na panela com a água fervendo, verificaremos a formação de gotículas de água em sua parte interna, devido ao resfriamento do vapor ao entrar em contato com uma superfície mais fria. A passagem do estado vapor para o estado líquido recebe o nome de condensação.

Ao resfriarmos ainda mais um líquido, por exemplo, colocando um copo com água em um congelador, o líquido passa a sólido, mudança de estado conhecida como solidificação.

O esquema representado na Figura 4 resume os processos de mudança de estado físico:

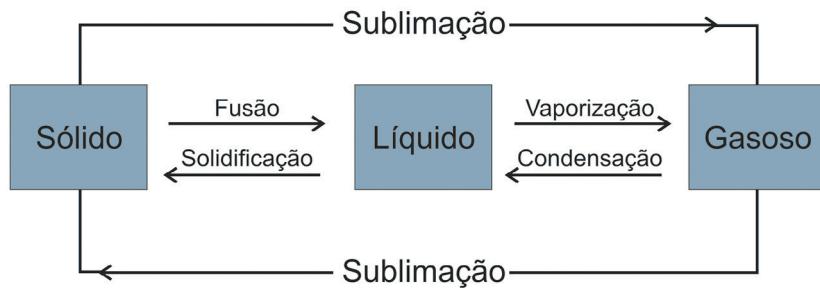


Figura 4: Esquema com as mudanças de estados físicos da matéria: a passagem do estado sólido para o estado líquido é chamada de fusão, já a o processo inverso (passagem do estado líquido para o sólido) é chamado de solidificação. A passagem do estado líquido para o gasoso é chamada de vaporização e o processo inverso é a condensação. Quando ocorre a passagem do sólido para o gasoso, chamamos de sublimação.

No esquema, foi citado o termo “sublimação”. Você já ouviu falar nele? Ao colocarmos bolinhas de naftalina em uma gaveta, observamos que com o passar do tempo, elas diminuem de tamanho. Isto ocorre, pois as mesmas passam diretamente do estado sólido ao estado gasoso, sem passar pelo líquido, mudança de estado denominada sublimação.

### Importante

E agora, você saberia dizer qual a diferença entre os três estados físicos?

Veja:

- Um material é sólido quando possui forma definida, independente do recipiente em que esteja, e não pode ser **comprimido** à pressão de 1 atm para ocupar um volume menor, ou seja, também possui volume definido.
- Um material é líquido quando a sua forma depende do recipiente que ocupa, ou seja, não possui forma definida, mas também não pode ser comprimido à pressão de 1 atm, possuindo volume definido.
- Um material é gasoso quando não possui nem forma nem volume definidos, ocupando todo o volume disponível do recipiente que estiver contido. Ele pode ser comprimido.

### Comprimido

Característica de uma substância que sofreu compressão, ou seja, diminuiu o seu volume graças à pressão.

## Classificando materiais de nosso dia a dia em sólidos, líquidos ou gasosos

Classifique os materiais e objetos listados a seguir em sólidos, líquidos ou gasosos, conforme o que foi discutido na unidade, preenchendo a tabela abaixo.

Materiais e objetos: álcool, algodão, sal de cozinha, ar, tábua de madeira, palha de aço, mel, neblina, gasolina, bolhas que desprendem de um refrigerante, xampu, farinha, gás de cozinha, leite, serragem e nuvem.

Sólidos	Líquidos	Gasosos

Anote suas  
respostas em  
seu caderno

### Aqueça a naftalina!

O que ocorre, quando aquecemos a naftalina? Veja um experimento bem simples sobre a sublimação.

Visite: <http://www.pontociencia.org.br/experimentos-interna.php?experimento=440&MUDANÇAS+DE+ESTADO+FÍSICO>



## Seção 2

## As propriedades físicas das substâncias

Agora, imagine que você precisasse diferenciar dois líquidos incolores, contidos em duas garrafas, e soubesse apenas que um deles é constituído por água pura e o outro por água misturada com veneno. Você teria coragem de beber ou cheirar os líquidos para diferenciá-los? Certamente não, pois é possível que você se intoxique com alguma substância.

Nesta situação, é mais comum se utilizar as propriedades físicas das substâncias para diferenciá-las. Essas propriedades possuem valores medidos e, portanto, são mais precisas para identificar ou diferenciar os materiais. Dentre as propriedades específicas físicas, podemos citar a densidade, a temperatura de fusão e a temperatura de ebulição.

## O que “pesa” mais um quilo de chumbo ou um quilo de algodão?

Conseguiu responder à pergunta do título? Na verdade, os dois possuem a mesma massa: um quilo. Você apenas precisará de um volume bem maior de algodão do que de chumbo para ter a mesma massa dos dois.

### Massa

É uma grandeza que representa a quantidade de matéria que um corpo possui. A massa pode ser medida, principalmente, nas seguintes unidades: em quilograma, grama, miligrama.

A densidade ou massa específica ( $d$ ) é a propriedade que relaciona a massa e o volume de objetos que possuem o mesmo material e são constantes a uma dada temperatura. Geralmente, essa grandeza é medida em gramas por mililitro ( $\text{g/mL}$ ), e é obtida, dividindo-se a massa (em g) de uma amostra da substância pelo seu volume (em mL). Também pode ser medida em grama/ $\text{cm}^3$ .



Densidade é uma grandeza que expressa quanto há de massa por unidade de volume de um dado material.

$$\text{densidade} = \frac{\text{massa (g)}}{\text{volume (mL)}}$$

A densidade de um material depende de sua temperatura.

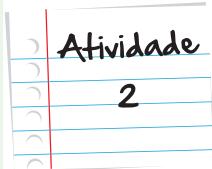
A densidade é uma propriedade utilizada na identificação dos materiais. Em postos de gasolina, por exemplo, são utilizados aparelhos chamados “densímetros”, que possibilitam ao consumidor comprovar a qualidade do etanol que está sendo vendido. Quando o combustível está fora das especificações, com uma quantidade maior de água que a permitida pela legislação, a diferença é indicada pelo densímetro.

O etanol vendido como combustível é uma mistura (etanol + água) que deve ter densidade entre 0,8075 a 0,8110 g/cm<sup>3</sup>. Já o etanol puro possui densidade igual a 0,79 g/cm<sup>3</sup> enquanto a água d = 1,00 g/cm<sup>3</sup>. Se o etanol estiver adulterado, ou seja, com mais água que o limite permitido, terá uma densidade maior que a esperada.

### O que custa mais: um quilo ou um litro de querosene?

O óleo vegetal ( $d = 1,4 \text{ g/cm}^3$ ) é vendido, normalmente, por massa, enquanto o querosene ( $d = 0,8 \text{ g/cm}^3$ ) é vendido por volume. Sabendo disso, responda:

- A densidade da água é igual a 1,0 g/cm<sup>3</sup>, ou seja, 1,0 kg de água ocupa um volume de 1,0 litro. Utilizando esse raciocínio, determine a massa existente em 2 litros de óleo vegetal e o volume presente em 3,2 kg de querosene.
- Um agricultor foi à cidade comprar querosene para o seu trator. Passando por duas lojas, identificou os preços do querosene conforme as placas a seguir:



Loja A	Loja B
Querosene R\$ 20,00/L	Querosene R\$ 20,00/kg

Em qual loja ele irá comprar a maior quantidade de querosene com R\$100,00?

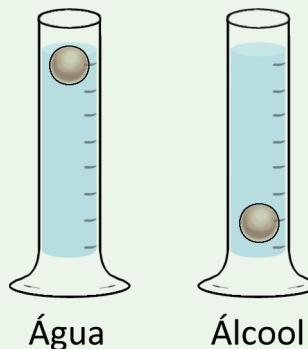
Anote suas  
respostas em  
seu caderno

## Atividade

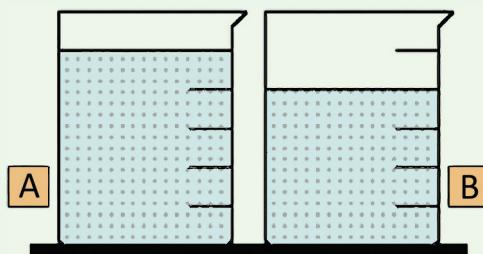
3

### Água ou álcool?

Para comparar a densidade de dois líquidos, a água e o álcool, foram usadas esferas com uma mesma densidade e obteve-se o seguinte resultado:



Agora temos dois recipientes idênticos, como esquematizados abaixo. Um deles contém certa massa de água e o outro, a mesma massa de álcool.



Através da análise da primeira figura, você saberia dizer quem tem maior densidade, o álcool ou a água? E, observando a segunda figura, qual das substâncias está no frasco A e qual está no frasco B? Justifique suas respostas.

Anote suas  
respostas em  
seu caderno

## Banho-Maria: a química aplicada na cozinha

Você sabia que o banho-maria tem o objetivo de manter constante a temperatura de cozimento de alimentos sensíveis ao calor? Por exemplo, ao cozinharmos um pudim, em banho-maria, temos a certeza que a temperatura do cozimento não irá ultrapassar 100°C. Mas por que podemos afirmar isso?

Como você estudou nessa unidade, a matéria muda o seu estado físico, dependendo das condições de temperatura e pressão. Quando a água é aquecida, ela só entrará em ebulação (passagem do líquido para gasoso) quando atingir uma temperatura específica, que será de 100°C (ao nível do mar, ou seja, à pressão de 1 atmosfera). Da mesma forma, o gelo só irá derreter (fusão), quando atingir 0°C. Esses valores de temperatura recebem nomes especiais: temperatura de ebulação e temperatura de fusão, respectivamente.

A temperatura de fusão – TF – indica a temperatura que o sólido passa para o estado líquido; já a temperatura de ebulação – TE – é a temperatura que o líquido para o estado gasoso.



### Maria e o banho-maria

O banho-maria é uma técnica de aquecimento, utilizada tanto em laboratórios de Química como nas cozinhas das casas. Foi inventado, na Idade Média, por uma mulher conhecida por Maria, a Judia que é considerada como um dos quatro maiores alquimistas da época. O seu trabalho destacou-se dos demais alquimistas pelo grande desenvolvimento que ela trouxe às práticas de laboratório.



## Derretendo o gelo....

### Atividade

4

A animação abaixo representa o aquecimento de uma porção de gelo:

<http://www.lapeq.fe.usp.br/labdig/simulacoes/fase.php>

Responda às questões abaixo e, caso necessário, assista à animação novamente.

- a. Você verificou uma mudança no estado físico após o início do aquecimento? Descreva a primeira mudança.
- b. Qual era a temperatura que o termômetro indicava, quando ocorreu esta mudança?
- c. O que ocorre entre 12 a 40 segundos, aproximadamente?
- d. Em qual temperatura, a água começa a ferver (ebulição)?
- e. Por que, após 1 minuto e 50 segundos aproximadamente, a temperatura eleva-se novamente?

Anote suas  
respostas em  
seu caderno

O gráfico que aparece na animação da atividade 4 representa todas as etapas de mudança do estado físico da água, bem como de outras substâncias, de acordo com os suas diferentes temperaturas de fusão e ebulição. Esse gráfico é chamado de diagrama de mudança de estados.

Na Figura 5, temos o diagrama de mudança de estado da água:

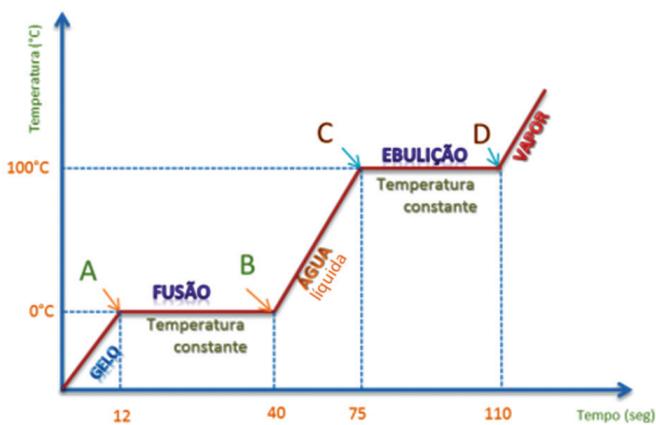


Figura 5: Diagrama de mudança de estado da água. A análise do gráfico permite observar que no intervalo de tempo em que ocorre a fusão (12 – 40 segundos), a temperatura permanece constante ( $T_F = 0^\circ\text{C}$ ). No intervalo de tempo em que ocorre a ebulação (75-110 segundos), a temperatura permanece constante ( $T_E = 100^\circ\text{C}$ ).

Agora você saberia dizer qual o estado físico da água em uma temperatura de  $50^\circ\text{C}$ ?

Como se pode observar na Figura 6, a temperatura de  $50^\circ\text{C}$  é maior que a temperatura de fusão da água ( $0^\circ\text{C}$ ). Isso quer dizer que água já está derretida, ou seja, no estado líquido. E como  $50^\circ\text{C}$  é uma temperatura abaixo de  $100^\circ\text{C}$ , não será suficiente para “ferver” a água, ou seja, não ocorre a passagem do estado líquido para o estado gasoso.

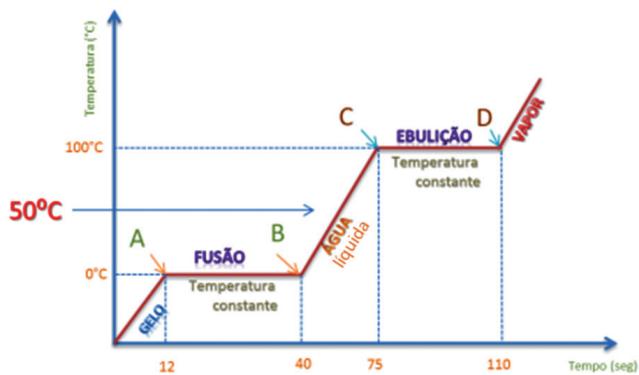


Figura 6: E a  $50^\circ\text{C}$ , qual o estado físico da água? Pelo gráfico, podemos perceber que nesta temperatura a água encontra-se no estado líquido.

Veja outros exemplos de temperatura de fusão e de ebulação para outras substâncias na Tabela 1 abaixo:

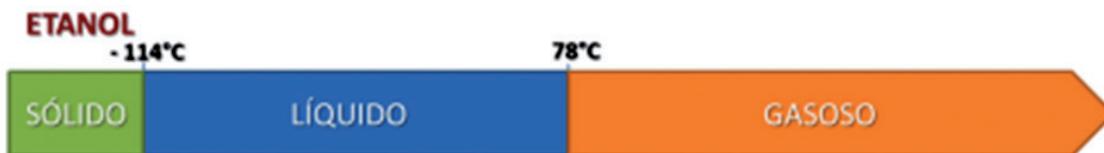
Tabela 1: Temperaturas de fusão e de ebulação de algumas substâncias, em pressão de 1 atmosfera.

Substância	Temperatura de fusão	Temperatura de ebulação
Água	0°C	100°C
Etanol	- 114°C	78°C
Mercúrio	- 39°C	357°C
Benzeno	6°C	80°C

Como interpretar esses valores?

a) o etanol:

- até a temperatura de -114°C, o etanol encontra-se no estado sólido;
- entre -114°C e 78°C – estado líquido;
- em temperaturas acima de 78°C – estado gasoso.



b) o mercúrio:

- até a temperatura de -39°C, o mercúrio encontra-se no estado sólido;
- entre -39°C e 357°C – estado líquido;
- em temperaturas acima de 375°C – estado gasoso.



E não se esqueça! As temperaturas de fusão e de ebulação das substâncias permanecem constantes, enquanto ocorre a mudança de estado. Já em sistemas que contêm uma mistura de substâncias – como água e sal de cozinha – ocorrem variações de temperaturas durante a fusão e a ebulação.

## Sólido, líquido ou Gasoso?

Qual o estado físico (sólido, líquido ou gasoso) das substâncias da tabela a seguir, quando as mesmas se encontram no Deserto da Arábia, à temperatura de 50°C (pressão ambiente = 1atmosfera)?

Atividade

5

Substância	TF	TE
clorofórmio	-63	61
éter etílico	-116	34
etanol	-117	78
fenol	41	182
pentano	-130	36

TF = temperatura de fusão em °C.

TE = temperatura de ebulição em °C.

(Os dados da tabela estão a 1atm.)

Above suas  
respostas em  
seu caderno

## Seção 3

### As misturas

Imagine você, em um dia quente, entrando em uma lanchonete para pedir um pouco de água para beber. O atendente dá o copo e você não percebe nenhuma sujeira na água. Você poderia afirmar que esta água é pura ou apenas potável? Existe diferença?

Uma água potável é aquela adequada ao consumo humano. Ela até pode conter impurezas, desde que não sejam nocivas à nossa saúde, ou seja, mesmo contendo outros componentes a água pode ser potável.

A água para o nosso consumo é, na verdade, uma mistura de diversas substâncias, como alguns sais minerais, principalmente de cálcio, cobre, cromo, flúor, iodo, ferro, magnésio, manganês, molibdênio, fósforo, potássio, selênio, sódio e zinco.

Misturas são combinações de duas ou mais substâncias diferentes em proporções fixas e definidas. Cada aspecto distinto que podemos observar em uma mistura, seja a olho nu, ou com auxílio de lentes de aumento ou microscópios é chamado de fase. As misturas são classificadas em:

- Misturas homogêneas ou soluções: são as que apresentam uma única fase (monofásicas). Podemos citar como exemplos: água e açúcar, o vinagre (Figura 7) e o ar atmosférico.



Figura 7: Um grande acompanhamento para a salada é uma mistura homogênea!

- Misturas heterogêneas: são as que apresentam mais de uma fase (polifásicas). Podemos citar como exemplos: água e óleo (bifásica) (Figura 8), óleo + água + areia (trifásica).



Figura 8: Mistura bifásica: óleo + água.

## Ligas Metálicas

As ligas metálicas são misturas sólidas de dois ou mais metais. Muitas delas estão presentes em nosso cotidiano. Veja alguns exemplos:

- Latão: mistura de 67% de cobre e 33% de zinco.
- Bronze, material usado na estátua de Marco Aurélio que vemos na imagem: mistura de 90% de cobre e 10% de estanho.
- Ouro 18 quilates: mistura de 75% de ouro e 25% de cobre.

Saiba Mais



## Seção 4 Água potável e a busca por novas fontes

O consumo de água doce no mundo cresce a um ritmo superior ao do crescimento da população. Resta, como uma das saídas, a produção de água doce, retirando-a do mar ou das águas salobras dos açudes e poços.

Atualmente, muitos países e cidades estão se abastecendo totalmente da água doce, extraída da água salgada do mar. A dessalinização de águas salobras acontece quando esta é aquecida até o seu ponto de ebulição, passando para o estado gasoso, enquanto o sal fica no estado sólido, separando-se da água. O vapor d'água é, então, condensado, obtendo-se água própria para o abastecimento.

Apesar desse processo ainda possuir custos elevados, ele se apresenta como uma boa alternativa, ou concorrendo ainda como uma das alternativas, com o transporte de água em navios tanques, barcaças e outros.

Um dos grandes desafios da química tem sido a obtenção de substâncias puras a partir de misturas, já que a maioria dos materiais presentes na natureza é formada por misturas de substâncias. Vamos ver agora quais processos podemos empregar para separar os componentes das misturas heterogêneas e homogêneas.

## Como separar as substâncias de misturas heterogêneas?

Os processos de separação de misturas heterogêneas empregam ações mecânicas. Vamos destacar, a seguir, alguns dos mais utilizados.

- **Filtração:** é um processo utilizado para separar um sólido de um líquido ou de um gás. Como exemplos de processos de filtração empregados no dia a dia, podemos citar: a filtração da água em um filtro com vela de porcelana ou carvão ativo e a separação do pó do café do líquido com um coador de pano ou de papel (Figura 9).



Figura 9: Coador de café de papel.

- **Decantação:** é utilizada na separação do sólido de um líquido ou de um gás, ou na de líquidos que não se misturam. No caso do sólido e do líquido, o sistema é deixado em repouso até que o sólido deposite-se no fundo por ação da gravidade. É um método muito empregado nas estações de tratamento de água para abastecimento das cidades (Figura 10).



Figura 10: Tanques de decantação de uma estação de tratamento de água.

## Processos de separação de misturas homogêneas

Na separação dos componentes de misturas homogêneas, empregam-se processos físicos, que envolvem mudanças de estado, como a passagem do estado líquido para o gasoso. Vamos destacar, a seguir, um dos mais utilizados.

- Destilação: é um processo utilizado para separar soluções, constituídas de duas ou mais substâncias líquidas ou de sólidos totalmente dissolvidos em líquidos. Por meio do aquecimento da solução, é possível separar o componente de menor temperatura de ebulição, usando um equipamento chamado destilador. A destilação é utilizada industrialmente na fabricação de bebidas (como a cachaça) e do álcool etílico.

## Saiba Mais

### O petróleo também possui suas substâncias separadas. Você sabe como?

Os diferentes componentes do petróleo (gasolina, querosene, óleo diesel etc.) também são obtidos por destilação, que, neste caso, é chamada de destilação fracionada. Esse processo geralmente é feito em refinarias, como a da figura.



## Multimídia

### Um pouco mais sobre separação de misturas, que tal?

Você encontrará uma animação bem interessante na página do Laboratório Virtual da Universidade de São Paulo (LabVirt), envolvendo os processos de separação de misturas



Visite: [http://www.labvirtq.fe.usp.br/simulacoes/quimica/sim\\_qui\\_zanzan.htm](http://www.labvirtq.fe.usp.br/simulacoes/quimica/sim_qui_zanzan.htm)

Quer conhecer outros processos de separação de misturas? Você encontrará várias informações no site "Infoescola". Visite:

- <http://www.infoescola.com/quimica/separacao-de-substancias-misturas/>

## **Separando misturas...**

Em uma república estudantil, um dos moradores deixou cair óleo de cozinha em um recipiente com sal. Considerando que o sal não é solúvel no óleo, como será possível recuperar os dois?

## Atividade

Como você acabou de estudar, alguns materiais, como a água, precisam ser purificados para serem consumidos em nosso cotidiano. E para descobrir se eles estão realmente isentos de impurezas, precisamos determinar algumas propriedades desses materiais, como a densidade, a temperatura de fusão e a temperatura de ebulição, conceitos que você conheceu nesta aula. Na próxima unidade, retomaremos nossa viagem histórica pelo mundo da Química e você aprenderá sobre como a teoria atômica foi se desenvolvendo ao longo do tempo. Acompanhando os avanços tecnológicos, a ideia de átomo foi se aperfeiçoando, passando por vários modelos até chegar no que hoje entendemos, ainda, como a menor partícula da matéria. Até lá!

## Resumo

- A matéria pode ser encontrada sob a forma de três estados físicos: sólido, líquido e gasoso.
  - O estado sólido apresenta forma e volume definidos.
  - O estado líquido apresenta forma variável e volume definido.
  - O estado gasoso apresenta forma e volume variáveis.
  - As substâncias são caracterizadas pelas seguintes propriedades específicas: densidade, temperatura de fusão e temperatura de ebulição.
  - A densidade ou massa específica ( $d$ ) é a propriedade que relaciona a massa e o volume de objetos que possuem o mesmo material e são constantes a uma dada temperatura. Tal propriedade é utilizada na identificação dos materiais e em procedimentos de separação de misturas.

- Misturas são combinações de duas ou mais substâncias diferentes em proporções fixas e definidas.
- Misturas homogêneas ou soluções possuem apenas uma fase.
- Misturas heterogêneas possuem duas ou mais fases.

## Veja ainda...

Para quem gosta de aprender coisas novas, temos algumas sugestões para enriquecer o seu aprendizado! Você poderá acessar os endereços a seguir para interagir melhor com esses conhecimentos:

- [www.pontociencia.org.br](http://www.pontociencia.org.br), na página do Projeto Ponto Ciéncia, você encontrará várias sugestões de experimentos, envolvendo as propriedades da matéria.
- <http://qnesc.sbv.org.br>, na página da revista Química Nova na Escola (QNEsc), publicada pela Sociedade Brasileira de Química (SBQ), você encontrará vários artigos e também vários cadernos temáticos de forma totalmente gratuita.

## Referências

### Bibliografia Consultada

- CANTO, E. L.; PERUZZO, T. M. **Química na abordagem do cotidiano** (Projeto Moderna Plus). 1ª Edição, Editora Moderna, São Paulo, 2010, 520 p.
- GOMES, L. A. K. **Propriedades específicas dos materiais**. Química Nova na Escola, v.8, p.20-3, 1998. Disponível em: <http://qnesc.sbv.org.br/online/qnesc08/relatos.pdf>, acessado em 27 de dezembro de 2011.
- MORTMER, E. F.; MACHADO, A. H. **Química 1** (Ensino Médio). 1ª Edição, Editora Scipione, São Paulo, 2010, 288p.

## Atividade 1

Sólidos: possuem forma e volume definidos	Líquidos: possuem forma variável e volume definido	Gasosos: possuem forma e volume variáveis
algodão	álcool	Ar
sal de cozinha	mel	neblina
tábua de madeira	gasolina	bolhas que desprendem de um refrigerante
palha de aço	xampu	gás de cozinha
farinha	leite	nuvem
serragem		

Respostas  
das  
Atividades

## Atividade 2

a . Como a densidade do óleo vegetal é  $1,4 \text{ g/cm}^3$ , podemos dizer que em 1 litro teremos 1,4 Kg. Como 1 mL é a mesma coisa que  $1 \text{ cm}^3$ , multiplicando por mil, teríamos 1000 mL, ou seja, 1 litro. Após multiplicarmos 1,4 g por mil, obtemos 1400 g, ou seja, 1,4 kg.

Sendo assim,  $1,4 \text{ g/cm}^3$  é igual a  $1,4 \text{ kg/L}$

Em dois litros teremos:  $1,4 \times 2 = 2,8 \text{ Kg}$ .

Já a densidade do querosene é  $0,8 \text{ g/cm}^3$ , ou seja, 1 litro terá uma massa equivalente a 0,8 Kg (800g). Em 3,2 Kg de querosene teremos:

$$3,2 \div 0,8 = 4$$

Logo, teremos 4 litros.

b . Na loja B, o querosene custa R\$ 20,00 por quilo. Com R\$ 100,00 ele comprará:

$$100,00 \div 20,00 = 5 \text{ quilogramas de querosene}$$

Já na loja A, o valor fornecido é R\$ 20,00 por litro. E, aqui, vale a mesma proporção: R\$ 100,00 comprarão 5 litros de produto. Repare que na loja B ele poderá comprar 5 quilogramas enquanto que na loja A ele comprará 5 litros.

Sendo assim, precisamos da densidade para poder comparar a quantidade comprada.

A densidade do querosene é  $0,8 \text{ g/cm}^3$ , ou seja,  $0,8 \text{ kg}$  em 1 litro do produto. Assim, em 5 litros terão:

$$0,8 \times 5 = 4,0 \text{ Kg de querosene.}$$

Logo, na loja B, ele comprará maior quantidade de querosene.

### **Atividade 3**

Como a bolinha flutua em água e não no álcool, concluímos que a densidade da água é maior que a do álcool. Logo, considerando uma mesma massa dos dois líquidos, o álcool possuirá um volume maior que o da água. Assim, o frasco A contém álcool e o frasco B contém água.

### **Atividade 4**

- a. A fusão do gelo.
- b.  $0^\circ\text{C}$ , que é a temperatura de fusão da água.
- c. Durante esse intervalo de tempo, ocorre a fusão da água, ou seja, enquanto o gelo estiver derretendo, a temperatura permanece inalterada.
- d.  $100^\circ\text{C}$ , que é a temperatura de ebulação da água.
- e. A temperatura volta a subir devido ao término da ebulação, ou seja, quando toda a água passou do estado líquido para o estado gasoso.

### **Atividade 5**

- Clorofórmio: líquido
- Éter etílico: gasoso
- Etanol: líquido

- Fenol: líquido
- Pentano: gasoso

Respostas  
das  
Atividades

### Atividade 6

Primeiro, deve-se adicionar água a essa mistura, deixar decantar e depois retirar o óleo que ficará na fase superior. Posteriormente, por aquecimento, evapora-se a água para se recuperar o sal.





# O que perguntam por aí?

## Questão 1

(Enem 2011)

Certas ligas estanho-chumbo com composição específica formam um eutético simples, o que significa que uma liga com essas características comporta-se como uma substância pura, com um ponto de fusão definido, no caso 183°C. Essa é uma temperatura inferior mesmo ao ponto de fusão dos metais que compõem esta liga (o estanho puro funde a 232 °C e o chumbo puro a 320°C), o que justifica sua ampla utilização na soldagem de componentes eletrônicos, em que o excesso de aquecimento deve sempre ser evitado. De acordo com as normas internacionais, os valores mínimo e máximo das densidades para essas ligas são de 8,74 g/mL e 8,82 g/mL, respectivamente. As densidades do estanho e do chumbo são 7,3 g/mL e 11,3 g/mL, respectivamente.

Um lote, contendo 5 amostras de solda estanho chumbo, foi analisado por um técnico, por meio da determinação de sua composição percentual em massa, cujos resultados estão mostrados no quadro a seguir.

Amostra	Porcentagem de Sn (%)	Porcentagem de Pb (%)
I	60	40
II	62	38
III	65	35
IV	63	37
V	59	41

Disponível em: <http://www.eletrica.ufpr.br>.

Com base no texto e na análise realizada pelo técnico, as amostras que atendem às normas internacionais são

- a. I e II.
- b. I e III.
- c. II e IV.
- d. III e V.
- e. IV e V.

Gabarito: Letra C.

### **Comentário:**

As densidades do estanho e do chumbo são 7,3 g/mL e 11,3 g/mL, respectivamente, a partir destas informações e das porcentagens de estanho (Sn), e chumbo (Pb), podemos calcular a densidade de cada amostra.

- Amostra I (60 % de Sn e 40 % de Pb):  $d_I = \frac{60}{100} \times 7,3 + \frac{40}{100} \times 11,3 = 8,9 \text{ g / mL}$
- Amostra II (65 % de Sn e 35 % de Pb):  $d_{II} = \frac{65}{100} \times 7,3 + \frac{35}{100} \times 11,3 = 8,82 \text{ g / mL}$
- Amostra III (65 % de Sn e 35 % de Pb):  $d_{III} = \frac{65}{100} \times 7,3 + \frac{35}{100} \times 11,3 = 8,7 \text{ g / mL}$
- Amostra IV (63 % de Sn e 37 % de Pb):  $d_{IV} = \frac{63}{100} \times 7,3 + \frac{37}{100} \times 11,3 = 8,78 \text{ g / mL}$
- Amostra V (59 % de Sn e 41 % de Pb):  $d_V = \frac{59}{100} \times 7,3 + \frac{41}{100} \times 11,3 = 8,94 \text{ g / mL}$

De acordo com as normas internacionais, os valores mínimo e máximo das densidades para essas ligas são de 8,74 g/mL e 8,82 g/mL, respectivamente. As amostras que estão dentro deste critério são a II ( $d = 8,82 \text{ g/mL}$ ) e a IV ( $d = 8,78 \text{ g/mL}$ ).

### **Questão 2**

Em nosso cotidiano, utilizamos as palavras “calor” e “temperatura” de forma diferente de como elas são usadas no meio científico. Na linguagem corrente, calor é identificado como “algo quente” e temperatura mede a “quantidade de calor de um corpo”. Esses significados, no entanto, não conseguem explicar diversas situações que podem ser verificadas na prática.

Do ponto de vista científico, que situação prática mostra a limitação dos conceitos corriqueiros do calor e temperatura?

- a. A temperatura da água pode ficar constante durante o tempo em que estiver fervendo.
- b. Uma mãe coloca a mão na água da banheira do bebê para verificar a temperatura da água.

- c. A chama de um fogão pode ser usada para aumentar a temperatura da água de uma panela.
- d. A água quente que está em uma caneca é passada para outra caneca, a fim de diminuir sua temperatura.
- e. Um forno pode fornecer calor para a vasilha de água que está em seu interior com menor temperatura que a dele.

Gabarito: Letra A.

Comentário: Quando se aquece uma substância pura, inicialmente no estado sólido, a temperatura aumenta até atingir a temperatura de fusão (TF), onde começa a “derreter”; neste ponto, a temperatura é constante.

Quando chega à temperatura de ebulição (TE), acontece o mesmo: a temperatura permanece constante. Isto ocorre com qualquer substância pura.



# Atividade extra

## Questão 1 - Cecierj - 2013

Desenhe uma esfera de ferro e outra de chumbo que tenham massas iguais. Para isso, considere as seguintes densidades:

densidade do ferro = 7,9 g/cm<sup>3</sup>

densidade do chumbo = 11,4 g/cm<sup>3</sup>

Explique o seu desenho.

## Questão 2 - Cecierj - 2013

Imagine que você tenha três cubos com materiais diferentes:



Cubo 1 - Zinco  
 $d = 7,1 \text{ g/cm}^3$



Cubo 2 - Alumínio  
 $d = 2,7 \text{ g/cm}^3$



Cubo 3 – Prata  
 $d = 10,7 \text{ g/cm}^3$

Fonte da imagem: <http://www.sxc.hu/photo/1084981>

Repare que todos possuem o mesmo volume, ou seja, o mesmo tamanho. Qual o bloco com maior massa?  
Justifique a sua resposta.

### **Questão 3 – Cecierj - 2013**

Suponha que você tenha enchido três balões de aniversário, com três gases diferentes:



Balão 1 – gás nitrogênio  
 $d = 1,25 \text{ g/L}$



Balão 2 – gás hélio  
 $d = 0,179 \text{ g/L}$



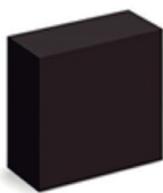
Balão 3 – gás carbônico  
 $d = 1,98 \text{ g/L}$

Fonte: <http://www.sxc.hu/photo/1011248>, <http://www.sxc.hu/photo/1011247>, <http://www.sxc.hu/photo/1011246>

Considerando a densidade do ar como igual a 1,20 g/L, identifique qual balão flutuará em uma sala cheia de ar? Justifique a sua resposta.

### **Questão 4 – Cecierj - 2013**

Na figura, os blocos A e B possuem massas iguais. Qual é o mais denso? Justifique a sua resposta.



Bloco A



Bloco B

Fonte da imagem: <http://www.sxc.hu/photo/1084977> e <http://www.sxc.hu/photo/1084976>

## **Questão 5 – Cecierj - 2013**

Você tem duas garrafas lacradas, uma com álcool e outra com água, até a metade do seu volume. As duas estão identificadas apenas com as letras A e B. Para identificá-las, você resolve colocá-las no freezer. Após uma hora, você percebe que o líquido presente na garrafa B está congelado.

Identifique o líquido correspondente a cada garrafa, sabendo que a temperatura de solidificação da água é 0°C e do álcool é igual a – 117,3°C.

## **Questão 6 – Cecierj - 2013**

Veja a tabela a seguir, que contém a temperatura de fusão e de ebulação de algumas substâncias, sob pressão de 1 atm.

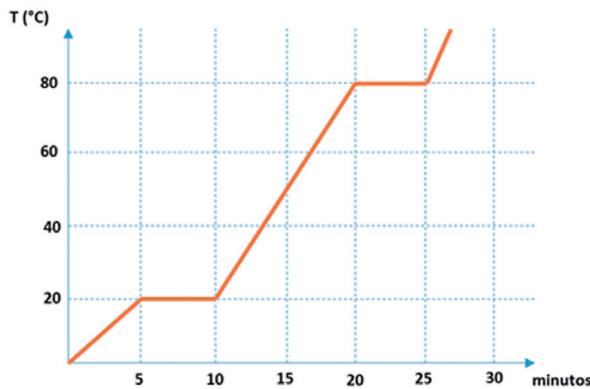
Substância	Temperatura de fusão (°C)	Temperatura de ebulação (°C )
Acetona	- 94,6	56,5
Éter etílico	- 116	34
Etanol	- 117	78
água	0	100
ferro	1535	2856
Mercúrio	- 40	357

Em relação aos valores acima, determine:

- (i) a substância que possui a menor temperatura de fusão.
- (ii) a substância que possui a menor temperatura de ebulação.
- (iii) as substâncias que se encontram no estado líquido à 50°C.
- (iv) as substâncias que se encontram no estado sólido à - 20°C.
- (v) as substâncias que se encontram no estado gasoso à 72°C.

## Questão 7 – Cecierj - 2013

Uma substância no estado sólido é aquecida continuamente. O gráfico abaixo mostra a variação da temperatura com o tempo.



Em relação ao gráfico, determine para esta substância:

- (i) a sua temperatura de fusão
- (ii) a sua temperatura de ebulação
- (iii) o seu estado físico quando ela se encontra a 30°C.

## Questão 8 – Cecierj - 2013

Com relação ao número de fases, os sistemas podem ser classificados como homogêneos ou heterogêneos.

Assinale a alternativa que representa apenas sistemas homogêneos:

- a. água e óleo.
- b. areia e álcool.
- c. água e álcool.
- d. água e gelo.

## **Questão 9 – Adaptado de UFMG – MG**

Durante a preparação do popular cafezinho brasileiro, são utilizados alguns procedimentos de separação de misturas. A alternativa que apresenta corretamente a sequência de operações utilizadas é:

- a. destilação e decantação.
- b. extração e decantação.
- c. destilação e filtração.
- d. extração e filtração.

## **Questão 10 – Adaptado de UFRJ**

Com a adição de uma solução aquosa de açúcar a uma mistura contendo querosene e areia, são vistas claramente três fases. Para separar cada componente da mistura final, a melhor sequência é:

Obs: solução aquosa de açúcar corresponde a uma mistura de açúcar e água.

- a. destilação, filtração e decantação.
- b. filtração, cristalização e destilação.
- c. decantação, destilação e filtração.
- d. filtração, decantação e destilação.

## **Questão 11 – Adaptado de ENEM - 2009**

O ciclo da água é fundamental para a preservação da vida no planeta. As condições climáticas da Terra permitem que a água sofra mudanças de fase e a compreensão dessas transformações é fundamental para se entender o ciclo hidrológico. Numa dessas mudanças, a água ou a umidade da terra absorve o calor do sol e dos arredores. Quando já foi absorvido calor suficiente, algumas das moléculas do líquido podem ter energia necessária para começar a subir para a atmosfera.

Disponível em: <http://www.keroagua.blogspot.com>. Acesso em: 30 mar. 2009 (adaptado).

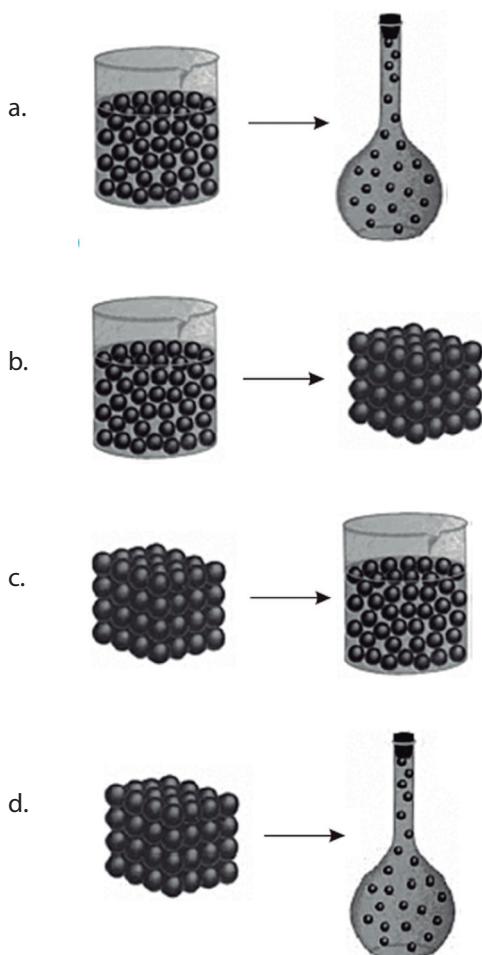
A transformação mencionada no texto é a

- a. fusão.
- b. liquefação.
- c. evaporação.
- d. condensação.

### Questão 12 – Adaptado de CTFMG - 2013

As tintas à base de resinas poliméricas são usadas para personalizar vários objetos como canetas, camisas, canecas, etc. Essas tintas também são conhecidas como “sublimáticas” devido à mudança de estado físico ocorrida durante a sua aplicação.

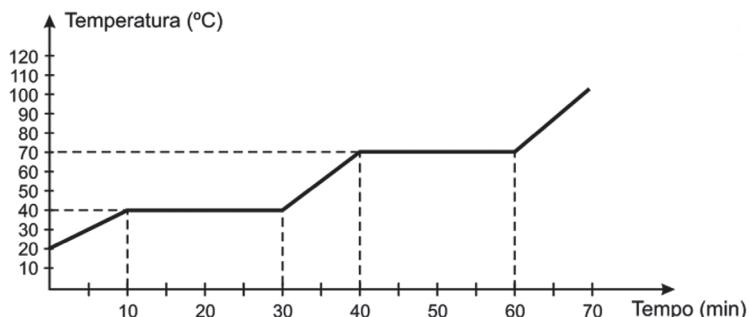
Representando as moléculas como simples esferas, a figura que esquematiza a transformação de estado físico mencionada anteriormente é



## **Questão 13 – Adaptado de UTFPR - 2010**

Um cientista recebeu uma substância desconhecida, no estado sólido, para ser analisada. O gráfico abaixo representa o processo de aquecimento de uma amostra dessa substância.

Analisando o gráfico, podemos concluir que a amostra apresenta:



- a. ponto de fusão de 40 °C.
- b. duração da fusão de 40 min.
- c. ponto de ebulação de 50 °C.
- d. duração da ebulação de 10 min.

## **Questão 14 – Adaptado de Universidade Federal de Pernambuco - 2007**

Determinar as propriedades físicas é um dos principais métodos utilizados para descobrir qual substância está presente em um determinado material.

A mudança de estado físico que ocorre quando a água passa do estado líquido para o estado sólido, é:

- a. solidificação.
- b. condensação.
- c. vaporização.
- d. fusão.

## **Questão 15 – Adaptado de Universidade Federal do Espírito Santo - 2009**

Devido às impurezas, o petróleo é submetido a um processo de purificação antes do refino: separá-lo da água salgada.

O processo de separação mais indicado para ser utilizado nesta fase da prospecção do petróleo, é:

- a. filtração.
- b. destilação.
- c. decantação.
- d. centrifugação.

## **Questão 16 – Adaptado de Universidade Federal do Rio de Janeiro - 2009**

O sal de cozinha é composto principalmente de  $\text{NaCl}$  (cloreto de sódio).

Em relação ao sal dissolvido na água, podemos dizer que é:

- a. um sistema bifásico.
- b. uma mistura heterogênea.
- c. uma mistura homogênea.
- d. um sistema é trifásico.

## **Questão 17 – Adaptado de UFRGS – 2007**

Podemos dizer que uma substância é mais densa que outra quando suas moléculas estão mais “unidas”, se comparadas num mesmo volume.

Se um bloco de metal tem volume de 2 litros e massa de 1000 gramas. Qual será a sua densidade (expressa em g/L)?

# Gabarito

## Questão 1

Em seu desenho, você deverá considerar que as unidades de densidade do chumbo ( $11,4 \text{ g/cm}^3$ ) é maior que a densidade do ferro ( $7,9 \text{ g/cm}^3$ ). Por isso, para termos a mesma massa, a esfera de chumbo deve ser menor que a esfera de ferro, já que precisará de menor volume para conter a mesma massa.

## Questão 2

O cubo de prata, pois possui a maior densidade.

## Questão 3

O balão de gás hélio, pois possui menor densidade que o ar.

## Questão 4

Como você deve ter percebido na figura, o bloco A é menor que o Bloco B. Isso quer dizer que, para terem a mesma massa, o bloco A precisou de um volume menor, logo, ele possui maior densidade.

## Questão 5

O líquido presente na garrafa B é a água, pois apresenta uma temperatura de solidificação de  $0^\circ\text{C}$ , temperatura que pode ser alcançada dentro de um freezer.

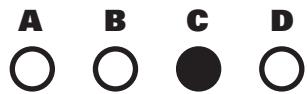
## Questão 6

- (i) Etanol
- (ii) Éter etílico
- (iii) Acetona, éter etílico, água, álcool, mercúrio
- (iv) Água e Ferro
- (v) Acetona e éter etílico

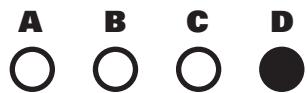
## **Questão 7**

(i) 20°C; (ii) 80°C; (iii) Líquido.

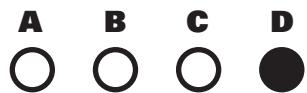
## **Questão 8**

- A      B      C      D
- 

## **Questão 9**

- A      B      C      D
- 

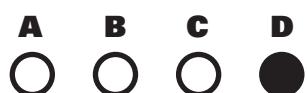
## **Questão 10**

- A      B      C      D
- 

## **Questão 11**

- A      B      C      D
- 

## **Questão 12**

- A      B      C      D
- 

## **Questão 13**

- A      B      C      D
- 

### Questão 14

- A      B      C      D
- A     B     C     D

### Questão 15

- A      B      C      D
- A     B     C     D

### Questão 16

- A      B      C      D
- A     B     C     D

### Questão 17

$$D = \frac{m}{v} \text{ (g)} \rightarrow D = \frac{1000}{2} \text{ g} \rightarrow D = 500 \text{ g/L}$$

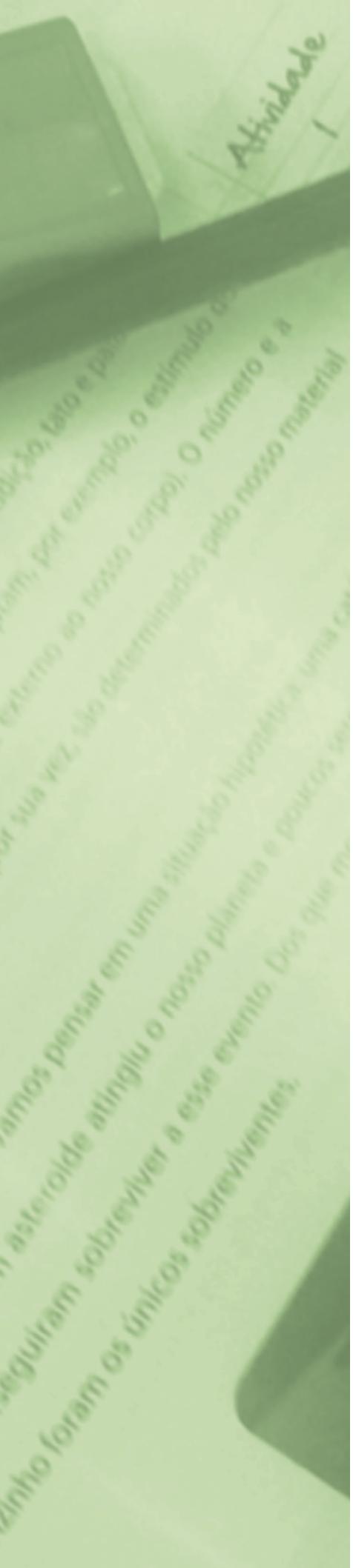
Até breve!



# Caminhando pela estrada que investiga do quê somos feitos

Fascículo 1  
**Unidade 3**





# Caminhando pela estrada que investiga do quê somos feitos

Para início de conversa...

“

*Somos poeira de estrelas colhendo luz de estrelas”*

*Frase do cosmologista Carl Sagan (1934-1996) eternizada na série “Cosmos.*

”

Na 1<sup>a</sup> unidade você viu que existiam duas teorias que tratavam sobre as menores unidades de constituição da matéria: a teoria dos quatro elementos e a teoria atômica. Esta última, por tratar de fatos ainda abstratos à época, perdeu espaço para a teoria dos elementos que estabelecia uma relação mais direta com os aspectos práticos do dia a dia como, por exemplo, as mudanças de estado físico ou a combustão.

Só a partir do século XVII, com o desenvolvimento de novas tecnologias, a teoria atômica voltou a ganhar espaço. Tais tecnologias permitiram a ampliação da percepção humana através de instrumentos de maior precisão, como balanças e microscópios.

Em função da mudança das relações de poder e de trabalho que começavam a florescer no mundo ocidental, a produção científica deixa de se processar através da contemplação e torna-se uma atividade vinculada intimamente com a atividade **empírica**. Com isso, o experimento começa a suscitar uma nova forma de produzir conhecimento. Em função deste novo paradigma, a teoria dos elementos tornou-se insustentável.

## Empirismo

Defende que as teorias científicas devem ser baseadas na observação do mundo, em vez da intuição ou da fé. Acredita na experimentação como ferramenta crucial na construção das teorias científicas.

Alguns cientistas resgataram, junto a antigos manuscritos, as teorias de Demócrito e Leucipo. Dalton foi o mais proeminente desses. Na realidade, sua teoria atômica (conhecida também como a da bola de bilhar) veio a confirmar uma série de fatos químicos, conhecidos à época de sua proposição. Como por exemplo, a Lei da Conservação da Matéria, elaborada por Lavoisier, ou a Lei das proporções definidas, elaborada por Proust as quais vocês estudarão na unidade "Quantidades nas transformações químicas".

## Objetivos de aprendizagem

- Diferenciar as teorias atômicas, associando-as aos diferentes contextos históricos nos quais surgiram.
- Identificar as principais características dos modelos atômicos de Dalton, Thomson e Rutherford.
- Ordenar os experimentos que possibilitaram a substituição dos modelos atômicos.

# Seção 1

## O resgate das ideias de Demócrito

O primeiro cientista a resgatar as ideias de Leucipo e Demócrito chamava-se **John Dalton** (1766-1844) e ocorreu em 1803. Dalton ressuscitou o conceito de Demócrito e disse que os compostos eram feitos de partículas extremamente pequenas, indestrutíveis e indivisíveis, chamada de átomos. Ele os associou a pequenas bolas de bilhar.

### John Dalton (1766-1844)



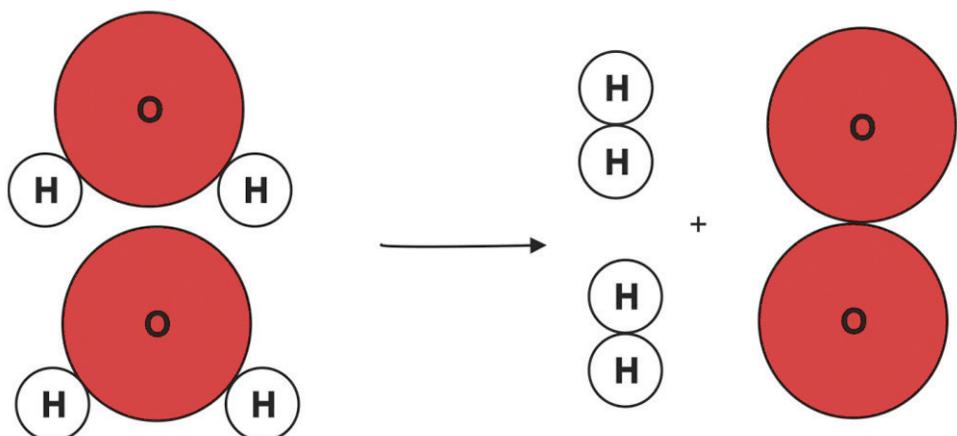
Era Químico e Físico. De nacionalidade inglesa, tinha excepcional pendor para o magistério, dedicando-se ao ensino e à pesquisa. Nasceu em uma aldeia, chamada Eaglesfield, mas foi para Manchester, em 1783, onde ficou. Iniciou seus trabalhos científicos, investigando fenômenos meteorológicos e comportamento dos gases. Foi o primeiro a perceber que o volume ocupado por um gás está diretamente associado à temperatura.

Dalton também afirmou que um átomo de um determinado elemento tem sua própria massa e que esta é invariável. Na época, já existiam balanças relativamente precisas e, por isso, surgia uma grande preocupação em relação à variação das massas em uma reação química. Atos comuns, como fazer um bolo ou até mesmo a preparar uma massa de cimento, partem da condição de que a massa final será a soma de todos os componentes que você utilizou para fazer aquela mistura.

Apesar desse raciocínio ser óbvio, a conservação da matéria não era uma concepção clara na época. Como explicar, por exemplo, a diminuição da massa, verificada na queima de um pedaço de madeira? Assim, a teoria dos quatro elementos já não era suficiente para explicar os fenômenos químicos sob o olhar da balança.

As ideias dos antigos filósofos gregos estabeleciam formas diferentes dos átomos em função de suas características (como por exemplo, a fluidez da água que era causada pela forma esférica de seus átomos). Já as ideias de Dalton tinham como base as diferenças existentes entre os pesos dos átomos. Os principais postulados desse cientista, então, são:

- Toda matéria é constituída de átomos.
- Todos os átomos de um dado elemento químico (como, por exemplo, o hidrogênio) são idênticos. Isso não só quanto à massa, mas também quanto às outras propriedades. Átomos de elementos diferentes têm massas diferentes e propriedades diferentes.
- Os átomos são as unidades das transformações da matéria. Uma reação química envolve apenas combinação, separação e rearranjo de átomos. Durante uma reação química, os átomos não podem ser criados, nem destruídos, nem divididos ou convertidos em outras espécies, durante uma reação química.



**Figura 1:** Dalton afirmou que os átomos não poderiam ser criados ou destruídos. Observe a decomposição da água ( $H_2O$ ) em gás hidrogênio ( $H_2$ ) e gás oxigênio ( $O_2$ ). O que ocorreu de fato foi apenas um rearranjo de átomos, no entanto percebe-se que os átomos continuam sendo os mesmos.

Dalton tentou organizar os elementos de acordo com suas massas (chamado por ele de pesos atômicos), criando símbolos diferentes para os átomos. A tabela a seguir descreve estes símbolos e seus pesos. Observe que Dalton utilizou como referência de massa o hidrogênio para os demais valores de peso.

Elementos					
	p.a.		p.a.		
	Hidrogênio	1		Estrôncio	46
	Nitrogênio	5		Bálio	68
	Carbono	5,4		Ferro	50
	Oxigênio	7		Zinco	56
	Fósforo	9		Cobre	56
	Enxofre	13		Chumbo	90
	Magnésio	20		Prata	190
	Lima	24		Ouro	190
	Soda	28		Platina	190
	Potássio	42		Mercúrio	167

p.a. - peso atômico

**Figura 2:** A tabela acima foi elaborada por Dalton, representando os átomos de alguns elementos conhecidos na época. Observe que ele manteve a forma esférica na representação destes átomos.

### Não confunda peso e massa!

Você acabou de ver, na Tabela da Figura 2, que Dalton descreveu os valores de peso atômico dos átomos. No entanto, é importante que você saiba que os átomos, na verdade, possuem massa e não peso. Naquela época, o conceito de massa ainda não era bem definido; logo, os dois termos (peso e massa) significavam a mesma coisa.



### Um pouco mais sobre Dalton..

Se você quiser saber mais detalhes sobre a obra de Dalton, acesse o link <http://qnesc.sbn.org.br/online/qnesc20/v20a07.pdf> o qual remete a um artigo científico, tratando sobre os duzentos anos da descoberta de Dalton.



## Seção 2:

# Surge a eletricidade. O modelo de Dalton é adequado a este novo fenômeno?

O final do século XVIII foi marcado pelo surgimento da Eletricidade. A primeira demonstração da existência da eletricidade é atribuída ao cientista Luigi Galvani (1737 -1798). Anos mais tarde, o físico Alexandre Volta (1745-1827) deu andamento ao trabalho de Galvani, criando a primeira bateria a qual se tornou fonte de energia (literalmente!) para outros cientistas e seus experimentos.

Tanto quanto a massa, a carga elétrica é uma propriedade intrínseca da matéria. Basicamente, a eletricidade é um fenômeno que ocorre entre dois pontos que tenham, entre si, uma diferença em sua **carga elétrica**, podendo esta ser negativa ou positiva.

### Carga elétrica

A maioria dos corpos é neutro, ou seja, não apresentam excesso de carga positiva ou negativa. Por isso, a percepção que temos dessa grandeza não é tão clara como a que temos entre corpos que possuem diferentes massas. Em relação a essas cargas e como elas surgem, você verá na próxima unidade.

O modelo de Dalton não admitia a divisão do átomo; logo, não conseguia explicar de onde surgiria esta diferença de carga elétrica existente em alguns corpos. Observou-se, na época, que, em relação a estas cargas, quando elas forem de mesmo sinal repelem-se e de sinais contrários, atraem-se. Ainda, percebeu-se que tais cargas podiam ser causadas por algumas ações como, por exemplo, o atrito.

Vamos observar de perto essa diferença de carga elétrica entre dois corpos? Para tal, você precisará ter em mão os seguintes materiais:

- Pequeninos pedaços de papel (podem ser picados com a mão);
- Uma carcaça de caneta vazia, ou seja, sem a tinta (do BIC);
- Papel toalha;
- Canudo de plástico;
- Linha de costura;
- Pente de cabelo.

Agora, faça as seguintes experiências e anote, após cada uma, o que você observou.

O que aconteceu com o papel em cada situação?

1. Aproxime a carcaça dos pedaços de papel.
2. Agora, atrite a carcaça com papel toalha. Repita o procedimento acima.
3. Pegue o canudo de plástico e a linha. Amarre uma ponta desta linha no meio do canudo e a outra ponta amarre a uma torneira de água. Atrite tanto o canudinho como a carcaça e aproxime-os.
4. Agora pegue um pente, penteie seu cabelo e, após isso, aproxime o pente do canudinho.

Agora, a partir das suas observações, tente responder a essas questões a seguir, anotando suas conclusões:

- a. Qual foi a diferença entre o ocorrido nas atividades descritas nos itens 1 e 2? Qual foi a ação que provocou os diferentes resultados?
- b. O que ocorreu nas aproximações descritas nos itens 3 e 4. Sabendo-se que a carga do canudinho de plástico permanece a mesma antes e depois do atrito, o que você poderia afirmar a respeito das cargas dos outros dois corpos, envolvidos na atividade?

Lembre-se:  
faça em uma  
folha à parte

Se você realizou as experiências, pôde constatar que, em 1, nada acontece e, em 2, os pedaços de papel aproximam-se da carcaça. Isto acontece em função do atrito provocado pela fricção do papel toalha.

Já na experiência 3, você deve ter visto que o canudinho e a carcaça repelem-se, uma vez que, em ambos, a fricção com o papel toalha foi feita. Isso ocasionou nos dois objetos uma mesma carga elétrica. Na experiência 4, a sua experimentação deve ter apontado que o pente também atraiu os pedacinhos de papel. O atrito do cabelo com o pente provoca o mesmo efeito da fricção do papel, provocada pelo papel toalha no experimento 2.



Assim, por não explicar o fenômeno das diferenças de cargas elétricas, o modelo atômico de Dalton não é o mais adequado, uma vez que o mesmo não prevê a possibilidade da divisão do átomo. As fricções mencionadas nos experimentos produzem nos corpos uma determinada carga responsável pela atração ou repulsão observadas, o que só poderia ser explicado pelo deslocamento de partículas dos átomos.

Portanto, visando descrever um modelo atômico que explique tais fenômenos, Joseph John Thomson (1856-1940), um físico inglês do famoso laboratório de Cavendish, em Cambridge (Reino Unido), fez experiências, usando **tubos de vácuo**. Thomson observou que raios surgiam dentro destes tubos, quando uma corrente elétrica era acionada. Ele chamou estes raios de “**catódicos**” e duas experiências que ele fez mostraram-se muito importantes. Observe as experiências de Thomson feitas em uma ampola de Crookes.

### Tubos de vácuo

Tubos de vidro dos quais a maior parte do ar é removido e que, em suas extremidades, existem contatos metálicos para ligar a energia elétrica. Alguns destes tubos são conhecidos como ampolas de Crookes e são, de certo modo, semelhantes às lâmpadas fluorescentes que você tem em sua casa. Observe que a luminosidade que surge nestas lâmpadas está associada ao acionamento da energia elétrica.

### Raios catódicos

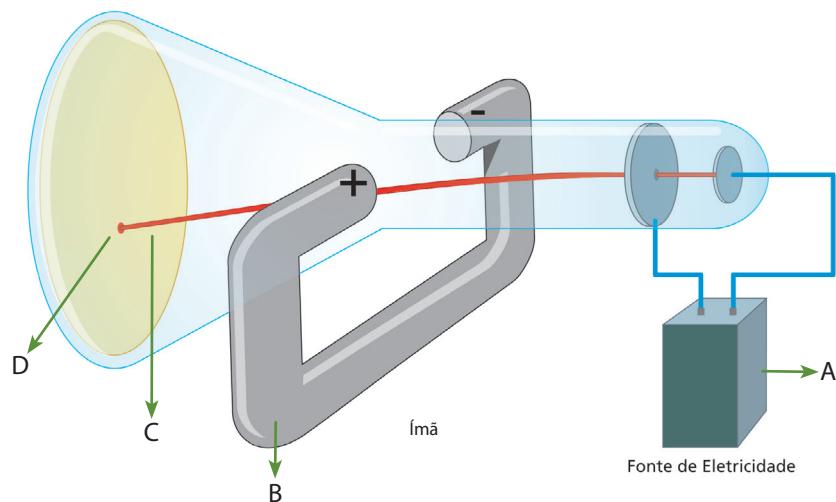
São feixes de partículas com carga negativa que estão contidas nos átomos (você aprenderá mais a frente que essas partículas se chamam elétrons). Esses feixes surgem em consequência da diferença de energia elétrica entre dois polos existentes dentro de um recipiente fechado. Estes raios vão sempre do polo negativo (-) em direção ao positivo (+).

## Experiência 1

Ao aproximar o polo positivo de um imã dos tubos de vidro, observou-se que os raios catódicos sofriam um desvio em sua trajetória, conforme a **Figura 3**. Uma vez que já se sabia que cargas contrárias atraiam-se, pode-se atribuir carga elétrica negativa a estes raios.

A

### Tubo de raios catódicos

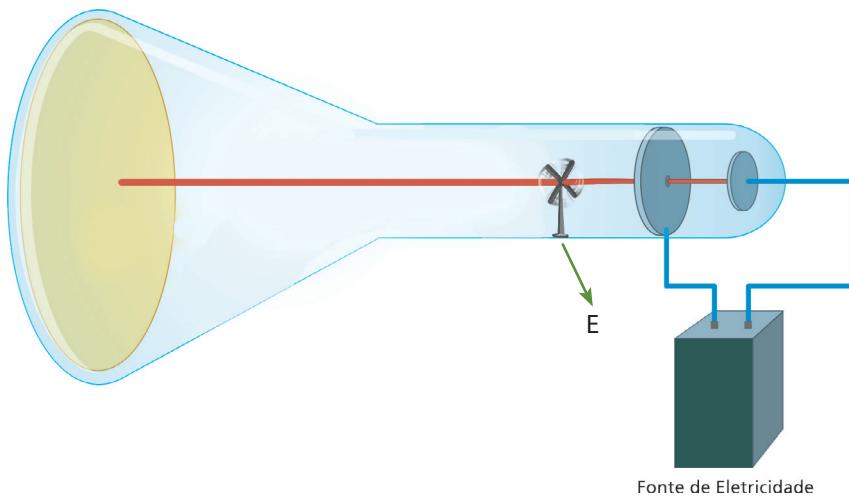


**Figura 3:** Esquema representativo da Ampola de Crookes, submetida à ação de um ímã onde Thomson observou que, quando uma corrente era acionada [A], surgiam raios que se dirigiam à parede oposta do tubo [D]. Com a proximidade de um ímã [B], os raios catódicos [C] sofriam um desvio, indicando que possuíam carga negativa.

## Experiência 2

Colocar um dispositivo no interior do tubo que, em contato com os raios, pudesse se movimentar. Uma vez que, diferente dos raios catódicos, a incidência de luz (que é apenas energia) não ocasiona movimento nesse dispositivo, concluiu-se que os mesmos possuíam massa.

B



**Figura 4:** Esquema representativo da Ampola de Crookes, com uma engrenagem em seu interior [E] posta em movimento pela ação dos raios catódicos, indicando que esses possuíam massa.

Thomson, então, concluiu que o átomo não era a menor partícula existente, sendo composto por partículas menores. A existência dos raios catódicos era uma evidência disto, sendo uma das partes do átomo a qual ele chamou de elétrons.

Além disso, como os materiais, em geral, não são carregados eletricamente, esse cientista formulou uma nova ideia: se os elétrons eram negativos, deveria existir, no átomo, outra parte de carga positiva. Dessa forma, compensaria as partículas observadas nos raios catódicos. Sendo assim, ele elaborou a sua hipótese:

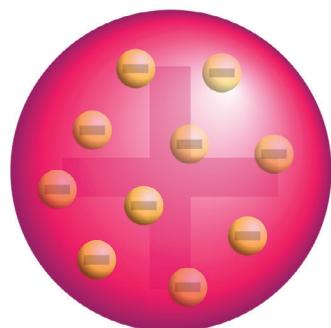
“

*O átomo possui uma forma esférica e consiste em uma nuvem tênue de material carregado positivamente com algumas partículas espalhadas por todos os lados como passas espalhadas em um pudim.*

”

Os principais postulados de Thomson são:

- Os átomos são esféricos e seu volume é o volume desta esfera.
- A carga positiva está distribuída uniformemente na esfera.
- Os elétrons movem-se nesta esfera, sob efeito de forças eletrostáticas.



**Figura 5:** À esquerda, você vê um modelo do átomo de Thomson, que pode ser comparado a um pudim de passas (ou ameixas, como na figura à direita). Nesse modelo, os elétrons seriam as “passas”, enquanto a carga positiva estaria espalhada por todo o pudim, de forma dispersa.

Então, a partir dessa nova ideia, temos a substituição do modelo anterior (Dalton) pelo modelo de Thomson, também conhecido por “modelo do pudim com passas”. Importante observar que este modelo explicava satisfatoriamente o que o modelo de Dalton não conseguia: os fenômenos elétricos.

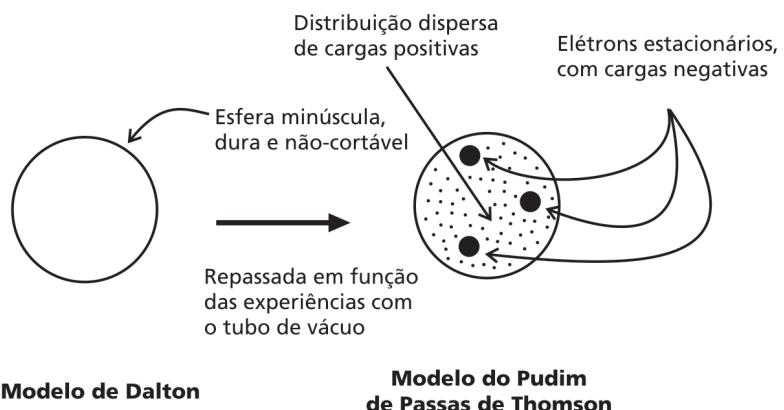


Figura 6: Substituição do modelo de Dalton pelo de Thomson.

### A grande sacada de Thomson e os dias de hoje

Assista a um excelente vídeo sobre os experimentos, realizados por J. J. Thomson. O link <http://www.youtube.com/watch?v=i9xMrNDHWts> remete ao segundo capítulo de uma excelente reportagem feita pela BBC sobre o desenvolvimento dos modelos atômicos.

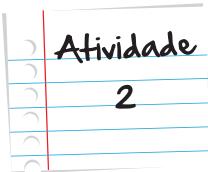


Professor Frank Close  
University of Oxford

e é interessante entender  
que mais de cem depois,

|| 1:46 / 2:54 CC

## Dalton, Thomson e o conhecer do átomo



Descobrir a estrutura dos átomos foi uma árdua tarefa, começada lá na Grécia antiga por alguns filósofos. Hoje, graças às experiências e proposições, em especial, de Dalton e Thomson, conhecemos mais sobre a menor partícula que forma a matéria.

Responda, abaixo, com base nos modelos de Dalton e Thomson, V para as proposições verdadeiras sobre os diferentes modelos atômicos e F para as falsas. As sentenças que você considerar falsa, explique o erro.

- ( ) A balança foi um importante instrumento para, finalmente, quebrar a teoria dos quatro elementos.
- ( ) Toda matéria é composta por átomos.
- ( ) Cada átomo do elemento cobre, por exemplo, tem peso variável conforme a matéria que ele compõe.
- ( ) Segundo Dalton, o átomo é composto de partículas de cargas elétricas diferentes.
- ( ) O modelo atômico, conhecido como "pudim de passas", propõe que, em um átomo, a carga positiva distribui-se por sua esfera, enquanto que as cargas negativas encontram-se em um único ponto.

Lembre-se:  
faça em uma  
folha à parte

## **Seção 3**

# **A ciência em constante evolução: A descoberta das radiações e o experimento de Rutherford**

Um novo fato, no ano de 1895, veio revolucionar os estudos de investigação do átomo. Na noite de 8 de novembro, Wilhelm C. Röntgen (1845-1923) descobriu os raios X. Estes raios possuem alta capacidade de penetração e são capazes de atravessar quase todo o tipo de matéria. Eles são provenientes de alguns elementos radioativos, os quais não são carregados eletricamente.

Apesar de descoberta apenas em 1895, o homem sempre conviveu com a radioatividade. Na superfície terrestre, pode ser detectada energia proveniente de raios cósmicos e da radiação solar ultravioleta. Nas rochas, encontramos elementos radioativos (como o urânio-238) e até mesmo em vegetais e em nosso sangue, e ossos pode ser detectada a radioatividade (as batatas e os nossos ossos, por exemplo, contêm potássio-40, um elemento radioativo).

A maioria dos elementos, no entanto, não apresenta esta característica. Porém, Röntgen percebeu que estes raios atravessavam facilmente o corpo humano, só encontrando alguma resistência nos ossos. Hoje, estes raios são de extrema importância na investigação de fraturas ósseas, permitindo um diagnóstico que antes só poderia ser feito, abrindo um indivíduo que tivesse sofrido um trauma ósseo.

Outra partícula radioativa, descoberta mais tarde, e de fundamental importância na investigação do átomo, foi a partícula alfa. Esta partícula não tinha um grande poder de penetração, uma vez que era bem mais pesada que os raios X (e por consequência que os elétrons também) e, além disso, era carregada positivamente.

Estas partículas, por serem tão pequenas quanto o átomo, poderiam ser de grande ajuda para compreender o interior desse. Sendo assim, Ernest Rutherford (1871-1937), aluno de Thomson e um importante investigador destas partículas, em 1911, decidiu utilizar uma delas para investigar o átomo.

A ideia dele era utilizar as partículas alfa como minúsculos projéteis em átomos de ouro (ele utilizou uma lâmina deste elemento). Ele esperava que estas passassem direto pelo “pouco compacto” átomo de Thomson e iluminassem uma tela, posicionada além da lâmina de ouro.

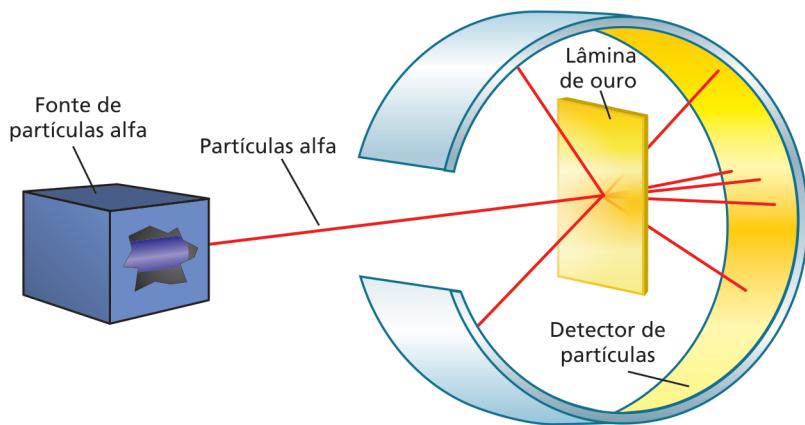


Figura 7: Experimento de Rutherford, no qual a maioria das partículas alfa atravessa a placa de ouro. No entanto, algumas poucas **ricocheteavam** e outras eram refletidas em um ângulo de 180°. Estes resultados mostravam que o átomo não era tão “pouco compacto” como dissera Thomson. E mais: existia uma região pequena no seu interior responsável por “rebater” a partícula de volta para onde ela saiu.

Os resultados mostravam que a maioria absoluta das partículas alfa passava pela placa, porém algumas poucas **ricocheteavam** e outras eram refletidas em um ângulo de 180°. Estes resultados mostravam que o átomo não era tão “pouco compacto” como dissera Thomson. E mais: existia uma região pequena no seu interior responsável por “rebater” a partícula de volta para onde ela saiu.

### Ricochetear

Quando um projétil salta ou é refletido após um choque. No caso da experiência de Rutherford, as partículas alfa chocam-se com a lâmina de ouro.

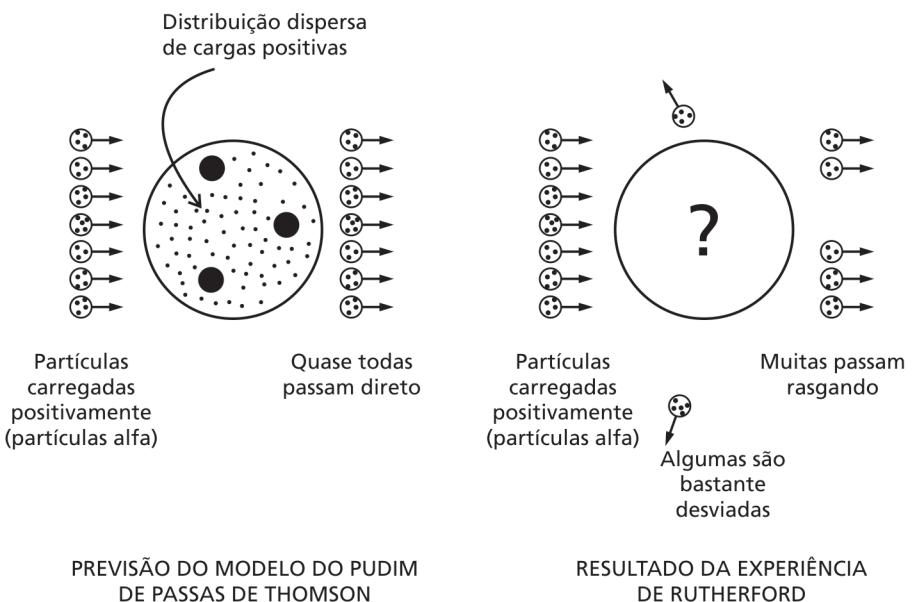


Figura 8: Representação esquemática do experimento de Rutherford. Pode-se observar (à esquerda) que, no modelo de Thomson, não se esperava uma reflexão das partículas alfa. No entanto, Rutherford observou tal evento, permitindo uma nova conclusão sobre a estrutura do átomo.

Face aos resultados de seu experimento, Rutherford elaborou uma nova proposta de modelo atômico que explicasse estes novos fatos. Rutherford propôs que o átomo ainda fosse esférico, porém com uma pequena região central que concentrasse toda sua carga positiva, denominada núcleo. Esta região seria a responsável pelos desvios (e até mesmo reflexão total!!) das partículas alfa, uma vez que cargas de mesmo sinal repelem-se.

Além disso, propôs que os elétrons estariam ocupando a maior parte do espaço em uma região **periférica**, denominada eletrosfera. Isto permitiria que as partículas alfa passassem facilmente, uma vez que sua massa era muito maior que a dos elétrons. Este modelo, que em muito se assemelha ao sistema solar, no qual os planetas giram em torno do Sol, ficou conhecido como “modelo planetário”.

### Periférica

É a região que está afastada do centro.

Rutherford nomeou as partículas positivas, localizadas no núcleo de prótons e estabeleceu os seguintes postulados:

- Átomos são constituídos por núcleos de carga positiva e pela eletrosfera de carga negativa.
- O volume do núcleo é significativamente menor que o volume do átomo.
- A massa de um átomo está situada predominantemente no núcleo.
- Os elétrons pouco contribuem para o somatório total da massa de um átomo.

Então temos a substituição do modelo anterior (de Thomson) pelo modelo de Rutherford:

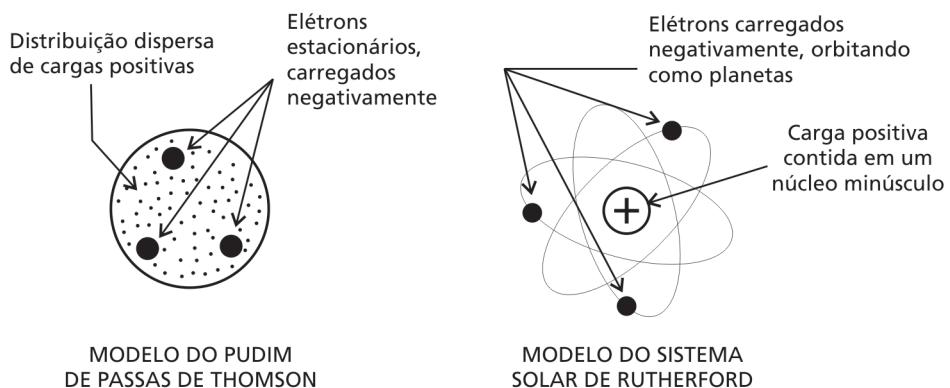


Figura 9: Substituição do modelo de Thomson pelo de Rutherford.

## Saiba Mais

### A descoberta dos raios X

Foi o físico alemão Wilhelm Conrad Röntgen (1845-1923) quem detectou pela primeira vez os raios X, que foram assim chamados, devido ao desconhecimento, por parte da comunidade científica da época, a respeito da natureza dessa radiação.

Ao lado, segue uma foto intitulada Hand mit Ringen (Mão com anéis): a primeira de Wilhelm Röntgen referente à mão de sua esposa, tirada em 22 de dezembro de 1895 e apresentada ao Professor Ludwig Zehnder, do Instituto de Física da Universidade de Freiburg, em 1 de janeiro de 1896.



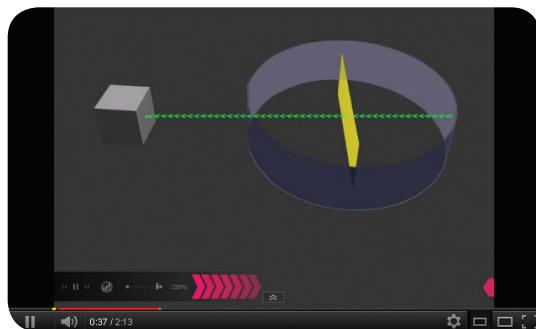
## Multimídia

### Rutherford: saiba um pouco mais sobre sua história e seus experimentos

Assista a um excelente vídeo sobre os experimentos, realizados por Rutherford. O link <http://www.youtube.com/watch?v=HRmdkAAoZ5M> remete ao terceiro capítulo de uma excelente reportagem feita pela BBC sobre o desenvolvimento dos modelos atômicos.



Veja, depois, uma animação sobre o experimento de Rutherford no link <http://www.youtube.com/watch?v=ocJctcoYmXI>.



## Reproduzindo a experiência de Rutherford

Em 1909, Geiger e Marsden realizaram, no laboratório do professor Ernest Rutherford, uma série de experiências que envolveram a interação de partículas alfa com a matéria. Às vezes, esse trabalho é referido como “Experiência de Rutherford”. O desenho a seguir esquematiza as experiências, realizadas por Geiger e Marsden.

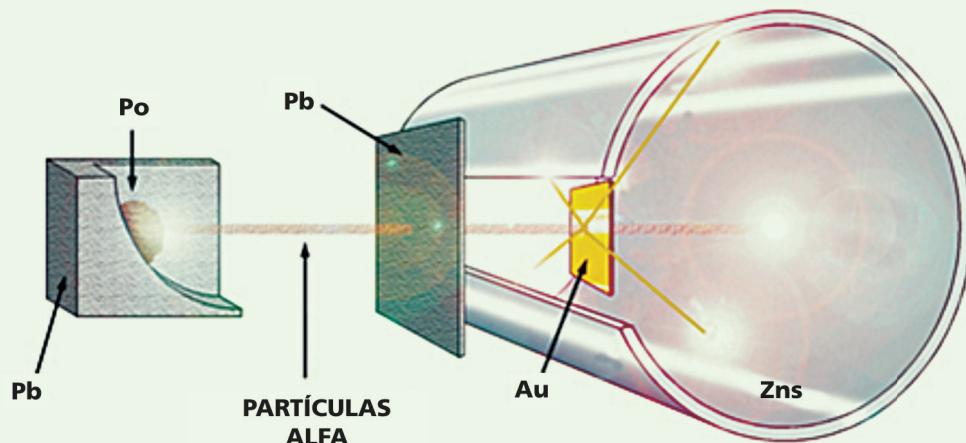
Uma amostra de polônio radioativo (Po) emite partículas alfa que incidem sobre uma lâmina muito fina de ouro (Au). Um anteparo de sulfeto de zinco (ZnS) indica a trajetória das partículas alfa, após terem atingido a lâmina de ouro, uma vez que, quando elas incidem na superfície de ZnS, ocorre uma cintilação.

### Atividade

3

#### Cintilação

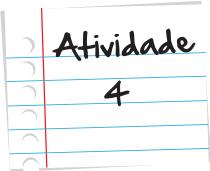
No caso do experimento de Geiger e Marsden, é a emissão de luz que se dá quando a partícula alfa incide sobre a superfície de sulfeto de zinco.



- Descreva os resultados que deveriam ser observados nessa experiência, se houvesse uma distribuição homogênea das cargas positivas e negativas no átomo.
- Descreva os resultados efetivamente observados por Geiger e Marsden.
- Descreva a interpretação dada por Rutherford para os resultados dessa experiência.

Lembre-se:  
faça em uma  
folha à parte

## Identificando as principais ideias dos modelos atômicos



A partir do século XIX, a concepção da ideia de átomo passou a ser analisada sob uma nova perspectiva: a experimentação. Com base nos dados experimentais disponíveis, os cientistas faziam proposições a respeito da estrutura atômica. Cada nova teoria atômica tornava mais clara a compreensão da estrutura do átomo.

Com base nos modelos atômicos, faça a correta associação entre o nome do cientista, a fundamentação de sua proposição e a estrutura atômica que propôs.

Nome do cientista	Fundamentação da proposição	Estrutura atômica
I – John Dalton	( ) Experimentos com raios catódicos, que foram interpretados como um feixe de partículas carregadas negativamente denominadas elétrons, os quais deviam fazer parte de todos os átomos;	( ) O átomo deve ser um fluido homogêneo e quase esférico, com carga positiva, no qual estão dispersos uniformemente os elétrons;
II – J.J.Thomson	( ) Leis ponderais que relacionavam entre si as massas de substâncias participantes de reações;	( ) O átomo é constituído por um núcleo central positivo, muito pequeno em relação ao tamanho total do átomo, porém com grande massa, ao redor do qual orbitam os elétrons com carga negativa;
III – Ernest Rutherford	( ) Experimentos, envolvendo o fenômeno da radioatividade;	( ) Os átomos são as unidades elementares da matéria e comportam-se como se fossem esferas maciças, indivisíveis e sem cargas.

Lembre-se:  
faça em uma  
folha à parte

Como vimos, a ciência está em constante transformação!

Muito do que se acreditava no século XVIII se mostrou incompleto na explicação de fatos, trazidos no desenvolvimento de novas tecnologias. E, apesar das transformações pelas quais o modelo atômico sofreu, ainda não che-

gamos ao modelo atual. Sendo assim, é importante continuarmos com o desenrolar das pesquisas que se seguiram a estas que você aprendeu nesta unidade, pois elas permitirão identificar as partículas que compõem os átomos e diversas outras de suas características. É o que veremos na próxima unidade.

## Resumo

- Os antigos filósofos gregos, a partir da observação dos processos de transformações na natureza, elaboraram concepções filosóficas que levaram à elaboração das primeiras teorias atômicas.
- A partir daí, houve uma série de procedimentos e etapas que levaram a mudança dos modelos atômicos desde Dalton até Ernest Rutherford, cada qual com suas características. São eles:
  - Modelo de Dalton – Os átomos são esferas, homogêneas, maciças, indivisíveis e sem carga.
  - Modelo de Thomson – Os átomos são esferas gelatinosas, carregadas positivamente com pequenos pontos espalhados, uniformemente carregados negativamente. Estes pequenos pontos foram chamados de elétrons.
  - Modelo de Rutherford – Os átomos são constituídos por duas regiões central e periférica. A região central (denominada núcleo) é carregada positivamente e nela está localizada a maior parte de sua massa. A região periférica (denominada eletrosfera) contém pequenas partículas carregadas negativamente, e constante movimento, e de massa desprezível. O tamanho do núcleo é desprezível, quando comparado a eletrosfera.

## Veja ainda!

Aqui vai uma dica para você se aprofundar em um assunto importante desta unidade:

- O link [qnesc.sbn.org.br/online/qnesc02/historia.pdf](http://qnesc.sbn.org.br/online/qnesc02/historia.pdf) remeterá a um excelente artigo sobre a descoberta da radioatividade e suas implicações na época.

## Referências

- QUIMICA, G. D. P. E. E. **Interações e Transformações**, V.3 – Livro do Professor, Edusp, 2002.
- QUIMICA, G. D. P. E. E. **Interações e Transformações**, V.3 – Livro do Aluno, Edusp, 2002.

- BRAGA, Marco; GUERRA, Andréia & REIS, José Cláudio. **Breve História da Ciência Moderna: convergência de saberes (Idade Média)**. Rio de Janeiro, Jorge Zahar, 2003.
- BRAGA, Marco; GUERRA, Andréia & REIS, José Cláudio. **Breve História da Ciência Moderna: das máquinas do mundo ao universo-máquina (séculos Xv a XVII)**. Rio de Janeiro, Jorge Zahar, 2004.
- HUILLIER, Pierre. **De Arquimedes à Einstein: a face oculta da invenção científica**. Rio de Janeiro, Jorge Zahar Editor, 1994.
- WYNN, C. M. **Cinco Maiores Ideias da Ciência, As**. Editora Prestígio.
- ROBERTS, R. M. **Descobertas Acidentais em Ciências**, Papirus, 1995.

## Atividade 1

Faça a atividade experimental e tente responder às questões com suas palavras.

Respostas  
das  
Atividades

## Atividade 2

(V) A balança permitiu avaliar precisamente a variação de massa nas transformações da matéria.

(V) Este é o primeiro postulado de Dalton, o qual foi apoiado por Thomson.

(F) De acordo com Dalton e Thomson, o que diferenciava os átomos eram suas respectivas massas.

(F) Dalton ainda não tinha em mente a existência da eletricidade e das cargas elétricas, portanto não podia afirmar tal coisa.

(V) Este é o modelo de Thomson.

## Atividade 3

- a. As partículas passariam de forma uniforme. Elas poderiam, no máximo, sofrer um leve desvio de sua trajetória, mas nunca refletir em um ângulo de 180°.
- b. Os resultados mostravam que a maioria absoluta das partículas alfa passava pela placa, porém algumas poucas ricocheteavam e outras eram refletidas em um ângulo de 180°.
- c. Estes resultados mostravam que o átomo não era tão “pouco compacto” como dissera Thomson. E mais: existia uma região pequena no seu interior responsável por “rebater” a partícula de volta para onde ela saiu.

**Respostas**  
das  
**Atividades**

#### Atividade 4

Nome do cientista	Fundamentação da proposição	Estrutura atômica
I – John Dalton	( II ) Experimentos com raios catódicos, que foram interpretados como um feixe de partículas carregadas negativamente denominadas elétrons, os quais deviam fazer parte de todos os átomos;	( II ) O átomo deve ser um fluido homogêneo e quase esférico, com carga positiva, no qual estão dispersos uniformemente os elétrons;
II – J.J.Thomson	( I ) Leis ponderais que relacionavam entre si as massas de substâncias participantes de reações;	( III ) O átomo é constituído por um núcleo central positivo, muito pequeno em relação ao tamanho total do átomo, porém com grande massa, ao redor do qual orbitam os elétrons com carga negativa;
III – Ernest Rutherford	( III ) Experimentos, envolvendo o fenômeno da radioatividade;	( I ) Os átomos são as unidades elementares da matéria e comportam-se como se fossem esferas maciças, indivisíveis e sem cargas.



# O que perguntam por aí?

## Questão 1

(Enem 2002)

"Quando definem moléculas, os livros geralmente apresentam conceitos como: "a menor parte da substância capaz de guardar suas propriedades". A partir de definições desse tipo, a idéia transmitida ao estudante é a de que o constituinte isolado (moléculas) contém os atributos do todo.

É como dizer que uma molécula de água possui densidade, pressão de vapor, tensão superficial, ponto de fusão, ponto de ebulição etc. Tais propriedades pertencem ao conjunto, isto é, manifestam-se nas relações que as moléculas mantêm entre si."

(Adaptado de OLIVEIRA, R. J. "O Mito da Substância". Química Nova na Escola, n° 1, 1995.)

O texto evidencia a chamada visão substancialista que ainda se encontra presente no ensino da Química. A seguir estão relacionadas algumas afirmativas pertinentes ao assunto.

I. O ouro é dourado, pois seus átomos são dourados.

II. Uma substância "macia" não pode ser feita de moléculas "rígidas".

III. Uma substância pura possui temperaturas de ebulição e fusão constantes, em virtude das interações entre suas moléculas.

IV. A expansão dos objetos com a temperatura ocorre porque os átomos se expandem.

Dessas afirmativas, estão apoiadas na visão substancialista criticada pelo autor apenas.

a) I e II

b) III e IV

c) I, II e III

d) I, II e IV

e) II, III e IV

## Respostas Esperadas

**1. Resposta:** Letra D.

**Comentário:** As afirmativas I, II e IV, estão baseadas na visão substancialista atrelada à teoria dos elementos, que atribui as propriedades de uma substância também a moléculas individuais. A afirmativa III está fora do contexto, pois se relaciona com as propriedades da substância como um todo e não com as suas unidades constituintes.

# Atividade extra

## Questão 1 – Cecierj - 2013

Como não é possível ver os átomos, Dalton, Thomson e Rutherford elaboraram modelos para ilustrá-los, em função de resultados obtidos em experiências realizadas na época.

Represente através de desenhos esses modelos, mas não se esqueça de explicar a sua representação.

## Questão 2 – Cecierj - 2013

Um modelo atômico só será adequado se for uma representação adequada sobre os fenômenos conhecidos até então. Por isso, diga qual foi a descoberta que determinou a necessidade do aperfeiçoamento do Modelo Atômico de Dalton.

## Questão 3 – Cecierj - 2013

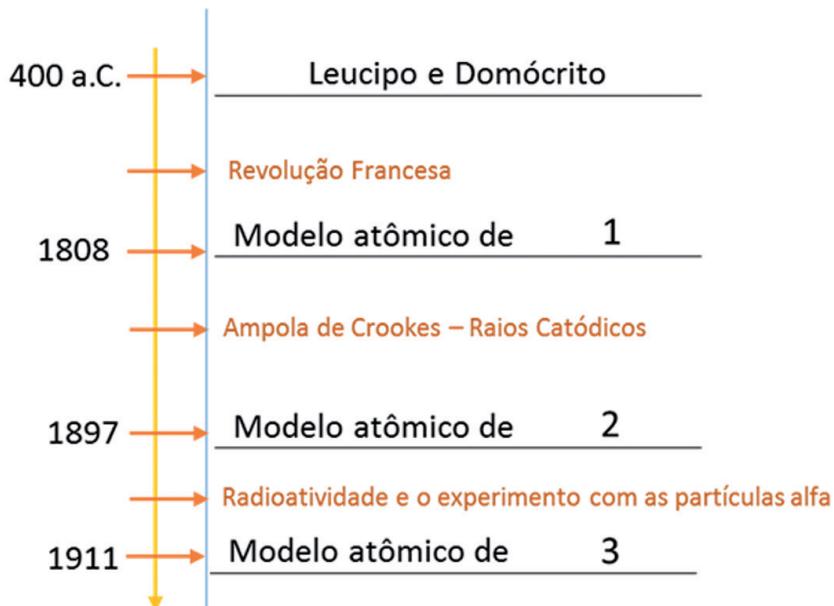
Rutherford, em seus estudos sobre a partícula alfa, fez um experimento que revolucionaria o modelo atômico. Ele chegou às seguintes conclusões:

- I – O átomo é constituído por duas regiões distintas: o núcleo e a eletrosfera.
- II – O núcleo atômico é extremamente pequeno em relação ao tamanho do átomo.
- III – O átomo possui muito espaço vazio.

Quais observações ocorridas em seu experimento que determinaram essas conclusões.

## Questão 4 – Cecierj - 2013

Está vendo a Linha do Tempo abaixo? Ela representa a evolução dos modelos atômicos de acordo com alguns fatos históricos e a alguns experimentos realizados na época.



Em função desses experimentos, os modelos para o átomo foram alterados ao longo do tempo. Identifique os modelos atômicos 1, 2 e 3.

## Questão 5 – Adaptado de FUVEST - SP

Na Teoria Atômica de Dalton, os átomos:

- são indivisíveis.
- possuem carga elétrica negativa.
- são divisíveis, contendo cargas positivas.
- possuem uma região central chamada núcleo.

## **Questão 6 – Adaptado de CFTMG - 2013**

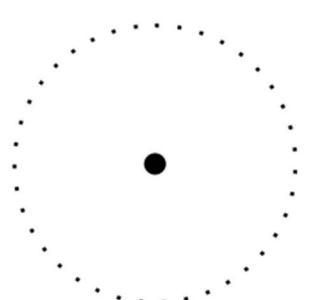
As investigações realizadas pelos cientistas ao longo da história introduziram a concepção do átomo como uma estrutura divisível, levando à proposição de diferentes modelos que descrevem a estrutura atômica.

O modelo que abordou essa idéia pela primeira vez foi o de

- a. Bohr.
- b. Dalton.
- c. Thomson.
- d. Rutherford.

## **Questão 7 – Adaptado de CFTMG - 2012**

O filme “Homem de Ferro 2” retrata a jornada de Tony Stark para substituir o metal paládio, que faz parte do reator de seu peito, por um metal atóxico. Após interpretar informações deixadas por seu pai, Tony projeta um holograma do potencial substituto, cuja imagem se assemelha à figura abaixo.



Essa imagem é uma representação do modelo de

- a. Rutherford.
- b. Thomson.
- c. Dalton.
- d. Bohr.

## **Questão 8 – Adaptado de CFTSC - 2010**

Toda a matéria é constituída de átomos. Atualmente essa afirmação suporta todo o desenvolvimento da química. Ao longo dos anos, foram propostos vários modelos para descrever o átomo. Em 1911, Rutherford realizou um experimento com o qual fazia um feixe de partículas alfa, de carga positiva, incidir sobre uma fina lâmina de ouro. Com esse experimento, observou que a maior parte dessas partículas atravessava a lâmina sem sofrer qualquer desvio.

Diante dessa evidência experimental, pode-se concluir que:

- a. o átomo é maciço e indivisível.
- b. o átomo não é maciço, mas contém muitos espaços vazios.
- c. os elétrons são partículas de carga negativa e se localizam no núcleo do átomo.
- d. o átomo é formado por uma “massa” de carga positiva, “recheada” de partículas de carga negativa: os elétrons.

## **Questão 9 – Adaptado de Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro - 2005**

O “pudim de passas” foi um modelo atômico que descreveu o átomo como sendo constituído por uma nuvem de eletricidade, distribuída uniformemente em um volume esférico, no interior da qual se achavam os elétrons.

O modelo atômico que foi comparado a um “pudim de passas”, recebeu o nome de:

- a. Thomson.
- b. Rutherford.
- c. Dalton.
- d. Bohr.

## **Questão 10 – Adaptado de Universidade do Estado do Rio de Janeiro - 2008**

Um dos modelos atômicos ficou conhecido como modelo planetário, pela sua semelhança com o Sistema Solar, onde o núcleo atômico representava o sol e os planetas eram representados pela eletrosfera.

O modelo atômico que sugere que a estrutura atômica deveria ser semelhante ao sistema solar, é:

- a. Bohr.
- b. Dalton.
- c. Rutherford.
- d. Thomson.

## **Questão 11 – Adaptado de Universidade Federal de Minas Gerais - 2010**

Ernest Rutherford propôs a base para a estrutura atômica moderna, através de seu célebre experimento com partículas radioativas.

Uma importante contribuição do modelo atômico de Rutherford foi considerar que o átomo é constituído de:

- a. uma camada externa composta de prótons.
- b. uma região central com carga negativa chamada núcleo.
- c. uma região central com carga positiva chamada eletrosfera.
- d. um núcleo muito pequeno de carga positiva e cercada por elétrons.

## **Questão 12 – Adaptado de Cecierj - 2013**

De acordo com a teoria atômica de Dalton, os átomos de determinada substância ou elemento são idênticos entre si, mas são diferentes dos átomos dos outros elementos.

Por que o átomo de Dalton era comparado a uma “bola de bilhar”?

# Gabarito

## Questão 1

Em seu desenho sobre o modelo de Dalton, você deverá representar uma esfera como uma bola de bilhar.

Para representar o modelo de Thomson, represente uma esfera com os elétrons distribuídos (veja as figuras 5 e 6).

Para o átomo de Rutherford, considere a como a representação do sistema solar (reveja figura 9 do seu material didático).

## Questão 2

A descoberta do elétron.

## Questão 3

I) A maioria das partículas alfa atravessa a placa de ouro, mas algumas poucas ricocheteavam.

II) O número de partículas que ricocheteavam era muito pequeno.

III) A maioria das partículas alfa atravessa a placa de ouro.

## Questão 4

1) Modelo Atômico de Dalton

2) Modelo Atômico de Thomson

3) Modelo Atômico de Rutherford

## Questão 5

- A**      **B**      **C**      **D**
- 

### **Questão 6**

- A      B      C      D
- 

### **Questão 7**

- A      B      C      D
- 

### **Questão 8**

- A      B      C      D
- 

### **Questão 9**

- A      B      C      D
- 

### **Questão 10**

- A      B      C      D
- 

### **Questão 11**

- A      B      C      D
-

## Questão 12

Porque neste modelo, o átomo era como uma minúscula esfera macia, indivisível, impenetrável e indestrutível.

