EDUCAÇÃO
PARA JOVENS
E ADULTOS

CIÊNCIAS DA NATUREZA I
e suas TECNOLOGIAS

Biologia I • Física I • Química I

Módulo 2 • Volume 1

GOVERNO DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO

Governador
Luiz Fernando de Souza Pezão

Vice-Governador
Francisco Oswaldo Neves Dornelles

SECRETARIA DE ESTADO DE EDUCAÇÃO

Secretário de Educação
Antônio José Vieira de Paiva Neto

Chefe de Gabinete
Caio Castro Lima

Subsecretaria Executiva
Amaury Perlingeiro

Subsecretaria de Gestão do Ensino
Patrícia Carvalho Tinoco

Superintendência pedagógica
Carla Bertânia Conceição de Souza

Coordenadora de Educação de Jovens e adulto
Rosana Mendes

SSECRETARIA DE ESTADO DE CIÊNCIA,TECNOLOGIA E INOVAÇÃO

Secretário de Estado
Gustavo Reis Ferreira

FUNDAÇÃO CECIERJ

Presidente
Carlos Eduardo Bielschowsky

PRODUÇÃO DO MATERIAL EJA (CECIERJ)

Diretoria Adjunta de Extensão
Elizabeth Ramalho Soares Bastos

Coordenação de Formação Continuada
Carmen Granja da Silva

Gerência do Projeto
Michelle Casal Fernandes

Coordenação Geral de Design Instrucional
Cristine Costa Barreto

Elaboração
Ana Paula Abreu Fialho
Andrea Borges
Claudia Augusta de Moraes Russo
Claudio Costa Vera Cruz
João R. T. De Mello Neto
Jose Roberto da Rocha Bernardo
Leonardo Pereira Vieira
Paulo Sérgio Souza
Ricardo Campos da Paz
Vitor Lara

Revisão de Língua Portuguesa
Ana Cristina Andrade dos Santos
Paulo Cesar Alves

Revisão de Conteúdo de Física
Andreia M. Saguia
Bruno Lazarotto Lago
Cesar Bastos
Fábio Ferreira Luiz
Felipe Mondaine
Gabriela Aline Casas

Revisão de Conteúdo de Química
Ana Paula Bernardo dos Santos
Carmelita Portela
Esteban Lopez Moreno
Mauro Braga França
Valéria Pereira

Coordenação de Desenvolvimento Instrucional
Bruno José Peixoto
Flávia Busnardo
Paulo Vasques de Miranda

Desenvolvimento Instrucional
Aline Beatriz Alves
Rommulo Barreiro

Coordenação de Produção
Fábio Rapello Alencar

Assistente de Produção
Bianca Giacomelli

Projeto Gráfico e Capa
Andreia Villar

Imagem da Capa e da Abertura das Unidades
André Guimarães

Diagramação
Alexandre d' Oliveira
Alessandra Nogueira
Bianca Lima
Bruno Cruz
Carlos Eduardo Vaz
Juliana Fernandes
Juliana Vieira
Katy Araújo
Ricardo Polato
Ronaldo d' Aguiar Silva

Ilustração
Bianca Giacomelli
Clara Gomes
Fernando Romeiro
Jefferson Caçador
Sami Souza

Produção Gráfica
Patrícia Esteves
Ulisses Schnaider

Copyright © 2013, Brasilia

Nenhuma parte deste material poderá ser reproduzida, transmitida e gravada, por qualquer meio eletrônico, mecânico, por fotocópia e outros, sem a prévia autorização, por escrito.

C569

Ciências da natureza e suas tecnologias. módulo 2 volume 1 - Ciências humanas / Fialho, Ana Paula Abreu. – Rio de Janeiro: Fundação CECIERJ, 2013.
424 p. ; 21 x 28 cm (EJA)
ISBN: 978-85-7648-918-4

1. Biologia. 2. Física. 3. Química. 4. Diversidade. Fialho, Ana Paula Abreu. Série.

CDD: 300

Referências Bibliográficas e catalogação na fonte, de acordo com as normas da ABNT e AACR2.

Sumário

Biologia

Unidade 1 • Diversidade 7

Unidade 2 • Dando nomes aos bois, aos cavalos, aos pombos... 33

Unidade 3 • Ervilhas, Hereditariedade e o Nascimento da Genética 65

Unidade 4 • As moléculas da vida 91

Unidade 5 • Um ancestral em comum para todos 121

Física

Unidade 1 • O que é ciência, notação científica e unidades 145

Unidade 2 • A vida em movimento 167

Unidade 3 • Eu tenho a força! 199

Unidade 4 • A segunda lei de Newton e a eterna queda da lua 239

Unidade 5 • Buscando o equilíbrio 261

Química

Unidade 1	**Do quê somos feitos?**	**291**
Unidade 2	**Planeta Terra ou Planeta Água?**	**311**
Unidade 3	**Caminhando pela estrada que investiga do quê somos feitos**	**341**
Unidade 4	**Use protetor solar!**	**365**
Unidade 5	**Elementos Químicos: os ingredientes do nosso mundo!**	**383**
Anexo 1		**413**
Anexo 2		**421**

Prezado Aluno,

Seja bem-vindo a uma nova etapa da sua formação.

Através da educação a pessoa toma a sua história em suas próprias mãos e consegue mudar o rumo de sua vida. Para isso, acreditamos na capacidade dos alunos de aprender, descobrir, criar soluções, desafiar, enfrentar, propor, escolher e assumir suas escolhas.

O material didático que você está recebendo pretende contribuir para o desenvolvimento destas capacidades, além de ajudar no acompanhamento de seus estudos, apresentando as informações necessárias ao seu aprendizado.

Acreditamos que, com ajuda de seus professores, você conseguirá cumprir todas as disciplinas dos quatro módulos da matriz curricular para Educação de Jovens e Adultos da Secretaria de Educação do Estado do Rio de Janeiro.

E assim, novas histórias acontecerão em sua vida.

Para ajudá-lo no seu percurso, segue abaixo uma tabela que apresenta a grade de disciplinas que irá cursar:

MÓDULO	NOME DISCIPLINA	CH SEMANAL	CARGA HORÁRIA TOTAL
MÓDULO I	LÍNGUA PORTUGUESA/LITERATURA I	4	80
MÓDULO I	MATEMÁTICA I	4	80
MÓDULO I	HISTÓRIA I	4	80
MÓDULO I	GEOGRAFIA I	4	80
MÓDULO I	FILOSOFIA I	2	40
MÓDULO I	SOCIOLOGIA I	2	40
MÓDULO I	ENSINO RELIGIOSO	1	20
CARGA HORÁRIA TOTAL DO MÓDULO I			420
MÓDULO II	LÍNGUA PORTUGUESA/LITERATURA II	4	80
MÓDULO II	MATEMÁTICA II	4	80
MÓDULO II	FÍSICA I	4	80
MÓDULO II	QUÍMICA I	4	80
MÓDULO II	BIOLOGIA I	4	80
MÓDULO II	ENSINO RELIGIOSO	1	20
CARGA HORÁRIA TOTAL DO MÓDULO II			420
MÓDULO III	LÍNGUA PORTUGUESA/LITERATURA III	4	80
MÓDULO III	MATEMÁTICA III	4	80
MÓDULO III	HISTÓRIA II	3	60
MÓDULO III	GEOGRAFIA II	3	60
MÓDULO III	FILOSOFIA II	2	40
MÓDULO III	SOCIOLOGIA II	2	40
MÓDULO III	EDUCAÇÃO FÍSICA	2	40
MÓDULO III	LÍNGUA ESTRANGEIRA OPTATIVA	2	40
MÓDULO III	ENSINO RELIGIOSO	1	20
CARGA HORÁRIA TOTAL NO MÓDULO III			460
MÓDULO IV	LÍNGUA PORTUGUESA/LITERATURA IV	4	80
MÓDULO IV	MATEMÁTICA IV	3	60
MÓDULO IV	FÍSICA II	3	60
MÓDULO IV	QUÍMICA II	3	60
MÓDULO IV	BIOLOGIA II	3	60
MÓDULO IV	LÍNGUA ESTRANGEIRA	2	40
MÓDULO IV	ARTES	2	40
MÓDULO IV	ENSINO RELIGIOSO	1	20
CARGA HORÁRIA TOTAL NO MÓDULO IV			420

Conte conosco.
Equipe da Fundação Cecierj e SEEDUC

“

Nada lhe posso dar que já não exista em você mesmo.

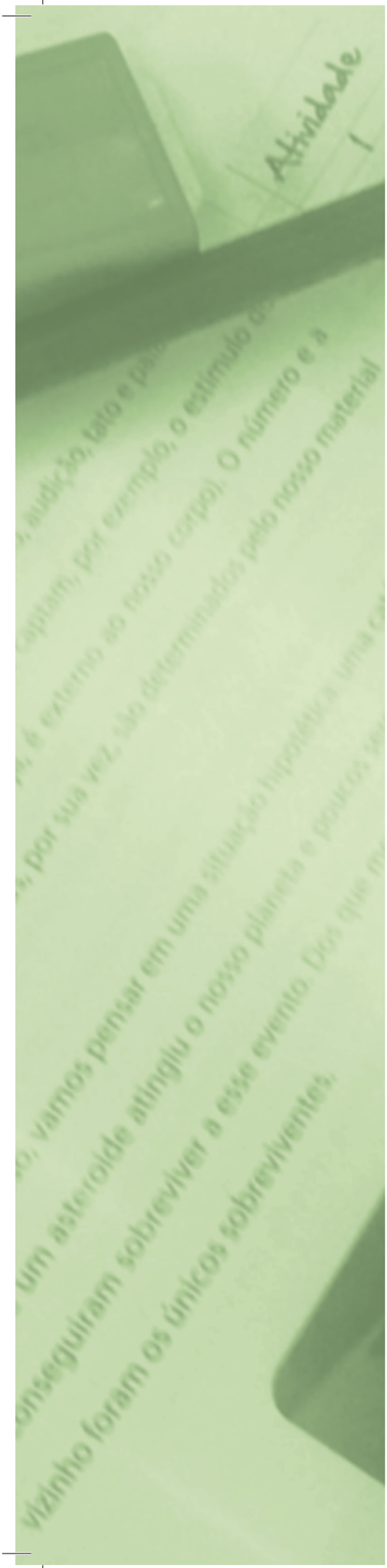
Não posso abrir-lhe outro mundo de imagens, além daquele que há em sua própria alma.

Nada lhe posso dar a não ser a oportunidade, o impulso, a chave.

Eu o ajudarei a tornar visível o seu próprio mundo, e isso é tudo.

Hermann Hesse

”



Diversidade

Para início de conversa...

As coisas são diferentes, isso faz da ciência necessária.

As coisas são iguais, isso faz da ciência possível.

Lewontin & Levins

A Biologia é a ciência que estuda a vida e seus fenômenos. Um dos temas de estudo da Biologia é um assunto bem comum em manchetes de jornais e na televisão – a biodiversidade. Mas o que vem a ser a biodiversidade? O que tal tema tem a ver com Biologia? E por que todos dizem que ela está ameaçada?

Se a palavra biodiversidade for decomposta, o radical bio tem origem na Língua grega e significa vida. O termo *diversidade*, por sua vez, diz respeito ao número de tipos e à quantidade relativa desses tipos presentes em determinado local. Se estiver difícil compreender, pense que, se alguém falar em diversidade, está se referindo à variação. Portanto, o termo biodiversidade trata da diversidade da vida, diversidade biológica ou diversidade dos seres vivos – os milhares e milhares de seres diferentes que existem no nosso planeta!

Esta unidade irá abordar características biológicas semelhanças e diferenças entre os seres vivos, incluindo os processos biológicos que geram e mantêm tais variações em humanos e nos demais seres vivos.

Objetivos de aprendizagem

- Conceituar diversidade, biodiversidade e variabilidade.
- Definir espécies e caracterizá-las como unidades da biodiversidade.
- Relacionar argumentos que expliquem a distribuição não aleatória da variabilidade dentro de uma espécie e entre espécies biológicas.
- Conceituar "material genético", "reprodução", "herdabilidade" e "mutação", relacionando-os com a diversidade biológica.

Seção 1
Entendendo Biodiversidade – uma aproximação do conceito

A Biodiversidade é um conceito que aceita restrições de espaço e de tempo. Isso significa que a biodiversidade pode variar, dependendo do local e pode aumentar ou diminuir, ao longo do tempo.



Figura 1: Biodiversidade de um recife de coral. A grande quantidade de espécies que habitam um recife de coral torna esses ambientes um dos mais ricos em biodiversidade.

Para entendermos melhor a biodiversidade, vamos falar um pouco sobre o termo diversidade.

O conceito importante sobre diversidade aqui é que ela aumenta com:

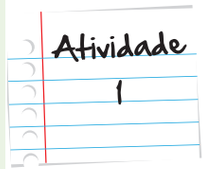
- o aumento da quantidade total de unidades;
- o aumento do número de grupamentos em que tais unidades são inseridas;
- uma melhor distribuição das unidades entre os grupamentos.



Figura 2: A) Armário com alta diversidade. B) Armário com baixa diversidade. Note que a quantidade de roupas é maior no armário B, mas o armário A apresenta maior diversidade de roupas pelo grupamento "cor", pois B apresenta apenas roupas brancas e uma verde, enquanto o A tem rosa, azul, preto com verde...

Agora vamos pensar nesse conceito de diversidade associado à variação e inseri-lo no mundo biológico. Assim, continuaremos a nossa conversa sobre biodiversidade.

Uma grande dúvida em uma manhã de domingo.



João, em uma manhã ensolarada de domingo, resolveu levar a sua família para um passeio na floresta, que terminaria em um refrescante banho de cachoeira.

Durante a curta caminhada na mata, João pôde apreciar a sua biodiversidade e observar os seguintes animais:

- três macacos, nos galhos das árvores;
- 10 formigas, sobre o solo da mata;
- seis pássaros, em ninhos, nos troncos de árvores;
- quatro quatis, alguns sobre o solo e outros nos galhos;
- uma cobra, escondida entre as folhas caídas no chão.



Depois de caminhar mais um pouco, João chega em uma cachoeira. Nesse local, João parou, mais uma vez, para observar a biodiversidade que havia no rio e contou:

- cinco peixes, na massa da água;
- dois girinos, nadando na água
- três libélulas ou lavadeiras, voando sobre a superfície da água.

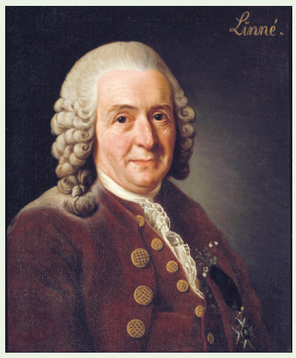
Com esses dados, qual o local que tinha maior biodiversidade de animais: a mata ou o rio? Baseado no que você estudou até agora, é possível responder a essa pergunta?

Seção 2
Espécies como unidades da biodiversidade

Agora, vamos voltar às Ciências da Natureza. Como as peças de roupa são as unidades que você percebe observando um armário (como viu na Figura 2), as unidades da diversidade biológica são as espécies. Um ponto, no entanto, é diferente, pois apesar das espécies serem as unidades da biodiversidade, elas também são grupamentos. Uma espécie pode ser composta de milhões ou bilhões de indivíduos.

Vamos começar falando sobre uma espécie familiar: a espécie humana, que recentemente atingiu sete bilhões de indivíduos. Entre os pesquisadores, nossa espécie é conhecida pelo nome científico que o pesquisador **Lineu** atribuiu: *Homo sapiens*. Tal nome significa "O homem que pensa". A espécie humana é uma das unidades da biodiversidade (além da espécie Homo sapiens, outros pesquisadores já nomearam e descreveram dois milhões de espécies).

Lineu



Carl von Linné ou Carlos Lineu nasceu na Suécia em 1707. Ele é considerado o pai da taxonomia moderna, pois criou o sistema de nomenclatura científica que usamos até hoje para denominar cientificamente as espécies biológicas. Lineu descreveu milhares de espécies, incluindo a espécie humana.

Carl Lineu em 1775. Artista: Alexander Roslin.

2.1 Indivíduos de uma espécie são semelhantes

Ao descrever nossa espécie, além de dar o nome *Homo sapiens*, Lineu também publicou uma breve descrição dos atributos comuns aos indivíduos da espécie. Por exemplo, a presença de duas mãos, dois olhos, cinco dedos em cada membro, pouco pelo no corpo, um coração com quatro cavidades que bombeia o sangue pelo corpo e um cérebro grande estão entre as **características morfológicas** que são compartilhadas por todos os indivíduos da nossa espécie.

Características Morfológicas

Características observáveis em uma espécie que são detalhadas em um estudo científico pelo pesquisador que a descreveu.

Você já reparou que os humanos são todos muito parecidos entre si quando comparamos com outras espécies de **mamíferos**? A nossa espécie apresenta características únicas particulares a ela. Essas são compartilhadas por todos os humanos, mas não o são com as outras espécies de seres vivos. Assim, essas são chamadas características humanas exclusivas ou diagnósticas.

Mamíferos

Grupo de animais que apresentam como características morfológicas exclusivas: glândulas mamárias, pelos no corpo, e dentes de formatos diferenciados.

Repare que você e todos nós conseguimos reconhecer, sem qualquer sombra de dúvida, quando estamos olhando outro ser humano. *Indivíduos de uma espécie biológica conseguem reconhecer outros membros daquela mesma espécie*. Essa é uma propriedade das outras espécies biológicas também, pois uma onça pintada consegue reconhecer outra onça pintada e besouros escaravelhos também conseguem reconhecer-se. Algumas espécies reconhecem membros de sua própria espécie pelas características morfológicas, outras pelo canto, outras pelos odores, outras pela dança...

Para ilustrar melhor a situação, caso possa, tire seu sapato. Compare o formato da planta do seu pé com aquelas desenhadas na Figura 3. A figura mostra o pé do chimpanzé (à esquerda) e o pé humano (à direita). Note que, mesmo sem conhecer o seu pé (ou mesmo você!), eu posso dizer que ele é anatomicamente mais semelhante ao pé humano da figura seguinte do que ao pé do chimpanzé. Essa é uma outra característica importante das espécies: *os membros de uma mesma espécie compartilham muitas características morfológicas e por isso são mais semelhantes*.



Figura 3: Comparação entre o pé de um chimpanzé (esquerda) e de um humano (direita).

Assim, os pesquisadores classificam os humanos como membros da espécie *Homo sapiens*, enquanto os chimpanzés são membros de outra espécie, *Pan troglodytes*.

Repare que o pé do chimpanzé também apresenta características similares ao pé humano, como a presença de unhas nas pontas dos dedos, presença de cinco dedos e formato do pé semelhantes. Graças às características em comum, o chimpanzé e o humano são classificados como duas espécies pertencentes ao mesmo grupamento, o dos primatas.

Muitas características em comum entre espécies fazem com que sejam classificadas nos mesmos grupamentos. Repare, na Figura 4, que as duas espécies são borboletas e, portanto, apresentam um grande número de características em comum. Mas é importante que você tenha em mente que: dois indivíduos de uma mesma espécie de borboleta apresentam um número ainda maior.

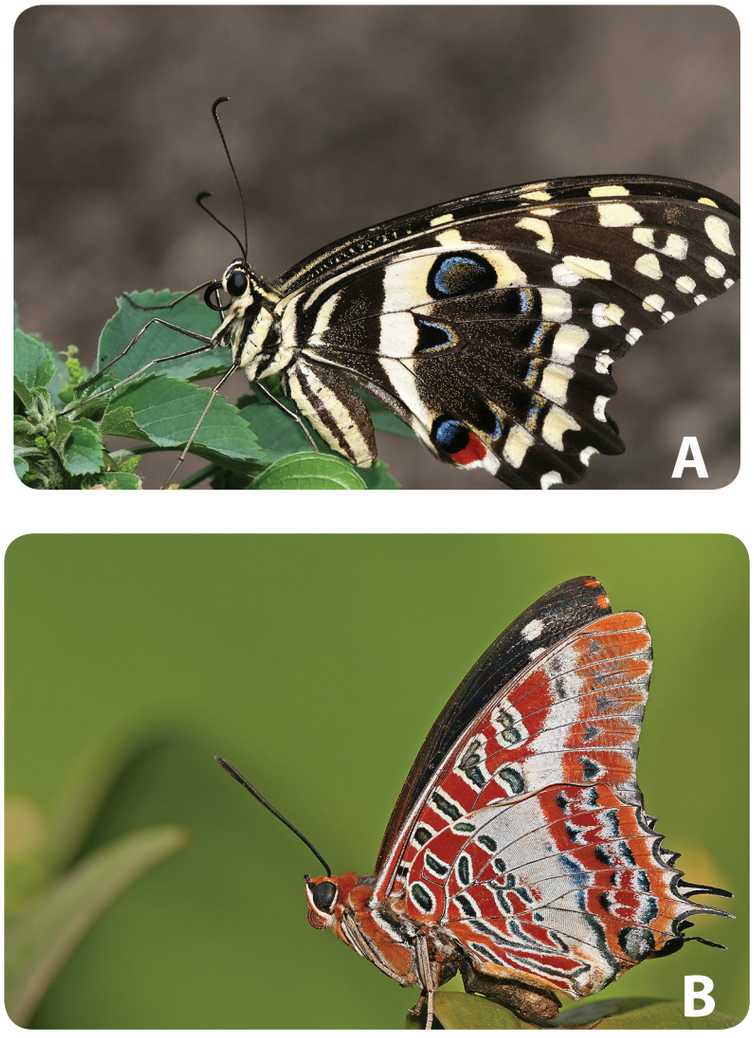
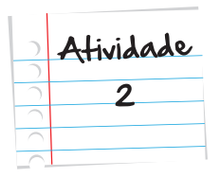


Figura 4: A) *Papilio demodocus* e B) *Charaxes Brutus*. Essas são duas espécies diferentes de borboletas, repare como elas apresentam características em comum, mas algumas diferenças marcantes na forma da asa, na forma da antena, e na coloração da asa e do corpo.

Para as borboletas, suas asas são extremamente úteis, pois permitem o voo, que é um aspecto muito importante de seu cotidiano. Da mesma forma que nosso dedão do pé é uma característica morfológica útil ao hábito bipedal humano. O dedão funciona como uma alavanca para o próximo passo bipedal. Se você já teve uma unha encravada sabe que é muito mais difícil andar sem o auxílio (da alavanca) do dedão para o próximo passo. Tente andar sem encostar o dedão no chão e você poderá comprovar a utilidade do seu dedo.

Características morfológicas úteis para uma determinada função são chamadas, pelos pesquisadores, *adaptações*. O voo é uma característica de todas as borboletas e muitos outros insetos apresentam tal adaptação, como moscas, mosquitos etc. O dedão não opositor é uma adaptação exclusiva dos humanos ao hábito bipedal. O chimpanzé não possui tal adaptação, o dedão do pé do chimpanzé é opositor (lembrando o dedão de nossas mãos). Na realidade, como o cotidiano do chimpanzé não envolve muito andar no chão, essa é uma adaptação que nem seria muito útil...

Que adaptações você possui?



Observe atentamente o seu corpo e aponte cinco adaptações presentes nos humanos que servem para algum hábito em nosso cotidiano. Não é necessário que as características sejam exclusivas humanas, ou seja, podem estar presentes em outros mamíferos, ou outros animais.

A primeira característica já está listada, então procure pelas outras quatro! Seja criativo e olhe sua face, seus braços, suas pernas, seus pés, mãos, sua cabeça!

1. Dedão do pé - alavanca para caminhar e para correr.
2. _____
   _____
3. _____
   _____
4. _____
   _____

Seção 3
Capacidade reprodutiva como propriedade das espécies biológicas

Cada espécie viva apresenta adaptações aos hábitos que possui. Tais adaptações são passadas para os descendentes (filhotes) pela reprodução. Assim, os cactos da Caatinga apresentam adaptações que permitem a vida em um ambiente árido (seco) e os pequenos cactos que nascem também apresentam tais adaptações. Por exemplo, na caatinga, cactos "pais" e "filhos" apresentam adaptações que evitam a perda de água num local em que há escassez de água.



Figura 5: Detalhe de um cacto com espinhos e sem folhas, característica que minimiza a perda de água. Os descendentes desse indivíduo também nascerão com essa adaptação para ambientes áridos, como a caatinga brasileira.

Claro que, como parte integrante da biodiversidade do planeta, esse padrão também pode ser observado em humanos. Humanos se parecem mais com bebês humanos do que com filhotes de chimpanzés. O dedão do pé adequado ao nosso hábito bipedal passa de pais para filhos. Dessa forma, os bebês humanos nascem com o dedão típico dos humanos, mesmo antes de andar, e não com o dos chimpanzés.

Mas por que os membros de uma espécie são mais similares entre si do que quando comparados a membros de outras espécies? Tais similaridades estão relacionadas com uma propriedade primordial das espécies que é a *capacidade reprodutiva*.

Alguns pesquisadores até definem espécies pela compatibilidade reprodutiva que seus indivíduos apresentam. Nesse sentido, espécies são um grupo de indivíduos capazes de se reproduzir e dar origem a indivíduos férteis e incompatíveis reprodutivamente com outros grupos.

Seção 4
A diversidade em uma espécie não é bem distribuída

Existem diferenças entre os indivíduos de uma mesma espécie. A reprodução irá promover uma homogeneização, mas essa mistura não será perfeita. Apesar desse processo de homogeneização, os indivíduos de uma mesma espécie não são idênticos.

Basta observarmos novamente a espécie humana para entendermos. Pense na sua família. Ela apresenta traços e características em comum que estão ausentes em outras famílias. Quais são elas? Pegue fotos de sua família e observe o nariz, a boca, os olhos...

Quando nos deparamos com a diversidade humana, percebemos muitas diferenças entre os indivíduos. Realmente, se pensarmos em um brasileiro, um sueco, um árabe, um índio brasileiro, e um negro africano, percebemos que há muitas diferenças entre eles. Mas se os humanos fazem parte da biodiversidade, por que não observamos tanta diversidade entre os diferentes chimpanzés que se apresentam no circo? Por que as onças pintadas da Mata Atlântica sempre nos parecem tão semelhantes?

Simples. Não observamos as diferenças individuais nas outras espécies, pois não estamos acostumados a olhar para os animais e tentar lembrar os nomes e associá-los aos detalhes fisionômicos de cada um deles! Mas isso não significa que as outras espécies não possuam diferenças individuais. Tal percepção, na verdade, é uma questão de treino e prática que geralmente nós não temos.

Observe a Figura 6. Nela, um filhote de gorila está nas costas de sua mãe. Você consegue distinguir as características morfológicas compartilhadas entre a mãe e o filhote que os diferem dos outros gorilas?



Figura 6: Um filhote de gorila pegando carona nas costas da mãe.

Provavelmente não. Mas e se você os observasse atentamente, vivendo em um bando, todos os dias? Aí, certamente, você conseguiria atentar para detalhes que passariam despercebidos por outras pessoas.

Multimídia

Dian Fossey conseguiu diferenciar gorilas!

Dian Fossey (1932-1985) foi uma bióloga americana que trabalhou sua vida toda em pesquisas de todos os tipos com os gorilas das montanhas do Zaire e Ruanda. A cada dia de sua pesquisa nas montanhas africanas, ela ia percebendo as singularidades de cada gorila estudado.

De tanto observá-los, ela já conseguia reconhecer e dar nome a cada um dos gorilas do bando. Ao dar nomes aos indivíduos, Dian conseguia associar características morfológicas ou comportamentais observadas em um dia com as observadas em outros dias para um mesmo indivíduo.

O filme "Nas montanhas dos gorilas" retrata a vida dessa pesquisadora. É um filme bonito que ilustra, com belas cenas, como alguns cientistas dedicam sua vida toda ao objeto de suas pesquisas. Que tal assisti-lo?

Você herdou de seus pais mais do que o seu sobrenome. Quando seus pais se reproduziram, eles também passaram a você algumas das características morfológicas deles. As características morfológicas comuns entre pais e filhos são transmitidas pela passagem de material genético.

Esta passagem ocorre no momento da reprodução dos pais gerando os filhos.

Entretanto, se existe uma passagem de material genético na qual há a transmissão de todas as características morfológicas dos organismos, por que os filhos não são exatamente idênticos aos pais?

Bem, em primeiro lugar, você tem dois pais. Como seu pai e sua mãe lhe passaram características, você deveria ser metade parecido com seu "pai" e a outra com sua "mãe". Repare que essa lógica também se aplica a seus avós, mas você tem quatro avós, portanto, você é um quarto (1/4) o seu "avô materno", um quarto a sua "avó materna", um quarto o seu "avô paterno e um quarto a sua "avó materna"!

Agora, uma outra pergunta. Se você é metade "pai" e metade "mãe" e seu irmão também, porque vocês dois não são idênticos?

Simples. A metade que seu pai passou para você era diferente da metade que ele passou para o seu irmão. Da mesma forma, as metades que sua mãe passou para você e seu irmão são diferentes.

Veja a Figura 7 e observe atentamente a sua posição na linhagem ancestral descendente de sua família.

Por serem parentes mais próximos, provavelmente, você deve ser mais parecido com seus pais e com seus irmãos do que com seus primos e tios. Mas, se você reparar bem, alguma característica particular como o formato do nariz, por exemplo, pode ser exclusiva de sua família. Tais características particulares, seus pais herdaram de seus avós, assim como seus avós herdaram de seus bisavós que herdaram de seus tataravós. Essa herança foi por meio da passagem do material genético durante a reprodução da mãe e do pai para geração dos filhos. Quanto mais próximos na linhagem ancestral descendente dois indivíduos estão, mais características morfológicas em comum eles irão apresentar.

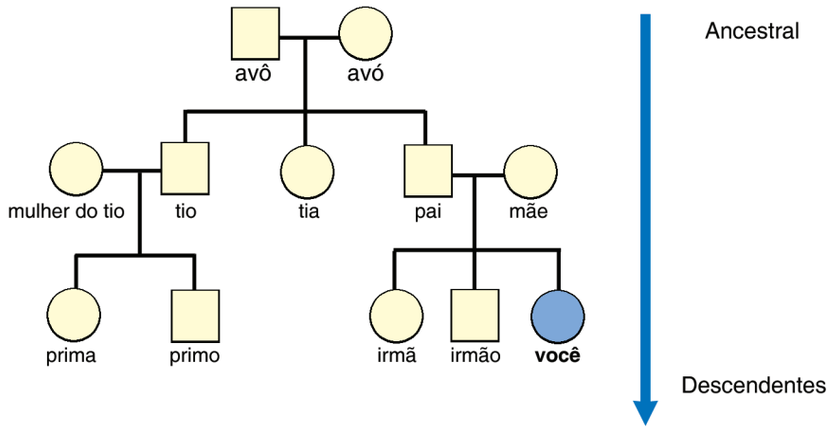
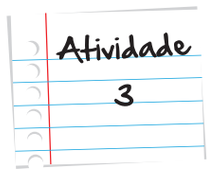


Figura 7: Sua linhagem ancestral descendente inclui seus parentes próximos, como você vê na figura. Mas a sua linhagem não começa e nem para por aí. Ela continua por seus descendentes (seus filhos e netos) e também vai até seus bisavós, tataravós... Quanto mais próximos dois indivíduos estão nessa linhagem, mais semelhantes eles serão. Ou seja, eles terão mais características morfológicas em comum.

Compare-se com seus familiares mais próximos...



Procure em sua casa ou peça a seus pais fotos deles quando eles tinham a sua idade. Pegue agora uma foto sua em que seu rosto apareça em detalhes. Agora, coloque as fotos uma ao lado da outra e compare-as.

Que características você tem em comum com seu pai? E que características você tem em comum com sua mãe? E com seus primos, com quem compartilha os seus avós?

Agora, tente fazer o mesmo para seu irmão. Apesar da semelhança entre vocês, você irá perceber (se olhar com muito cuidado) que vocês herdaram metades ligeiramente diferentes de cada um de seus pais. Concorda?

Seção 5
Uma célula, duas células... trilhões de células

Você já ouviu falar que o seu corpo é composto por células? E você sabia que a poeira da sua casa é composta principalmente pelas suas células mortas e as de seus familiares?

Pois é, os humanos e todas as outras espécies da diversidade biológica são compostos por células. A diferença de tamanho entre uma espécie de inseto e a espécie humana está basicamente relacionada com o número de células em cada organismo. Naturalmente, os humanos têm muito mais células do que um inseto.

Outros seres vivos são tão pequenos que só podem ser observados com o auxílio de um microscópio muito potente. Esses seres são chamados microorganismos e um exemplo deles são as bactérias, compostas por uma única célula.

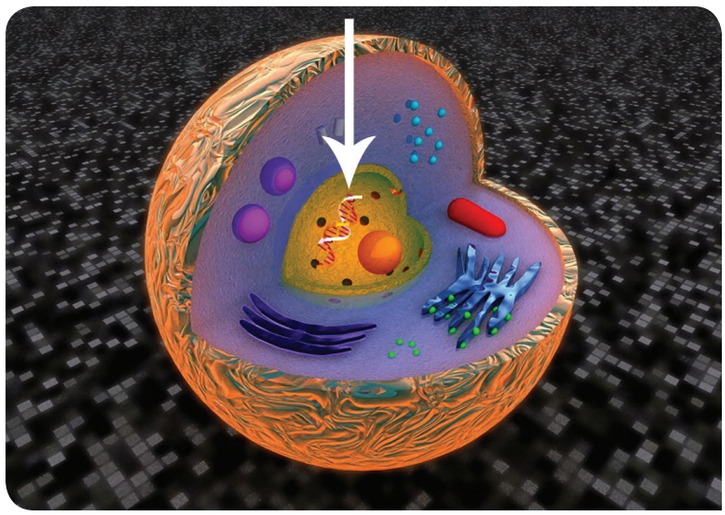


Figura 8: Você pode ver a ilustração de uma célula, como as trilhões de seu organismo. Ela é composta por diversas partes, as quais você estudará posteriormente. Uma delas é o núcleo, onde se encontra o material genético (apontado pela seta), que é transmitido para os descendentes pela reprodução.

Bom, então, você possui trilhões de células no seu corpo. Boa parte dos processos necessários para a manutenção do nosso corpo, tais como a respiração, produção de energia, digestão de alimentos ocorrem também no interior das células. Nesse sentido, as células podem ser entendidas como as unidades funcionais de nosso corpo.

As células também apresentam uma outra função importante. Nelas, está armazenado todo o seu material genético. É no material genético que as informações, por exemplo, sobre a sua forma, cor dos cabelos, altura, o tamanho do seu nariz estão armazenadas. Esse material genético você recebeu metade de sua mãe e metade de seu pai, por isso você apresenta características de ambos.

5.1. A soma de metades

Você foi formado graças à união de uma célula do seu pai, chamada espermatozoide, com uma célula da sua mãe, chamada óvulo. Tanto o espermatozoide como o óvulo são células especiais que chamamos gametas. Quando eles se fundem, durante a reprodução, é formada a célula-ovo. Esta célula se divide inúmeras vezes para formar você.

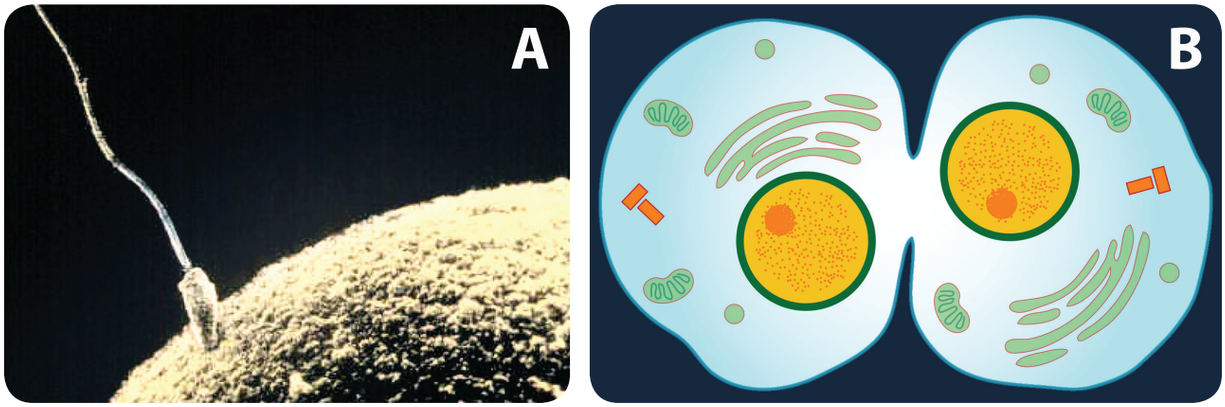


Figura 9: A) Espermatozoide paterno prestes a fecundar o óvulo materno dando origem à célula ovo. B) A célula ovo se divide uma, duas, quatro, oito, dezesseis, milhares de vezes até haver células suficientes para compor você!

Cada um de seus "pais celulares" continha a metade do material genético que iria formar você inteirinho depois da fecundação dos gametas. As características que você compartilha com cada um de seus pais estão nessa metade do material genético que cada um passou para você.

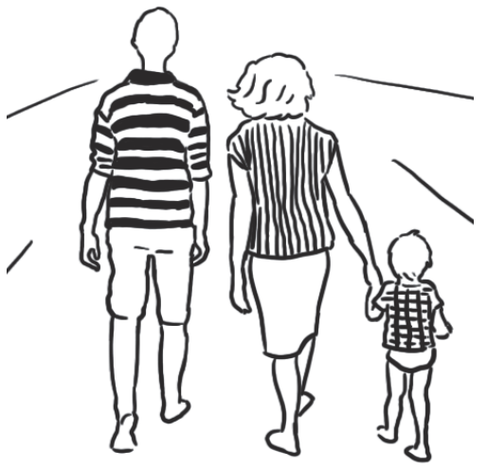


Figura 10: Observe, pelo padrão das camisas, que o filho (ou filhote) é o somatório da metade paterna com a metade materna. Note que acontece uma mistura das características de ambos os pais no filho.

Seus pais, por sua vez, adquiriram as características deles do material genético que seus avós passaram a eles pelos gametas. Seus avós adquiririam de seus bisavós, e assim por diante...



Repare que todos eles (seus pais, avós, bisavós, tataravós etc) apresentam o formato do pé semelhante ao do humano da Figura 3, adaptado ao hábito bipedal humano. Isso porque tal característica já estava presente no material genético dos primeiros humanos, há centenas de milhares de anos.

Cada célula do nosso corpo possui uma cópia exata do nosso material genético. Os gametas, como mencionado, são um tipo celular. Sendo assim, como eles, após se fundirem, geram uma célula com a mesma quantidade de material genético do organismo e não com o dobro? Quer dizer, os filhos deveriam ter o dobro do material genético dos pais, o quádruplo dos avós, certo?

Errado! Isso realmente não acontece, pois a divisão celular que dá origem aos gametas é especial, chamada divisão celular reducional. Assim, tanto o óvulo como o espermatozoide apresentam apenas a metade do material genético de outras células e, na fecundação, a quantidade de material genético original é restaurada na célula ovo.

Seção 6
Errar não é apenas humano, é biológico

Vamos conversar agora sobre como surgem as diferenças entre os membros de uma espécie. Quando a célula ovo é formada, essa única célula tem de dar origem a todas as outras células do corpo de um ser *multicelular* (formado por muitas células), como são os humanos. Para isso, o material genético original da fecundação precisa ser duplicado ou replicado, de forma a garantir que as duas células filhas tenham exatamente o mesmo material genético da célula ovo. Essa duplicação deve acontecer de maneira perfeita.

Dentro das células, existe uma molécula especial responsável pela duplicação do material genético. Quando a célula está prestes a se dividir, ela inicia o processo de duplicação do material genético. Nesse processo, a molécula replicadora pode cometer erros que são chamados mutações.

Uma mutação é, portanto, um erro no evento de duplicação que irá alterar o material genético em uma célula de um organismo.

Repare numa questão importante agora. Todas as células descendentes da célula mutante serão mutantes também. Ou seja, se a mutação acontecer nas primeiras divisões celulares, pode acontecer que boa parte das células do organismo apresente aquela mutação.

6.1. Somos todos mutantes

Se a poeira de nossa casa é composta inclusive por células mortas do nosso corpo, logo devemos ter algum mecanismo de compensação, de forma que não fiquemos cada vez menores com o passar dos anos. Realmente, nossas células perdidas no banho, por exemplo, são repostas imediatamente por novas divisões celulares que ocorrem nas camadas inferiores de nossa pele.

Vamos supor que em uma dessas divisões celulares, a molécula replicadora cometeu um erro em uma célula da pontinha do seu dedo. O erro aconteceu quando a molécula estava duplicando a parte do material genético que determina a cor de pele. Assim, com a mutação, a célula mutante ficou com uma coloração mais escura.

Repare que, de início, você não irá nem perceber a coloração estranha, pois apenas uma célula irá conter tal pigmentação diferenciada. Entretanto, todas as células filhas, geradas a partir da divisão celular dessa célula mutante, ficarão com a mesma coloração estranha. Alguns meses se passam e você, de repente, nota uma mancha no seu dedo! É assim que nascem algumas marcas na nossa pele.

Um ponto muito importante para lembrar é que a coloração estranha irá perdurar nas células que descenderam da primeira célula mutante. Quando o organismo morrer, a mutação também irá se perder. *Essa não será uma mutação importante para a diversidade dos seres vivos, pois ela será perdida com a morte do organismo mutante*.

Por outro lado, se o erro de duplicação acontecer na célula que dará origem a gametas (espermatozoides ou óvulos), o que irá acontecer?

O filhote gerado a partir da fecundação desse gameta mutante irá apresentar a característica mutante em todas as suas células. Assim, quando os gametas forem produzidos a partir de células mutantes, eles irão carregar a informação alterada (mutação) para a geração seguinte também.

A mutação também estará presente em seus gametas, seus filhotes e os filhotes destes também apresentarão a característica mutante. Em outras palavras, toda a linhagem descendente desse indivíduo mutante irá apresentar a mutação, ou seja, será diferente.

É assim que, nessa espécie, poderá aparecer uma linhagem ancestral-descendente mutante. Mas o que acontece se um mutante reproduzir com um indivíduo normal? Aí irá acontecer uma mistura de características de ambos os pais.

Você vai ver, nas próximas unidades, que essa mistura não acontece de maneira simplificada e está longe da média entre as características do pai e da mãe. Como a mistura não é simples, nem todos os indivíduos receberão todas as características dos pais. Veja na figura a seguir, que nem todos os filhos recebem a característica ilustrada pela coloração vermelha. A coloração vermelha pode estar representando altura, formato ou cor dos olhos, cor dos cabelos etc.

Por enquanto, lembre-se apenas de que, através da capacidade reprodutiva dos membros de uma espécie, características podem se misturar nos descendentes, como mostrou a Figura 11. Assim, com a possibilidade de reprodução, uma diferenciação real não irá ocorrer entre as linhagens de uma mesma espécie.

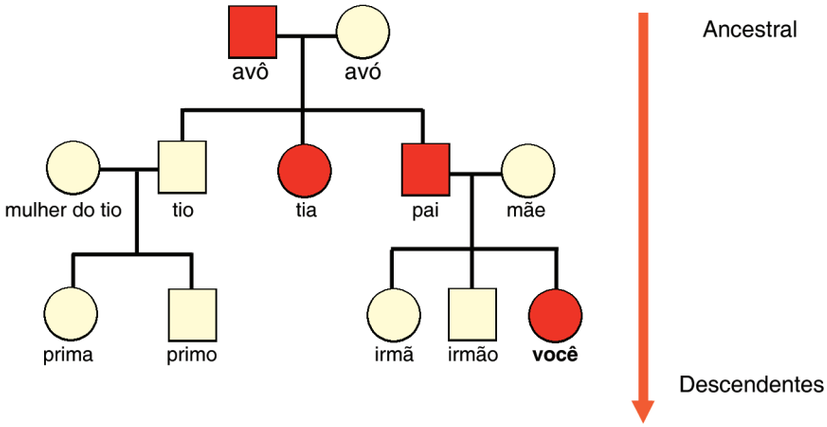


Figura 11: Imagine que essa imagem representa a sua linhagem ancestral descendente. A cor vermelha em alguns membros da sua família denota uma característica peculiar deles que surgiu por mutação no material genético de seus ancestrais. Como a figura mostra apenas três gerações de sua família, não sabemos se o primeiro mutante é o seu avô ou um antepassado dele.

A mutação pode acarretar em uma modificação na cor, mas também pode ser no cheiro, na quantidade de pelos, na altura, na velocidade, na capacidade de enxergar longe. Ela pode acontecer em qualquer outra característica herdável que passa de ancestrais para seus descendentes por meio do material genético modificado.

Os descendentes que receberam o material genético com a mutação irão passá-lo, nessa mesma condição, a seus próprios descendentes, iniciando uma linhagem diferente das demais da espécie. O filhote irá, portanto, receber o material genético com, por exemplo, a capacidade de enxergar longe antes mesmo de conseguir abrir os olhos. Essa, por exemplo, seria uma mutação favorável que poderia resultar em uma adaptação característica de uma espécie.

Quanto menor o tempo entre o ancestral e seus descendentes, maior será a porcentagem do material genético compartilhado. Além disso, menos duplicações de material genético, e portanto de mutações, aconteceram desde os antepassados em comum. Portanto, indivíduos menos aparentados apresentam mais diferenças, pois além de menos material genético compartilhado, mais mutações aconteceram desde seus antepassados em comum. Dessa forma, surgem as diferenças que encontramos em cada uma das espécies biológicas.

Até as adaptações que encontramos em todas as espécies são decorrentes de alguma mutação no material genético de antepassados. Nosso dedão do pé que funciona como uma alavanca, o cacto sem folhas, e muitas outras adaptações são resultado de mutações que acabaram resultando em modificações úteis. *Portanto, as mutações são elementos chave na diversidade dos seres vivos*.

Mas como sabemos disso? Ora, se não fossem as mutações no material genético, a "adaptação" seria perdida na morte do organismo variante. Da mesma forma, se uma mulher de cabelos castanhos pintar seus cabelos de louro, ou se o pai raspar a cabeça, tais modificações não serão passadas a seus filhos. Os filhos do casal nascerão morenos e com cabelo, pois as modificações não estavam no material genético dos pais.

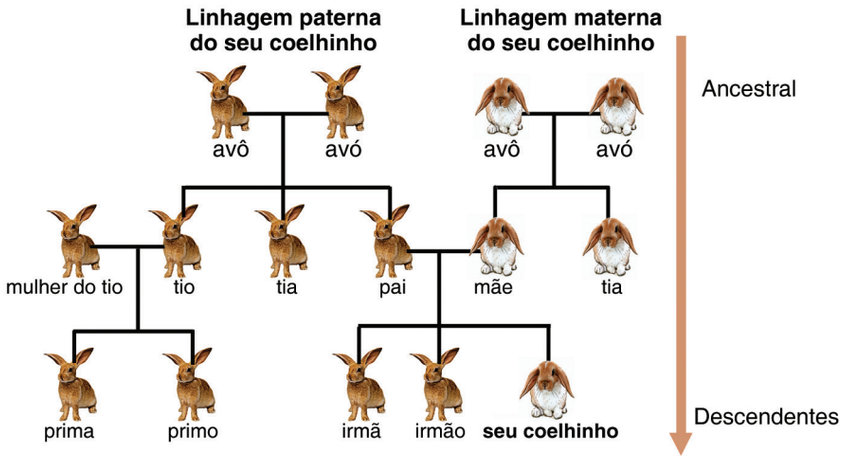
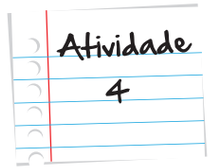


Figura 12: A linhagem ancestral descendente ocorre em todos os seres vivos, inclusive nos seus animais de estimação. Repare que a linhagem materna é diferente em aparência da linhagem paterna do seu coelhinho, mas ele herdou metade das características do pai e metade da mãe. Apesar de ele se parecer mais com a mãe, ele gosta de cenouras mais duras como o pai.

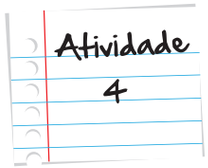
A sorte está lançada?



Esta atividade é um pouco mais difícil do que as outras, mas ela é bem dinâmica e interessante. Você acredita que chegou a este ponto da primeira unidade com o conteúdo bem sedimentado? Caso positivo, você aceita o desafio?

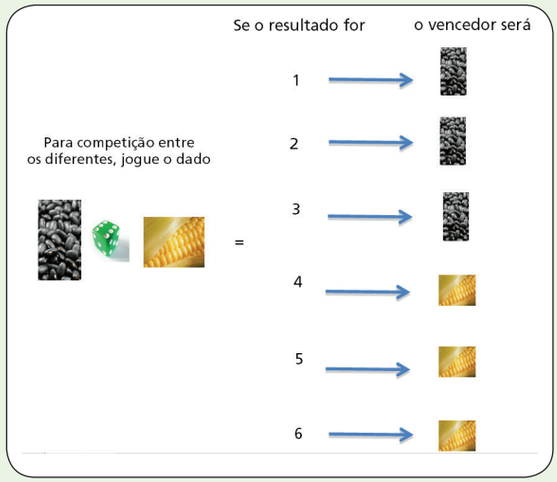
Você vai precisar de 20 grãos de feijão, 20 grãos de milho e um dado de seis lados. Os grãos ilustram indivíduos, *de uma mesma espécie*, que são diferentes em uma característica. Esta atividade está formalmente descrita em um artigo científico de autoria de Claudia Augusta de Moraes Russo e de Carolina Moreira Voloch, *Beads and dice in a genetic drift exercise*.

Vamos imaginar que você tem uma população de 10 indivíduos, representados nessa atividade por 10 grãos. Cada um desses indivíduos dá origem a dois indivíduos como eles, ou seja, um feijão dá origem a dois feijões, um milho dá origem a dois milhos. Só que o ambiente no qual sua população de grãos vive só tem comida para alimentar 10 indivíduos. Então, quando nascem (os 20) indivíduos, em uma geração, eles competem por alimento e só sobram 10 no final para a reprodução (os outros 10 morrem).



Esses 10 irão se reproduzir e, depois de um novo ciclo reprodutivo, os 20 filhotes irão competir por recursos e novamente apenas 10 irão sobreviver.

Comece com uma população com nove grãos de feijão e um grão de milho, ou seja, inicie a sua atividade na geração em que ocorreu um primeiro mutante-milho. Cada um dos 10 indivíduos vai produzir dois filhotes idênticos a eles. Agora, na competição, existem 18 feijões e dois milhos. Quais irão sobreviver? Use o dado para descobrir, como aponta a figura a seguir:

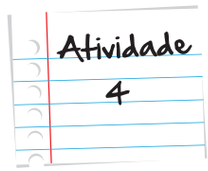


Você só deve rolar o dado, caso a competição seja entre indivíduos diferentes, ou seja, entre feijão e milho. Assim, nessa primeira geração, você irá rolar o dado duas vezes para saber quais sobreviveram para formar a próxima geração. Considere sempre que a competição irá ocorrer entre grãos diferentes, preferencialmente. Se o resultado for 1, 2 ou 3, o feijão sobreviverá. Se for 4, 5 ou 6, o milho sobreviverá.

Faça a competição por 10 gerações e verifique o resultado. O que aconteceu? Repare que, como as proporções de sobrevivência são iguais para os dois variantes, qualquer um pode sobreviver à competição com chances iguais! A cada geração, conte o número de sobreviventes de cada tipo.

Anote seus resultados orientando-se pela tabela a seguir e compare as proporções de feijões e milhos entre seus colegas também. O que aconteceu com o mutante? A primeira geração já está especificada: são nove feijões e um milho que irão produzir 18 feijões e dois milhos. Antes da segunda geração vai existir a competição

e anote seus resultados de acordo com a figura anterior.



Geração	*Feijão*	*Milho*	*Geração*	*Feijão*	*Milho*
Primeira	9	1	Sexta		
Segunda			Sétima		
Terceira			Oitava		
Quarta			Nona		
Quinta			Décima		

As duas características conferiam ao indivíduo a mesma probabilidade de sobrevivência (50%). Agora pense se uma característica desse, ao indivíduo que a carregasse, uma vantagem. Uma vantagem adaptativa. O que aconteceria com as probabilidades de sobrevivência?

Seção 7
Outras questões...

Você acabou de ver, ao longo desta unidade, como mecanismos genéticos (como a mutação, por exemplo) influenciam no surgimento das espécies e, consequentemente, na biodiversidade.

A biodiversidade trata da variedade de seres vivos na Terra. Uma questão que sempre surge a partir do pensamento sobre ela e as relações de ancestralidade entre os seres vivos é... como surgiu a primeira vida no nosso planeta?

Basicamente, há três linhas de pensamento mais difundidas nos dias de hoje sobre origem da vida:

- *Criacionismo*: a vida é criada a partir da ação de uma força suprema ou superior (deus ou deuses)
- *Panspermia*: hipótese segundo a qual a vida teria se originado fora do planeta e chegado aqui pela queda de cometas ou **meteoritos**.
- *Abiogênese*: a vida teria surgido espontaneamente (isto é, sem a necessidade de intervenção de uma força suprema, ou entidade divina), a partir da combinação de elementos e substâncias químicas simples.

Meteoritoi

Meteorito – Fragmento de corpos celestes (planetas, cometas, asteroides) de tamanhos variados que atingem a atmosfera da Terra.

A primeira encontra respaldo na fé e na Bíblia, as outras se baseiam em observações científicas de elementos da natureza e, em alguns casos, experimentos. Para os que defendem a panspermia, o indício de moléculas que existem em seres vivos em um meteorito (que veio do espaço) dá força à teoria, embora ainda não tenha sido provada a existência de vida fora da Terra.

Para a maioria dos cientistas, no entanto, a teoria mais aceita é a da Abiogênese, pois é a que apresenta mais indícios de ser uma explicação para a origem da vida. Por esta teoria, a vida surgiu da combinação de substâncias químicas simples, que foram se associando e formando substâncias químicas complexas – as que compõem os organismos vivos.

Na trajetória de desenvolvimento dessa teoria, muitas etapas aconteceram. Aristóteles, Francisco Redi, Louis Pasteur, Oparin e Haldane são alguns dos nomes relacionados ao caminho traçado para se chegar na teoria da abiogênese.

Uma coisa interessante sobre o estudo da Origem da Vida é que ele está em aberto. Embora haja fortes indícios na direção da abiogênese, há muitas perguntas ainda para serem respondidas e Novas Hipóteses surgem a todo momento. Por exemplo, se acreditava até pouco que a vida surgiu no mar. Recentemente, surgiram alguns indícios de que a colonização do ambiente aquático só foi possível após as primeiras formas de vida sofrerem mutações que geraram adaptações para permitir a ocupação dos oceanos.



Sobre a origem da vida

Nossa unidade já se estendeu bastante, mas ainda há muito a falar sobre este tema que tanto intriga as pessoas, especialmente os cientistas. Para você aprender sobre esse tema, queremos recomendar que você assista um documentário da série Cosmos, idealizado e apresentado por um cientista importante na década de 1980, o Carl Sagan. A série Cosmos possui 13 episódios, e recomendamos que você assista todos, especialmente o 2, chamado *As Origens da Vida*. Ele está disponível no endereço: http://goo.gl/0Dy0h

Estudos sobre esse assunto são bastante importantes para preencher as lacunas que existem entre a biodiversidade que conhecemos e como ela se originou. Afinal, no estudo da ancestralidade (um pouco do que você viu nesta unidade), vamos precisar em algum momento responder como tudo começou, não é mesmo?

Resumo

- Biodiversidade, ou diversidade dos seres vivos, é um conceito que trata da quantificação da variação ou de diferenças observáveis nos seres vivos.
- As espécies são as unidades da biodiversidade. Membros de uma espécie podem se reproduzir e produzir descendentes férteis com uma mistura das características de ambos os pais.
- A fecundação dos gametas paternos gera uma única célula ovo que, por meio de divisões celulares, dá origem a trilhões de células de um humano.
- A divisão celular que dá origem aos gametas é especial, pois é uma divisão celular reducional. Assim, tanto o óvulo como o espermatozoide contêm apenas metade do material genético das demais células do corpo e, na fecundação, a quantidade de material genético é restaurada.
- Todo o material genético da célula ovo deverá ser duplicado para formar duas células filhas. Mais uma vez, o material genético das duas células filhas será duplicado para formar quatro células netas e assim por diante, até o humano estar formado com suas trilhões de células. Cada uma com a mesma quantidade de material genético do que a célula ovo.
- O processo de duplicação do material genético não é perfeito e é passível de erros, chamados mutações.
- Uma célula ovo mutante dará origem a células filhas também mutantes com gametas que também apresentam a mutação. Se um gameta mutante for fecundado, tal mutação será passada para os descendentes do mutante. Assim, surge a diversidade dentro das espécies biológicas.

Veja ainda

- O que explica o fenômeno da mulher barbada, muito famosa em alguns circos? Quer saber, então leia:

  http://cienciahoje.uol.com.br/noticias/genetica/mutacoes-explicam-misterio-da-mulher-barbada/?searchterm=mulher%20barbada

- Novas hipóteses sobre a origem da vida são levantadas a todo tempo pelos cientistas. Uma hipótese recente é de que a vida não tenha surgido nos oceanos. Para saber mais sobre isso, acesse:

  http://cienciahoje.uol.com.br/noticias/2012/02/um-comeco-diferente/?searchterm=origem%20da%20vida

Bibliografia consultada

Futuyama, Douglas. **Biologia Evolutiva**. Editora Sinauer. 3ª edição, 1998

Ridley, Mark. **Evolução**. Editora Blackwell 3ª edição. Editado no Brasil por Artmed, 2003

Imagens


• André Guimarães


• http://pt.wikipedia.org/wiki/Ficheiro:Blue_Linckia_Starfish.JPG – Richard Ling


• http://pt.wikipedia.org/wiki/Ficheiro:Wardrobe_2945.jpg. Domínio público


• https://pt.wikipedia.org/wiki/Ficheiro:Carl_von_Linn%C3%A9.jpg


• http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Citrus_Swallowtail_Papilio_demodocus.jpg – Muhammad Mahdi Karim.


• http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Charaxes_brutus_natalensis.jpg – Muhammad Mahdi Karim.


• Wikipédia. Author: Jon Sullivan. Domínio Público


• http://en.wikipedia.org/wiki/File:Gorillas_in_Uganda-3,_by_Fiver_Löcker.jpg


• Claudia Russo


• Wellcome Images http://www.flickr.com/photos/wellcomeimages/5814145555/


• http://pt.wikipedia.org/wiki/Ficheiro:Sperm-egg.jpg


• http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Mitotic_Cytokinesis.svg


• Claudia Russo

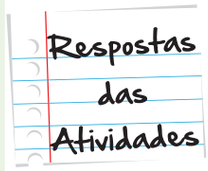


• Claudia Russo



• Claudia Russo

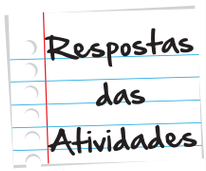
Atividade 1



O local de maior biodiversidade animal é a mata, pois ele observou cinco tipos de animais (macacos, quatis, formigas, aves e cobra), enquanto na água apenas três tipos (peixes, anfíbios e insetos).

Atividade 2

2. Cérebro grande – aumenta a capacidade de aprendizado, possibilita imaginação, criatividade, uso avançado da linguagem.
3. Dentes diferenciados – ampliam as possibilidades alimentares. Temos dentes que podem rasgar carne (chamados caninos), cortar (incisivos), moer comida mais dura (molares). Os jacarés, diferentemente de nós, possuem apenas um tipo de dentes (semelhantes aos nossos caninos) e se alimentam exclusivamente de carne.
4. Olhos frontais – não podemos ver o que está nas nossas costas (como alguns primatas), mas essa posição dos olhos nos permite ter uma visão de profundidade.
5. Glândulas mamárias – leite materno quentinho e pronto para o bebê tomar. A mãe não precisa perder tempo encontrando comida para o bebê pequeno, pois ela própria produz a comida perfeita e rica em substância que protegem o neném de doenças.
6. Coluna vertebral – os camarões, por exemplo, apresentam um esqueleto que recobre todo o corpo. Entretanto, quando o pequeno camarão cresce, ele tem que liberar o esqueleto, crescer e só então produzir um novo esqueleto maior. Imagine a quantidade de alimento que é necessária para produzir novos esqueletos de meses em meses! Além disso, enquanto ele está sem esqueleto, o camarão fica sem a sustentação e sem a proteção do esqueleto, muito vulnerável aos predadores, as quais são conferidas á nossa espécie pela permanente presença da coluna vertebral.



Atividade 3

Não existe gabarito.

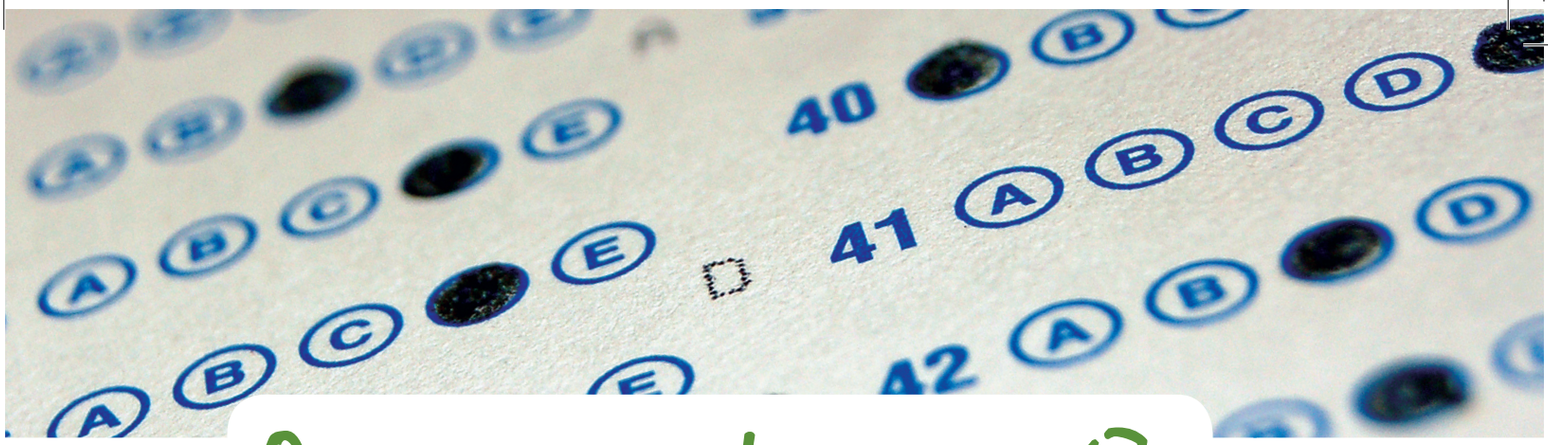
Atividade 4

Nesta atividade, você irá registrar o número de "sobreviventes" ao processo de competição à cada geração. A tabela a seguir não representa o gabarito, pois você irá rolar seu próprio dado e terá seus próprios resultados que seguramente serão diferentes. Isso é esperado. Apresentamos os resultados a seguir como exemplo apenas para guiar você na realização da atividade e na interpretação dos seus resultados.

Conforme a tabela abaixo, da primeira para a segunda geração, os dois filhotes de milho sobreviveram à competição com filhotes de feijão. Por isso, a proporção de milhos aumentou. Ao longo das gerações, a frequência de milho aumenta e diminui como esperado, se a probabilidade de sobrevivência dos dois variantes é exatamente a mesma (50% milho sobrevive, 50% o feijão sobrevive). Em alguns casos, o mutante será eliminado da população. Isso deverá acontecer, principalmente, quando ele ainda estiver em frequência baixa. Compare seus resultados com seus colegas e você verá!

Geração	*Feijão*	*Milho*	*Geração*	*Feijão*	*Milho*
Primeira	9	1	Sexta	5	5
Segunda	8	2	Sétima	6	4
Terceira	8	2	Oitava	6	4
Quarta	7	3	Nona	5	5
Quinta	7	3	Décima	4	6

Se uma característica (milho, por exemplo) desse ao portador uma vantagem adaptativa, a probabilidade de sobrevivência do portador seria maior em comparação com o outro variante (feijão).



O que perguntam por aí?

(ENEM 2010) Questão 61

No ano de 2000, um vazamento em dutos de óleo na baía de Guanabara (RJ) causou um dos maiores acidentes ambientais do Brasil. Além de afetar a fauna e a flora, o acidente abalou o equilíbrio da cadeia alimentar de toda a baía. O petróleo forma uma película na superfície da água, o que prejudica as trocas gasosas da atmosfera com a água e desfavorece a realização de fotossíntese pelas algas, que estão na base da cadeia alimentar hídrica. Além disso, o derramamento de óleo contribuiu para o envenenamento das árvores e, consequentemente, para a intoxicação da fauna e flora aquáticas, bem como conduziu à morte diversas espécies de animais, entre outras formas de vida, afetando também a atividade pesqueira.

Lauber, L. Diversidade da Maré negra. In: **Scientific American Brasil** 4(39), ago. 2005 (adaptado).

A situação exposta no texto e suas implicações

a. Indicam a independência da espécie humana com relação ao ambiente marinho.

b. Alertam para a necessidade do controle da poluição ambiental para redução do efeito estufa.

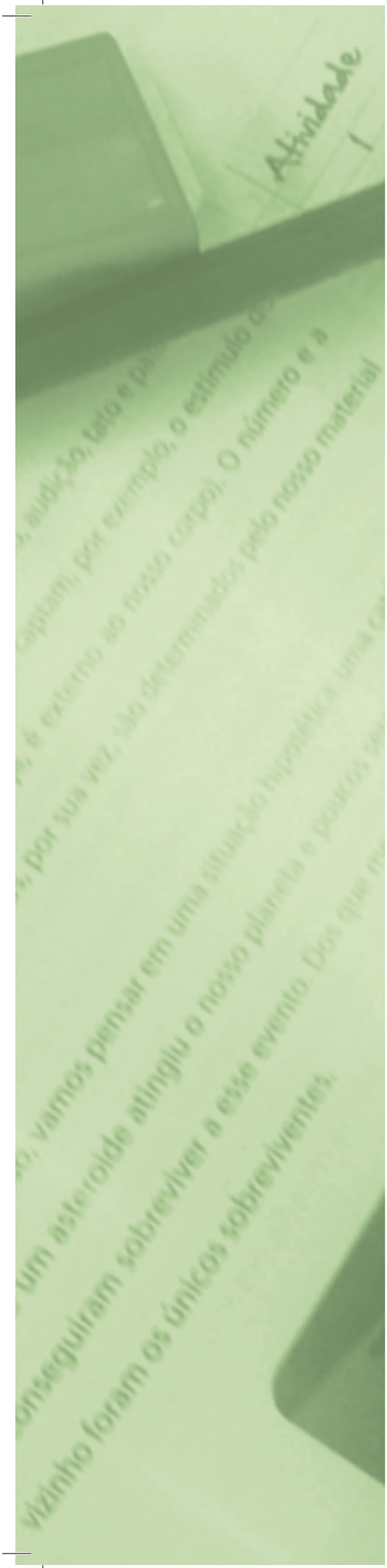
c. Ilustram a interdependência das diversas formas de vida (animal, vegetal e outras) e o seu habitat.

d. Indicam a alta resistência do meio ambiente à ação do homem, além de evidenciar a sua sustentabilidade mesmo com condições extremas de poluição.

e. Evidenciam a grande capacidade animal de se adaptar às mudanças ambientais, em contraste com a baixa capacidade das espécies vegetais, que estão na base da cadeia alimentar hídrica.

Gabarito: Letra C.

Comentário: O enunciado ilustra como o ser humano e suas atividades afetam a biodiversidade, levando inclusive a extinção de algumas espécies por conta da poluição (como no caso acima), de atividades predatórias de caça e coleta de animais em seu ambiente.



Dando nomes aos bois, aos cavalos, aos pombos...

Para início de conversa...

Na unidade 1, você estudou sobre a diversidade biológica e os processos que promovem a diversificação nas espécies na Natureza. Nesta segunda unidade, daremos continuidade a esta temática. Você estudará como o mesmo processo, que inclui reprodução, herança e mutações, explica também o surgimento das marcantes diferenças entre as grandes linhagens biológicas, tais como os mamíferos, as aves, os insetos, e até os micro-organismos!

Para isso, vamos começar falando de nomes, o que significa, em Biologia, falar de *taxonomia*. A taxonomia é um tipo de linguagem da diversidade biológica, pois é a maneira que os pesquisadores encontraram de trocar todo o tipo de informações sobre os seres vivos. Sem taxonomia não existiriam as Ciências Biológicas.

Quando descobrimos uma nova característica em um grupo de organismos, tal característica pode ser restrita à espécie estudada. Por exemplo, humanos têm dedo do pé não opositor. Ou podemos ter descoberto uma característica compartilhada por um número grande de espécies. Por exemplo, os mamíferos têm glândulas mamárias; o grupo dos mamíferos engloba os humanos, os ratos, as baleias, as focas, os elefantes, os morcegos, dentre outras cinco mil espécies.

Repare que existe, nesta frase, uma associação de um padrão observado (a presença de glândulas mamárias) em um grupo taxonômico (os mamíferos).

Quando a palavra "mamíferos" é usada em um texto, você entende que eu estou falando de onças, tamanduás, baleias, macacos, morcegos, cavalos etc.

A partir disso, você pode deduzir que outros organismos, como galinhas, besouros e ouriços-do-mar estão de fora do grupo, ou seja, eles não apresentam glândulas mamárias. Claro! Uma vez que você saiba o significado do nome "mamíferos", eu não preciso me referir a cada uma das espécies do grupo separadamente, pois o nome significa o conjunto todo.



Figura 1: Bebê elefante (Elephas maximus) mamando leite da mãe. Além de elefantes, micos, humanos, preguiças, tamanduás e outras 5 mil espécies pertencem ao grupo dos mamíferos. Todos os mamíferos apresentam glândulas mamárias e as recém-mamães de todas as espécies de mamíferos produzem leite e alimentam seus bebês.

De acordo com algumas regras, um pesquisador associa uma parcela da diversidade a um nome taxonômico em Latim. Uma vez que o nome daquela fatia da diversidade biológica seja conhecido, o pesquisador da descrição original e outros pesquisadores podem ir acumulando informações sobre aquele grupo de espécies. Cada um pode estudar um aspecto e assim o conhecimento biológico aumenta e solidifica.

Você poderia perguntar: por que precisamos de nomes científicos em Latim se já temos nomes em Português? Na Língua Portuguesa, temos nomes apenas para os grandes grupos da diversidade. Mas, para uma comunicação efetiva sobre a biodiversidade, os pesquisadores precisam de muito mais nomes do que aqueles que encontramos nos dicionários da nossa língua. Além disso, a taxonomia não poderia ser em Português, pois existem pesquisadores estudando mamíferos em todos os países do mundo. Um dos principais objetivos de uma linguagem em comum, a Taxonomia, é facilitar a comunicação entre todos eles. Assim, por meio da Taxonomia, o conhecimento biológico é construído.

Objetivos de aprendizagem

- Listar os passos do processo de descrição de uma nova espécie, feita pelo taxonomista.
- Relacionar a taxonomia à linguagem da biodiversidade.
- Aplicar algumas regras da taxonomia.
- Definir especiação biológica como o agente que interrompe a reprodução e a mistura entre as linhagens de uma espécie.
- Relacionar o processo de especiação à diferenciação das grandes linhagens da diversidade.

Seção 1
Taxonomia e a descrição de uma espécie

Voltando ao exemplo dos mamíferos, que vimos há pouco, você percebe que as espécies também são alocadas em grupos maiores, compostos de muitas outras espécies. O número de divisões possíveis da biodiversidade é imenso. Por isso, precisamos de pesquisadores exclusivamente dedicados à ciência de dar nomes nas parcelas da diversidade. Precisamos de *taxonomistas* e de uma *taxonomia* bem feitos.

Quando, por exemplo, uma taxonomista de morcegos descreve uma espécie pela primeira vez, ela associa uma descrição muito detalhada de características a um novo nome científico. Além disso, ela incluirá a nova espécie em um dos grupamentos já existentes para morcegos.



Figura 2: Nós, por exemplo, somos do grupamento humanos junto com algumas espécies já extintas, entre elas os homens de neandertal. Além de humanos, nós (e os neandertais) também somos do grupamento primatas, junto com os micos, macacos, chimpanzés e gorilas. Todos os primatas também são do grupamento mamíferos (como tigres, cachorros, focas, cavalos, morcegos, baleias e lobos) e, por sua vez, todos os mamíferos pertencem ao grupamento dos vertebrados. Neste último grupamento, estão cobras, lagartos, dinossauros pererecas, sapos, peixes ósseos, tubarões, tartarugas, todas as aves e todos os mamíferos.

Algumas das espécies de mamíferos, como a onça pintada e o tamanduá bandeira apresentam um nome vulgar em Português, pois chamam a atenção do público em geral, mas a maior parte das espécies só tem o nome

científico. Aliás, "mamíferos" não é o maior grupo mesmo com suas cinco mil espécies. Os besouros, por exemplo, são mais de 350 mil espécies.

Mas, o que leva os taxonomistas a descreverem novas espécies? Num país como o Brasil, com grandes extensões de matas e com um litoral extenso, ainda existe muito trabalho para muitos novos taxonomistas que virão nas próximas gerações. Se você gosta de ficar observando os animais que aparecem em sua casa ou na sua cidade, quem sabe você não será o próximo taxonomista brasileiro de renome internacional? Se você já pediu de Natal um microscópio ou adorou um guia de identificação de animais que caiu em suas mãos, você é um excelente candidato a um futuro taxonomista. Podemos afirmar que trabalho não faltará em um país tão biodiverso como o Brasil!

Como toda área profissional, dedicação e seriedade são fundamentais para o sucesso como taxonomista. Para iniciar você no cotidiano da profissão, vamos agora falar sobre o processo de descrição de uma espécie. O taxonomista é um pesquisador familiarizado com a diversidade de espécies de um determinado grupo. Taxonomistas especializam-se em um grupo da diversidade biológica.

Vejamos um exemplo. Joaquim é um taxonomista de roedores. Os roedores são caracterizados por possuírem dentes da frente (incisivos) longos e separados. Ou seja, todas as duas mil espécies do grupo roedores apresentam essas características em comum. Lembrando que os mamíferos são cinco mil espécies, nós conseguimos perceber a importância do grupo Rodentia (roedores) dentro da diversidade dos mamíferos.



Figura 3: A nossa capivara brasileira (nome científico *Hydrochoerus hydrochaeris*) é o maior roedor do mundo e foi descrita por Carl Lineu, em 1766. Você tem agora condições de entender por que apelidamos Lineu de o pai da taxonomia, pela quantidade de organismos importantes que ele descreveu ao longo de sua vida.

Como um bom taxonomista, especialista em roedores, Joaquim leu e familiarizou-se com as descrições já publicadas das espécies de roedores. Tais descrições são artigos publicados em revistas especializadas. Depois dessa boa

revisão bibliográfica, é possível reunir as descrições das espécies de roedores feitas e publicadas por outros taxonomistas tanto brasileiros como estrangeiros.

É também fundamental para o trabalho de Joaquim ir ao campo. O campo pode ser uma mata, uma floresta, uma restinga, uma lagoa, uma praia etc. O campo é onde o pesquisador vai para **coletar** ou observar a biodiversidade em seu ambiente natural. Vamos imaginar que "ir ao campo" para um taxonomista é como o "olhar para o céu" de um astrônomo... Assim, se Joaquim for para o seu trabalho de campo na **Mata Atlântica**, ele irá observar e examinar os roedores que ali habitam. Joaquim pode colocar armadilhas para coleta e para observação dos roedores que ele venha a encontrar.

Coleta

Quando um pesquisador traz seres vivos de seu ambiente natural para o laboratório.

Mata Atlântica

Ambiente típico de floresta tropical encontrado na região costeira do Brasil. Tal ambiente já foi muito devastado desde a chegada dos portugueses, há mais de 500 anos.

Vamos supor que Joaquim esteja observando um roedor que caiu numa armadilha que ele armou. Ele saberá que o animal da armadilha é um roedor pelos dentes incisivos, característica do grupo. Observando o roedor da armadilha e lembrando-se das descrições de espécies que ele já leu, ele pode se deparar com uma característica do animal nunca antes descrita. Por exemplo, o roedor capturado tem uma mancha amarela nos seus pelos das costas que nenhuma outra espécie de roedor tem!

Humm... Intrigante, não é?

Se ele observar o mesmo tipo de mancha em outros indivíduos que caíram em outras armadilhas naquela área de mata, ele poderá descrever uma nova espécie de roedor, quando retornar a seu laboratório. Nessa, a *característica morfológica diagnóstica*, ou seja, a característica marcante e pela qual esta espécie será reconhecida passará a ser a presença de uma mancha amarela na pelagem das costas. Característica que certamente irá constar da descrição da nova espécie a ser publicada.

Ao descrever uma espécie nova, é fundamental armazenar um exemplar da mesma em uma coleção de um museu. Este exemplar é chamado *tipo* e estará disponível para outros taxonomistas examinarem-no.

A publicação da descrição detalhada é uma etapa fundamental, pois, só com ela, outros taxonomistas poderão ler e tomar conhecimento da nova espécie encontrada e descrita.



Figura 4: Duas espécies já descritas de mamíferos roedores. A espécie da esquerda tem nome comum "camundongo" e nome científico *Apodemus sylvaticus*. A da direita chamamos rato e os cientistas chamam *Rattus norvegicus*. Será que você consegue perceber algumas características em comum dos roedores, olhando para essas duas fotos? E características nas quais elas diferem?

Atividade 1

Borboletas no museu?!

Ir ao museu é um passeio fantástico! Mas será que nele só encontramos ossos de extintos dinossauros, quadros de artistas famosos e/ou objetos de antigas guerras?

A resposta é não! Existem museus onde estão arquivados os diferentes *tipos* das mais diversas espécies. E foi nesse gênero de museu que Roberta, uma esperta menina de dez anos, ao observar várias borboletas dentro de uma caixa de vidro, perguntou à sua mãe:

"– Mãe, por que essas lindas borboletas estão aqui e não nas florestas, onde, uma vez, eu vi um monte delas voando?"



Baseado no que você estudou em nossa unidade, o que você responderia à Roberta?

Anote suas respostas em seu caderno

Seção 2
Nomeando e agrupando as espécies

Pesquisadores de tempos mais antigos já entendiam que a linguagem da biodiversidade teria de ser comum aos pesquisadores de todas as línguas. É importante que os nomes científicos sejam únicos, quer seja em um artigo científico escrito em Português, em Russo ou em Alemão. Dessa forma, pesquisadores em todo o mundo podem compreender o nome da espécie em um texto. Assim, uma língua tinha de ser eleita para uso em taxonomia e os pesquisadores escolheram o Latim.

Mas você deve estar se perguntando: por qual razão escolheram uma língua que ninguém mais usava no século XVI?

Pois esta foi justamente a razão para a sábia escolha dos pesquisadores! Eles escolheram o Latim, pois já era uma língua morta, ou seja, que ninguém mais falava. Dessa forma, os pesquisadores garantiram que as regras de gramática e de ortografia não iriam mudar com o tempo. Essa é uma particularidade importante para não haver confusão com as mudanças informais e as revisões linguísticas formais como aquela que tivemos na Língua Portuguesa há alguns anos.

Todos os nomes em Taxonomia são escritos em Latim e obedecem às mesmas regras há séculos. Imagine se uma regra de ortografia em Latim mudasse. Isso significaria mudar os nomes científicos de dois milhões de espécies... Seria muito trabalhoso, não acha?

2.1. Algumas regras da taxonomia

Além de serem em Latim, uma outra particularidade é que os nomes científicos das espécies devem sempre vir destacados no texto, em itálico, negrito ou sublinhado. O mais comum atualmente é que eles venham destacados em itálico, nos textos científicos, e mesmo nos textos de divulgação científica.

Os nomes científicos na taxonomia antes dos estudos de Lineu eram pequenas descrições das espécies. Então, uma abelha, por exemplo, apresentava o seguinte nome:

> *Apis pubescens, thorace subgriseo, abdominae fusco, pedibus posteuis, glabris, utrinque margine ciliatis*.

O "nome" antigo da abelha significa "abelha com pelos curtos, peito cinza, abdômen marrom escuro, patas sem pelo e com pequenos sacos com estruturas semelhantes a pelos nas bordas". Imagine quão difícil era a troca de informações sobre as espécies. Só para dizer qual espécie estava sendo estudada já eram necessárias algumas linhas de texto!

Enquanto a diversidade biológica estava restrita basicamente à diversidade europeia, esse sistema funcionava mal, mas funcionava. Entretanto, depois das grandes navegações dos séculos XV e XVI, os navios traziam, do **Novo Mundo**, uma biodiversidade infinitamente mais rica e mais difícil de ser catalogada. Milhares de espécies novas chegavam aos portos da Europa, trazidas do Novo Mundo para a ciência europeia analisar. Dessa forma, o sistema antigo ficou rapidamente impraticável. Um novo sistema de classificação era necessário.

Novo Mundo

Todo o continente americano, incluindo as Américas do Norte, Central e do Sul. Depois das grandes navegações, o Velho Mundo (Europa, Ásia e África) conheceu o Novo Mundo (as Américas).



Figura 5: **Mapa de Martin Waldseemüller, mostrando uma parte do Novo Mundo, no caso a América do Sul. Neste mapa, o nome América aparece, pela primeira vez, no ano de 1507.**

Foi apenas no século XVIII, que o pai da Taxonomia, Carl Lineu (você viu um pouco sobre ele na unidade 1), propôs que o nome da espécie passasse a ser composto de apenas dois nomes. Este é o sistema que usamos até hoje, mais de três séculos depois. A abelha com aquele nome enorme descrito acima, por exemplo, foi redescrita formalmente e denominada cientificamente por Lineu: *Apis mellifera* (Figura 6). Muito mais simples, concorda?

O procedimento agora é associar, em uma publicação, o nome a uma descrição detalhada que inclui o local de depósito do tipo da espécie. Dessa maneira, Lineu descreveu milhares de espécies. Já vimos que muitas são espécies bem conhecidas.

Como não é o nome, a descrição poderia ser tão detalhada, quanto necessária. Cada detalhe pode ser incluído de forma a descrever a nova espécie com precisão, diferenciando-a das outras espécies, mesmo das com características muito semelhantes. Tal descrição inclui medidas, quantidades, formatos, cores de cada uma das estruturas dos membros daquela espécie. Tanta informação certamente não caberia em um "nome".



Figura 6: Foto da abelha europeia, redescrita por Lineu como *Apis mellifera*. Será que você consegue perceber os atributos do primeiro nome *Apis pubescens* dessa abelha pela foto?

O sistema proposto por Lineu foi tão bem recebido que perdura até os dias de hoje e é chamado sistema binomial. Isso porque, o nome científico de uma espécie apresenta dois nomes, ambos em itálico (uma forma de destacá-los do texto em que se encontram). *O primeiro nome é o nome do gênero*, sempre iniciado por letra maiúscula. *O segundo nome é a parte específica* do nome da espécie, sempre iniciado por letra minúscula.

Um mesmo gênero pode apresentar muitas espécies. *Panthera leo* e *Panthera onca*, por exemplo, são os nomes científicos do leão e da onça pintada, respectivamente. O tigre , por sua vez, chama-se Panthera tigris e, assim como o leão e a onça pintada, faz parte do gênero *Panthera*.



Figura 7: *Panthera onca* (onça) e *Panthera tigris* (tigre) são duas espécies do gênero *Panthera*. O tigre vive nas florestas asiáticas, enquanto a onça habita as florestas brasileiras.

Dizer que três espécies pertencem ao mesmo gênero significa que elas são muito semelhantes em suas características. Isso porque o gênero é o segundo menor dos grupamentos da biodiversidade. Lembre-se de que o menor grupamento é a espécie que une indivíduos mais semelhantes do que as espécies de um mesmo gênero. O gênero *Leopardus*, por exemplo, também apresenta várias espécies, entre elas *Leopardus pardalis*, que é a nossa jaguatirica. O gênero *Felis* é o gênero da espécie do gato doméstico.

Os gêneros *Felis*, *Leopardus* e *Panthera* são três dos gêneros membros da família Felidae. A família é o grupamento imediatamente superior ao gênero. Isso significa que uma família apresenta vários gêneros e cada um desses, por sua vez, várias espécies.

Assim, todas as espécies do gênero *Felis*, pertencem à família Felidae, mas nem todas as espécies em Felidae estão no gênero *Felis*.

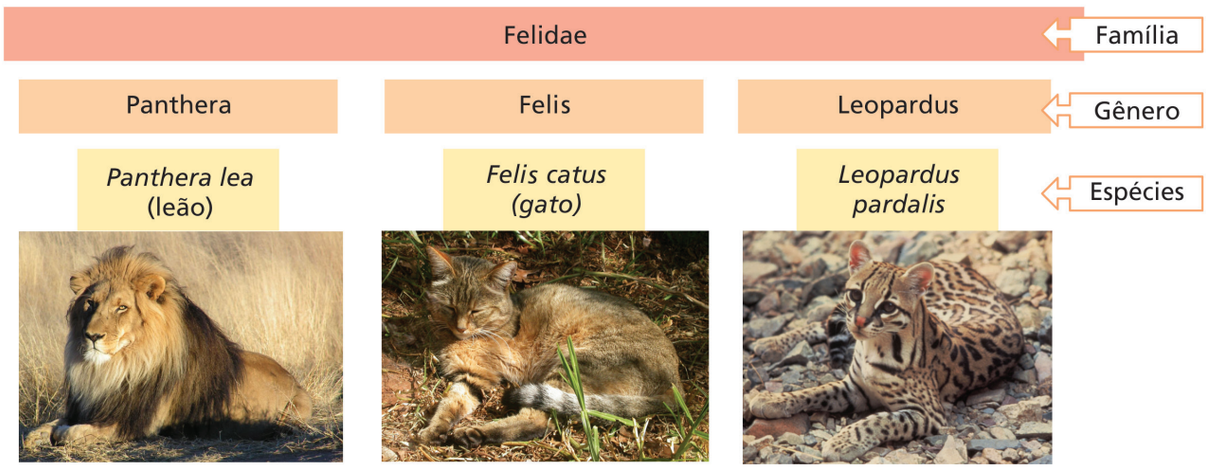


Figura 8: O leão, o gato e a jaguatirica pertencem, respectivamente, aos gêneros *Panthera, Felis* e *Leopardus*. Todos esses gêneros pertencem à família Felidae. As espécies de uma mesma família apresentam algumas características em comum.

Mas qual a razão desses três gêneros estarem juntos em uma única família?

Se você reparar na pata de um gatinho, você verá que o gato pode retrair (recolher) as suas garras ou colocá-las para fora de acordo com a sua vontade. A pata de um cachorro, por outro lado, não possui as garras retráteis. As unhas de cachorros e lobos estão sempre para fora e, por isso, são bem menos afiadas do que as dos gatos. Garras retráteis são uma adaptação dos felídeos, isto é, as espécies da família Felidae apresentam tal característica vantajosa e espécies de outras famílias, não.

Repare em uma mulher com unhas muito longas e você irá perceber como seria vantajoso para ela poder retrair as unhas de acordo com a própria necessidade, por exemplo, quando ela está digitando no computador... Porém,

infelizmente para ela, humanos não são membros da família Felidae. Garras retráteis são uma característica diagnóstica vantajosa ou uma *adaptação exclusiva* de todos os membros da Família Felidae.

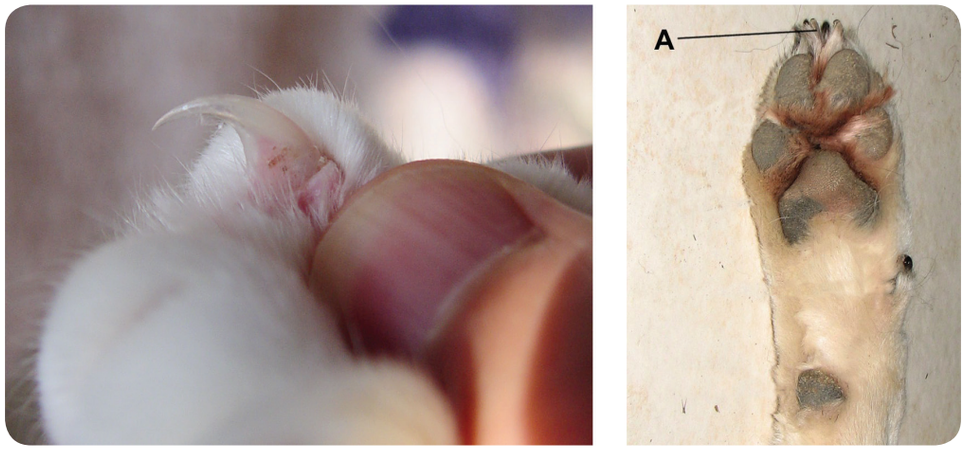


Figura 9: Garras retráteis de um gatinho doméstico (à esquerda) e as não retráteis de um cachorro (apontadas pelo A na foto da direita). Note como as do gato são muito mais afiadas.

Os cachorros e lobos são membros da Família Canidae, que apresenta outras características diagnósticas também vantajosas, mas suas garras não são retráteis (veja Figura 9). O focinho grande, por exemplo, é uma das adaptações dos canídeos que permite que seu cachorrinho saiba que você chegou à casa antes mesmo de vê-lo.



Figura 10: Cães (esquerda) e lobos (direita) também pertencem a uma mesma família – Canidae - e compartilham as mesmas adaptações, como por exemplo, o focinho grande. Características compartilhadas de forma exclusiva marcam a categorização de animais em grupos taxonômicos diferentes.

Multimídia

O cinema não segue as regras taxonômicas...



No filme X-Men, alguns humanos apresentam mutações e são chamados mutantes. Alguns personagens do filme nasceram com habilidades sobre-humanas que os fazem diferentes dos demais.

Os mutantes de X-men geralmente apresentam características vantajosas. Um dos mutantes, por exemplo, apresenta uma visão superpoderosa outro apresenta poderes telepáticos, outro pode ficar invisível.

No filme, um dos principais mutantes é chamado Wolverine. Esse nome vem da palavra *lobo* pois *wolf* em Inglês significa lobo. Wolverine é um mutante que consegue retrair e expor suas garras afiadíssimas, à sua vontade (veja o desenho). Entretanto, apesar do nome, vimos que garras afiadas e retráteis são uma adaptação típica dos felinos, na realidade, e não dos lobos que são canídeos...

Concluindo, Stan Lee e Jack Kirby, os excepcionais escritores de X-men, não conheciam bem a taxonomia de mamíferos! É um filme de ação muito interessante e se você não viu ainda, vale à pena alugar na sua locadora.

http://pt.wikipedia.org/wiki/Ficheiro:Wolverine_por_John_Cassaday.jpg Autor: John Cassaday

2.2. A classificação termina em família?

De maneira alguma a classificação termina por aí! Canidae e Felidae pertencem à ordem dos carnívoros que é uma das ordens da Classe Mammalia. Na Classe Mammalia, estão incluídos todos os mamíferos. Cada uma das espécies de mamíferos apresenta suas próprias características diagnósticas, uma coloração de pelo diferenciada, um tamanho maior de corpo, um focinho mais fino, uma orelha mais pontuda, dentes maiores etc., mas há características que são específicas dos mamíferos em geral.

Além dessas características particulares, portanto, para serem classificadas como mamíferos, todas as (cinco mil) espécies desse grupo apresentam características em comum:

- pelos;
- dentes diferenciados;
- glândulas mamárias.

Estas são as características diagnósticas de mamíferos. Ou seja, se alguma nova espécie for encontrada, por exemplo em Cabo Frio, e apresentar essas três características, a mesma será necessariamente incluída na classe Mammalia ao ser descrita. Sabendo que ela apresenta essas três características, saberemos inferir outras tantas. Por exemplo, como todos os mamíferos apresentam coluna vertebral, a nova espécie de Cabo Frio certamente irá apresentar também a coluna vertebral. E se a nova espécie tiver garras retráteis, em que família você a incluiria? Seria, claro, mais um membro da família Felidae (da Classe Mammalia do Subfilo Vertebrata).

Grupamentos em taxonomia obedecem a um sistema hierárquico de nomenclatura no qual, muitas espécies estão incluídas em um gênero, muitos gêneros em uma família, muitas famílias em uma ordem, muitas ordens em uma classe, muitas classes em um filo e muitos filos em um reino.

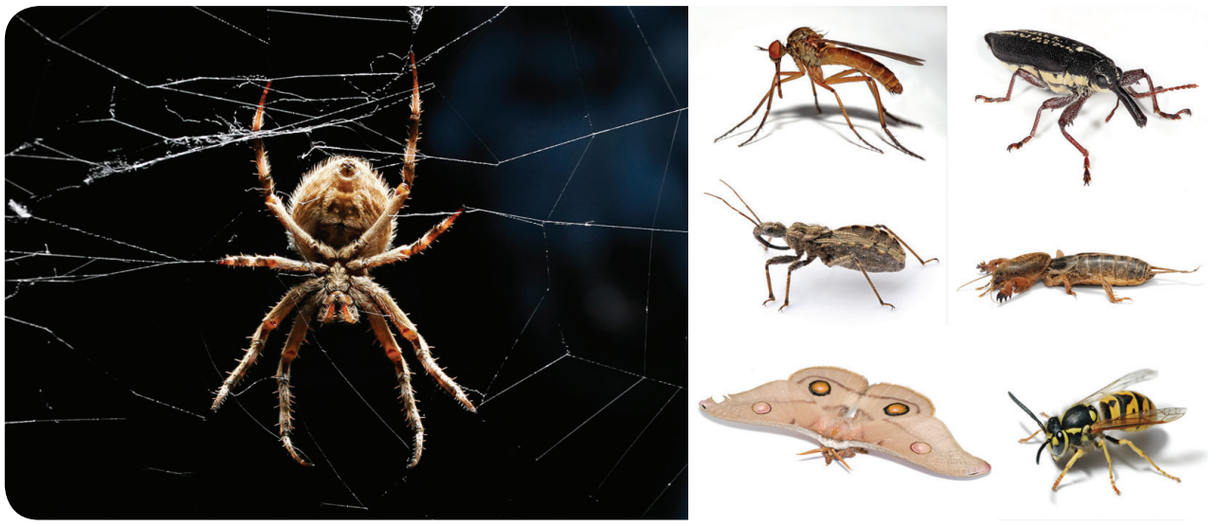


Figura 11: Embora muitas pessoas acreditem, a aranha (à esquerda) não faz parte do grupamento dos insetos (à direta). Todos os insetos apresentam seis patas e as aranhas apresentam oito. Insetos e aranhas fazem parte do Filo (grupo maior) dos artrópodos. Um outro grupo de artrópodos são os crustáceos, onde se encontram os caranguejos, camarões, lagostas.

O maior dos grupamentos é o domínio. Existem apenas três domínios nos quais toda a diversidade biológica é incluída. São eles: Bacteria, Archeae, e Eukarya. Os dois primeiros são domínios compostos apenas por organismos unicelulares (seres constituídos por uma célula apenas), isto é, por micro-organismos bactérias e **arqueas**. O domínio Eukarya é composto por organismos uni e multicelulares. Todos os organismos que podemos enxergar a olho nu estão incluídos no domínio dos eucariontes (Eukarya), incluindo as plantas, os fungos e os animais.

Arqueas

Micro-organismos unicelulares que vivem em condições extremas. Ambientes extremos, por exemplo, podem ser temperaturas altíssimas como próximas de 100º C. Esses organismos também são chamados extremófilos. Um dos três domínios da vida é constituído por arqueas.

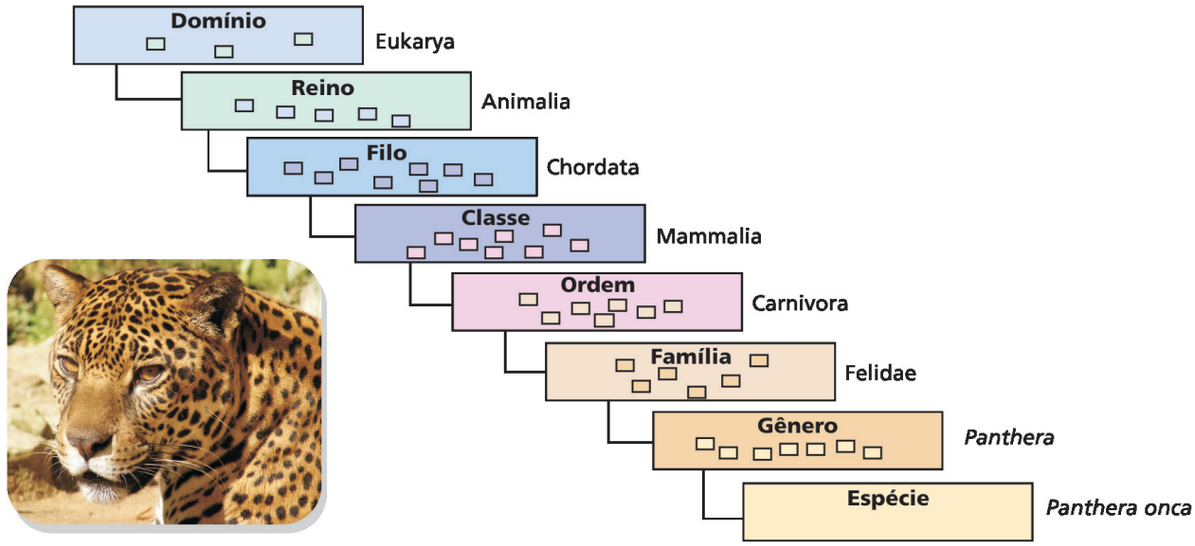


Figura 12: Hierarquia em taxonomia. A onça *(Panthera pardus)* é uma espécie do gênero *Panthera*, que é um gênero da Família Felidae, que é uma família da Ordem Carnívora, que é uma ordem da Classe Mammalia. Mammalia, que, por sua vez, pertence ao Filo Chordata, que é um filo do Reino Animália, que é um reino do Domínio Eukarya que faz parte da diversidade biológica.

Um novo conceito importante, diante do que vimos na taxonomia da onça pintada, por exemplo (Figura 12) é que *os nomes em taxonomia obedecem a uma estrutura hierárquica, que vai da espécie ao domínio. Essa estrutura hierárquica reflete uma maior ou menor similaridade morfológica*.

Se você tem dificuldade em entender o que é hierarquia, não se preocupe, você não é o único! Vamos deixar mais intuitivo esse conceito complicado, mas central do estudo das Ciências Biológicas. Mais uma vez, vamos simplificar o complicado, dando um exemplo cotidiano.

Endereços, por exemplo, também apresentam uma estrutura hierárquica. Digamos que você more em:

- uma casa, que se localiza em
- uma rua, que fica em
- um bairro de

- uma cidade em
- um dos estados da
- federação brasileira (país).

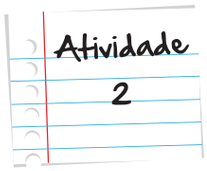
Repare que a estrutura de um endereço também é hierárquica, pois os endereços não são simplesmente iguais ou diferentes. Existe uma gradação entre dois endereços muito similares e dois muito diferentes. Dois endereços muito similares também apresentarão suas diferenças, como o número da casa ou do apartamento. Assim, até endereços muito diferentes apresentam suas similaridades, como o mesmo país ou o planeta Terra.

Se pensarmos sobre a similaridade dos seres vivos, encontraremos um padrão semelhante. Alguns grupos taxonômicos com menos espécies apresentam uma maior similaridade morfológica do que grupos com mais espécies que também apresentam maiores diferenças. Por que existe essa hierarquia na Natureza?

A similaridade entre as características dos indivíduos na Natureza depende de quão próximos ou distantes estão seus antepassados em comum. Como vimos na unidade 1, você se parece com seus irmãos, pois os antepassados em comum são seus pais. Existe apenas uma geração de duplicação do material genético com possibilidade de gerar mutações. O material genético que deu origem a você e a seu irmão era oriundo do mesmo casal, seus pais, apenas uma geração atrás. Você apresenta características que lembram seus avós na mocidade, pois apenas duas gerações separam você e seus avós. O ancestral comum entre você e sua avó é sua própria avó.

Assim, a estrutura reprodutiva das linhagens ancestrais descendentes obedece a um padrão hierárquico ao longo do tempo que gerou a hierarquia na similaridade morfológica.

Um carioca e um chinês apresentam diferenças em suas características fisionômicas, mas ainda são similares, se comparados com as outras espécies do planeta. A similaridade entre o carioca e o chinês advém do fato de que os antepassados em comum dessas duas linhagens são ainda recentes. Em milhares de anos de reprodução e mistura de material genético na população humana, algumas mutações fazem o carioca e o chinês diferentes. Por outro lado, a grande maioria das características desses humanos é compartilhada por todos os humanos. O dedão do pé em alavanca é um exemplo, como já mencionamos na unidade 1, que já estava presente nos ancestrais humanos, pois todos nós o apresentamos.



Verdade ou mentira?

Para as questões a seguir, aponte, nos parênteses, "V", se elas forem verdadeiras ou "F" , se elas forem falsas.

( ) Uma bactéria e um ser humano possuem muitas características em comum, por isso ambos são classificados na mesma espécie.

( ) Coleoptera é uma ordem de insetos. Os membros dessa ordem estão mais relacionados entre si do que com os membros da ordem Carnivora de mamíferos.

( ) Bufo Bufo é o registro correto do nome científico de uma espécie de sapo.

( ) Domínio é o menor grupo de classificação dos organismos.

( ) *Canis lupus* e *Canis latrans* são grupos de animais mais parecidos morfologicamente do que *Canis lupus* e *Elephas maximus.*

Anote suas respostas em seu caderno

Seção 3
Ciência e perguntas

A principal tarefa de um cientista é tentar dividir perguntas grandes e complexas em perguntas pequenas e mais simples de encontrar respostas. Assim, a pergunta "por que a biodiversidade é da forma que ela se apresenta em nosso planeta" é uma pergunta muito grande e complexa. Então vamos dividi-la em perguntas menores, que podem ser entendidas mais claramente pelo que vimos até agora.

3.1. Primeira pergunta: qual a causa das diferenças entre os seres vivos?

Mesmo entre membros de uma única família, os indivíduos não são iguais. Pais e mães não dão origem a **clones,** quando se reproduzem. As diferenças que observamos entre as espécies são resultado da mistura do material genético do pai e da mãe, e também do processo de mutação que pode acontecer nas multiplicações das células de um indivíduo.

Clone

É o nome que damos a indivíduos que possuem material genético idêntico ao de outro indivíduo. Podem ser gerados por divisão de um ser em dois (reprodução assexuada, ou seja, sem sexo), o que acontece com alguns micro-organismos, por exemplo, ou por reprodução sexuada quando são gerados gêmeos idênticos, como acontece com os humanos.

Indivíduos mutantes (cuja mutação afete as células reprodutivas) vão produzir filhotes com a mesma característica mutante. Os filhotes mutantes também irão crescer e reproduzir-se, produzindo mais e mais filhotes também com a característica mutante. Em outras palavras, pelo cruzamento (reprodução), essa mutação vai sendo passada de tal forma que, daqui a algumas gerações, estará presente em muitos indivíduos. Assim, o cruzamento é uma ferramenta poderosa para promover a *mistura* do material genético na população ao longo das gerações.

Esse é o princípio da primeira resposta importante sobre biodiversidade no planeta

3.2. Segunda pergunta: Qual a causa das semelhanças?

Por outro lado, os organismos são semelhantes. Afinal, glândulas mamárias não são uma particularidade dos humanos, pois são compartilhadas pelas mais de cinco mil espécies de mamíferos.

Mas as semelhanças não param aí. Vamos falar de atitudes. Chimpanzés, coçando a cabeça, leões espreguiçando-se, atobás, mergulhando no mar. Quer outros exemplos? Vamos falar sobre doenças. Veja, na Figura 13, exemplos de que o albinismo é uma doença que afeta todos os mamíferos, aves, répteis e muitos outros organismos.



Figura 13: Albinismo, uma doença que acomete humanos, também pode ser encontrada em outros animais, como em cangurus e jacarés. Isso porque compartilhamos não apenas características, mas também podemos ser acometidos pelas mesmas doenças de outros animais do planeta.

Indivíduos da mesma espécie apresentam uma maior parcela das características iguais do que quando comparamos espécies diferentes, pois uma espécie está em constante homogeneização de suas características por meio da reprodução. Membros de uma mesma espécie não são mais semelhantes apenas morfologicamente, mas em outros aspectos de sua fisiologia, de seu comportamento, enfim, de todas as características herdáveis presentes no material genético.

No caso dos humanos, por exemplo, os antepassados em comum entre eles viveram há algumas centenas de milhares de anos apenas. Isso pode parecer muito para você, que irá viver algumas dezenas de anos. Entretanto, se pensarmos que a vida na Terra tem 4 bilhões de anos, não é exagero dizer que todos os humanos são irmãos.

Por essa lógica, podemos dizer também que os chimpanzés são nossos primos. Mas antes de chegarmos aí, há um assunto que a gente ainda não falou...

Vamos falar, então. Falaremos agora sobre especiação.

3.3. Terceira pergunta: como explicar as grandes diferenças e semelhanças entre as diferentes espécies?

Se os membros de uma espécie estão em constante mistura de material genético pela reprodução, então é impossível que exista uma diferenciação real em uma mesma espécie, como a que encontramos entre macacos e tigres. Portanto, deve existir um mecanismo que impeça a reprodução, rompendo com o processo de mistura em uma parcela da população.

Sim, esse mecanismo existe e é chamado de *especiação*. A especiação é o único mecanismo que permite que linhagens diferenciem-se de fato. A especiação possibilita que mutações acumulem-se dentro de um grupo de organismos, diferenciando linhagens inteiras ao longo dos anos.

Quando a especiação acontece, o cruzamento entre dois grupos ou mais de indivíduos é parcialmente interrompido, gerando duas novas espécies. Isso é chamado isolamento reprodutivo. Ele é, geralmente, antecedido pelo isolamento geográfico. Isso significa que, antes de existir uma barreira biológica, ou seja, um impedimento no cruzamento entre grupos de indivíduos, os grupos devem estar separados em diferentes regiões do território.

Isolamento reprodutivo e isolamento geográfico são dois conceitos fundamentais para a compreensão do fenômeno da especiação.

O isolamento reprodutivo: acontece quando duas populações não conseguem mais se cruzar. Isso pode acontecer de formas diversas: quer porque anatomicamente se torna inviável, quer porque o espermatozoide de uma população não mais fecunda o óvulo da outra, quer porque os descendentes gerados são estéreis.

Já o isolamento geográfico se trata de uma barreira geográfica que impede que as populações troquem seus materiais genéticos. Geralmente, o isolamento geográfico precede o isolamento reprodutivo, pois caso não haja barreira geográfica, impedindo o cruzamento, as populações continuarão a trocar material genético e não irão se diferenciar. Com a barreira, o isolamento geográfico impede o cruzamento, confinando novas mutações a apenas uma parcela da população, possibilitando a especiação.



Vamos dar um exemplo de forma que você consiga compreender o fenômeno especiação. Para isso, pense em uma espécie de roedores com machos e fêmeas se reproduzindo em uma população. Essa população habita uma área específica de uma densa floresta. Agora, ao invés de nos preocuparmos com cor, cheiro, número de patas, vamos pensar em características ligadas à reprodução e à compatibilidade reprodutiva.

Imagine que tanto os machos como as fêmeas apresentem uma época de cio em junho. Nesse mês, portanto, todos os indivíduos da população estão aptos à reprodução. Tanto machos como fêmeas apresentam, em seu material genético, o tipo "período fértil em junho". Vamos imaginar machos e fêmeas, acasalando em junho, dando origem a filhotinhos e filhotinhas que receberiam dos gametas dos seus pais material genético do mesmo tipo "período fértil em junho".

No curso dessa história, gerações e gerações se passam...

Em determinado momento da história dessa espécie, um pequeno tremor de terra mudou o curso de um rio. O rio agora atravessou a área onde a espécie habitava e dividiu a população em duas partes: uma na margem direita do rio e outra na margem esquerda. Como os indivíduos não conseguem atravessar o rio, o novo curso do rio isola geograficamente as duas novas populações.

Mais e mais gerações e gerações se passam...

Em um dos lados do rio, durante as duplicações do material genético de um dos indivíduos, a molécula duplicadora, cometeu um erro. Uma mutação ocorreu. A mutação não teria maiores consequências caso tivesse sido em qualquer outra célula, mas o erro foi em uma das células que deu origem a um gameta, que seria fecundado.

Mas qual foi o erro?

O erro foi justamente no período de fertilidade, pois o mutante teria "período fértil em outubro", diferente de seus pais.

O que acontecerá com ele?

Esse material genético mutante está condenado a morrer junto com o organismo mutante, pois este morrerá sem se reproduzir. Enquanto todos os indivíduos de sua população estão acasalando, ele não poderá fazê-lo. Em outubro, quando ele estiver pronto para reproduzir-se, ninguém mais estará e ele ficará sem parceira para a reprodução. Assim, a mutação "período fértil em outubro" será perdida.

Mais gerações e gerações passam-se...

Eventualmente, uma nova mutação ligada ao período fértil ocorreu na população da margem esquerda do rio. Desta vez, a mutação era "período fértil em início de junho". Essa mutação permite que o indivíduo mutante reproduza-se com os organismos com "período fértil em junho". Assim, a mutação "período fértil em início de junho" pode ser mantida na população.

Gerações e gerações passam-se novamente...

O processo de homogeneização fez com que, em um determinado momento, todos os indivíduos da margem esquerda apresentassem material genético "período fértil em início de junho". Nesse momento, os indivíduos das duas margens exibem diferença no que se refere ao momento do cio. Por outro lado, mesmo se o rio secar, indivíduos das duas populações poderão se cruzar, pois "período fértil em junho" é compatível reprodutivamente com "período fértil em início de junho".

Ok, nenhuma especiação até o momento!

Mas e se, na margem direita, a molécula errasse na duplicação novamente, em um outro indivíduo, em uma outra geração? Com o erro, um mutante "período fértil no final de junho" surgiu.

E se essa mutação acabasse se espalhando para todos os membros da margem direita em algumas dezenas de gerações? O que aconteceria então?

Se isso acontecesse, teríamos duas populações isoladas geograficamente e, mais importante, elas estariam isoladas reprodutivamente!

A população da margem esquerda seria do padrão "período fértil no início de junho" e não poderia cruzar com a população da margem direita que teria "período fértil no final de junho". O isolamento reprodutivo será o responsável pela ruptura no processo de mistura, típico das espécies biológicas, mesmo caso elas voltem a se encontrar. Assim, as populações de ambas as margens vão começar a se diferenciar em todas as outras características: cor, cheiro, velocidade, alcance visual, altura, peso.

Com o passar do tempo, acumularão cada vez mais diferenças até que um taxonomista repare em uma certa mancha amarela nas costas da população da margem direita e decida que essa é uma nova espécie de roedor.

A partir de então, apenas os mecanismos de isolamento e diferenciação estão operando entre as duas populações que, agora, podemos chamar espécies diferentes. As mutações vão continuar acontecendo em ambas, mas, como estão isoladas reprodutivamente, mesmo que o rio não mais exista, a homogeneização não irá mais acontecer. Repare que, mesmo recebendo nomes diferentes, as espécies serão ainda semelhantes e naturalmente estarão alocadas no mesmo gênero, mas nunca mais irão trocar material genético.

Dessa forma, uma outra propriedade importante sobre as espécies é que elas delimitam as fronteiras para onde as mutações podem ser espalhar nas próximas gerações.

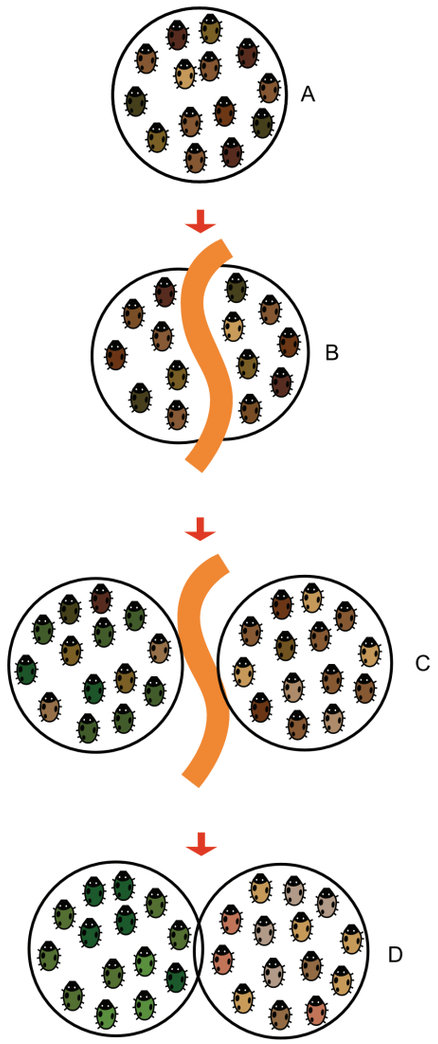
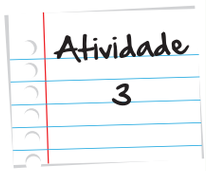


Figura 14: Especiação biológica. O que representava uma única unidade reprodutiva (em A), com o passar dos anos e com o isolamento geográfico (em B), tornaram-se duas unidades reprodutivas. Ou seja, duas espécies descenderam (em C e D) de uma espécie ancestral em comum. Repare que a coloração dos indivíduos varia com o tempo. A especiação está completa apenas em D.



A sorte está lançada (parte II)?

Lembra-se da Atividade 4 da Unidade 1? Entre de cabeça em um novo desafio, parecido com aquele!

Você vai precisar de 20 grãos de feijão preto. 20 grãos de feijão branco. 20 grãos de milho e um dado de seis lados. Os três tipos de grãos ilustram indivíduos **de uma mesma espécie** que são diferentes em uma característica. Essa atividade está formalmente descrita em um artigo científico de autoria de Claudia Augusta de Moraes Russo e de Carolina Moreira Voloch. *Beads and dice in a genetic drift exercise.*

Vamos imaginar que você tem uma população de 10 indivíduos, representados, nessa atividade, por 10 grãos. Como na atividade da Unidade 1, cada um desses indivíduos dará origem a dois indivíduos como eles.

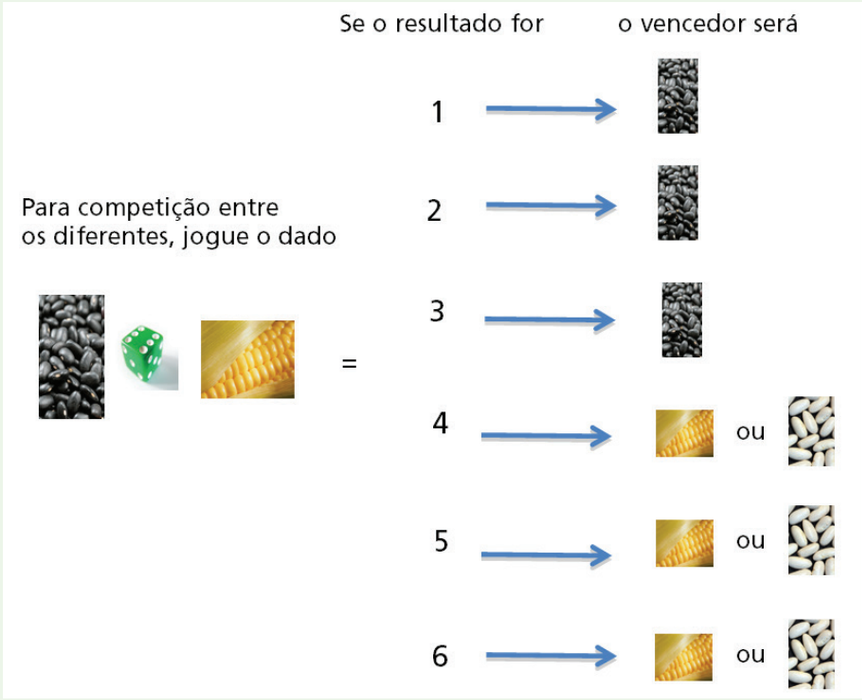
O ambiente no qual sua população de grãos vive só tem comida para alimentar 10 indivíduos, mas depois de um tremor de terra, um rio divide a população de 10 indivíduos em duas populações de cinco indivíduos cada. Uma de cada lado do rio.

Em cada lado, nascem 10 indivíduos em uma geração. Como cada lado do rio pode alimentar 10 indivíduos, na primeira geração, todos os filhotes sobrevivem. Entretanto, na próxima geração, os 10 de cada margem irão se reproduzir e os 20 filhotes irão competir por recursos e novamente apenas 10 irão sobreviver em cada margem.

Comece na margem direita com nove grãos de feijão preto e um grão de milho e na margem esquerda todos são de feijão preto, ou seja, inicie a sua atividade na geração em que ocorreu um primeiro mutante-milho. Na segunda geração, na margem esquerda, acontece uma nova mutação.

Em ambas as margens, cada um dos 10 indivíduos vai produzir dois filhotes idênticos a eles. Agora, na competição, existem 18 feijões pretos e dois milhos (margem direita) e 18 feijões pretos e dois feijões brancos (margem esquerda). Quais irão sobreviver? Use o dado para descobrir, como aponta a figura (ilustrando a competição na margem direita) a seguir:

Atividade 3



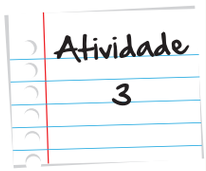
Você só deve rolar o dado caso a competição seja entre indivíduos diferentes, ou seja, entre feijão preto e milho ou entre feijão preto e feijão branco. Assim, nessa primeira geração, você rolará o dado duas vezes para saber quais sobreviveram para formar a próxima geração.

Considere sempre que a competição irá ocorrer entre grãos diferentes, preferencialmente. Se o resultado for 1, 2 ou 3, o feijão preto sobrevive. Se for 4, 5 ou 6, o milho (margem direita) ou o feijão branco (margem esquerda) sobrevivem.

Faça a competição por 10 gerações e verifique o resultado. O que aconteceu? Repare que as proporções de sobrevivência são iguais para os dois variantes; portanto, qualquer um pode sobreviver à competição com chances iguais!

A cada geração, conte o número de sobreviventes de cada tipo. Anote seus resultados em uma tabela como a que apresentamos a seguir e compare as proporções de feijões e milhos entre seus colegas também. O que aconteceu com o mutante?

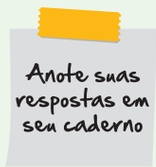
A primeira geração já está especificada: são nove feijões e um milho que irão produzir 18 feijões e dois milhos. Na segunda geração, vai existir a competição.



Margem direita	*Feijão preto*	*Milho*
Primeira	9	1
Segunda		
Terceira		
Quarta		
Quinta		
Sexta		
Sétima		
Oitava		
Nona		
Décima		

Margem esquerda	*Feijão preto*	*Feijão branco*
Primeira	10	0
Segunda	9	1
Terceira		
Quarta		
Quinta		
Sexta		
Sétima		
Oitava		
Nona		
Décima		

As duas características conferiam ao indivíduo a mesma probabilidade de sobrevivência (50%). Agora pense se uma característica desse uma vantagem ao indivíduo que a carregasse. Uma vantagem adaptativa. O que aconteceria com as probabilidades de sobrevivência?



Resumo

- Taxonomia é a ciência de dar nomes às espécies e aos grupamentos nos quais as espécies são incluídas.
- O nome científico de uma espécie é binomial, sendo o primeiro nome, o gênero (sempre iniciado em maiúscula) ao qual a espécie está associada e o segundo nome é o específico (sempre iniciado em minúscula). O nome científico deve sempre vir destacado do texto, em itálico geralmente, e obedece às regras do Latim.
- O processo de descrever uma espécie acontece quando o taxonomista encontra um grupo de organismos com uma característica diagnóstica exclusiva. Ao descrever uma nova espécie, o taxonomista irá associar um nome novo e único à nova espécie, descrever de forma completa e detalhada dos indivíduos dessa nova espécie e designar um espécimen (tipo), que será depositado em um museu e ficará disponível para consulta por outros pesquisadores.

- Ao descrever uma nova espécie, o taxonomista irá incluí-la em grupos maiores com outras espécies.
- Os grupamentos obedecem a um sistema hierárquico de nomenclatura no qual, muitas espécies estão incluídas em um gênero, muitos gêneros em uma família, muitas famílias em uma ordem, muitas ordens em uma classe, muitas classes em um filo e muitos filos em um reino.
- O maior dos grupamentos é o domínio. Existem apenas três domínios nos quais toda a diversidade biológica é incluída. São eles: Bacteria, Archeae, e Eukarya.
- Os domínios Bacteria e Archeae são compostos apenas por organismos unicelulares, isto é, por microorganismos bactérias e arqueas.
- O domínio Eukarya é composto por organismos uni e multicelulares. Dentre os eucariontes, estão as plantas, os fungos e os animais.
- Especiação é o processo que gera duas espécies descendentes a partir de uma única espécie ancestral.
- O tipo mais comum de especiação envolve o isolamento geográfico, no qual existe uma barreira geográfica (um rio, uma montanha, um vale). A barreira impede a passagem de indivíduos de um lado para outro e, portanto, o cruzamento entre duas populações. A impossibilidade de cruzamento irá diferenciar as populações gradualmente até que mutações ligadas ao isolamento reprodutivo culminem na especiação biológica.
- A especiação é o único processo capaz de promover a diferenciação real entre as linhagens, como a que observamos entre mamíferos e aves, por exemplo.

Veja ainda

- Lineu fez muito pelas ciências biológicas ao criar o sistema binário de nomenclatura. Ele organizou tal sistema, facilitando o estudo dos seres vivos. Quer saber mais sobre isso? Então leia:
  http://www.revistapesquisa.fapesp.br/?art=4583&bd=2&pg=1&lg
- Muitas espécies ainda não foram descritas pelos taxonomistas, pois não foram sequer descobertas na Natureza! Para saber mais sobre a Biodiversidade, acesse: http://www.biodiversidade.rs.gov.br/portal/index.php
- Para saber um pouco mais sobre a diversidade dos besouros, visite: http://www-man.blogspot.com.br/2011/06/besouro-caracteristicas-dos-besouros.html
- Quer saber mais sobre o processo de especiação? Olhe essa reportagem: http://www.clickciencia.ufscar.br/portal/edicao15/materia6_detalhe.php

- No planeta Terra, existem ambientes bastante diferentes. Há regiões muito frias, muito quentes, muito secas, úmidas, aquáticas, terrestres. As diferentes características das espécies possibilitam que todas as regiões sejam, de alguma forma e em algum nível, ocupadas. Veja o vídeo e saiba mais sobre isso: http://www.youtube.com/watch?v=wsYD7wXJH7s

Bibliografia consultada

Futuyama, Douglas. **Biologia Evolutiva**. Editora Sinauer. 3ª edição, 1998

Ridley**, Mark** . **Evolução**. Editora Blackwell 3ª edição. Editado no Brasil por Artmed, 2003

Imagens

 • André Guimarães

 • http://en.wikipedia.org/wiki/File:Elephant_breastfeading.jpg • rkimpeljr.

 • http://www.sxc.hu/photo/1282782; 1282782; 534023; 1389295; 855254; 742636; 1140199; 1394407; 994219; 548555; 175034; 762628; 1182581; 1184942; 261037; 1198861; 1228722

 • http://pt.wikipedia.org/wiki/Ficheiro:Capivara_ST.jpg • Silvio Tanaka

 • http://pt.wikipedia.org/wiki/Ficheiro:Apodemus_sylvaticus_bosmuis.jpg • Rasbak.

 • http://www.flickr.com/photos/threefishsleeping/3338491579/ • threefishsleeping

 • Wikimedia Commons. • Luc Viatour/www.Lucnix.br

 • Wikimedia Creative Commons. • Olegivvit; Domínio público. • Hollingsworth, John and Karen

 • Domínio Público. Wikimedia Commons.

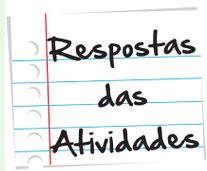
 • http://pt.wikipedia.org/wiki/Ficheiro:Lion_waiting_in_Namibia.jpg;http://pt.wikipedia.org/wiki/Ficheiro:AfricanWildCat.jpg; http://pt.wikipedia.org/wiki/Ficheiro:Ocelot.jpg -Tom Smylie

 • Wikimedia Commons. • Howcheng; http://en.wikipedia.org/wiki/File:Cat_claw_closeup.jpg • Amos T Fairchild http://en.wikipedia.org/wiki/File:Paw_and_pads.jpg

 • http://www.sxc.hu/photo/1372031 Autor: Andrzej Pobiedziński; http://pt.wikipedia.org/wiki/Ficheiro:Canis_lupus_laying.jpg

 • Wikimedia Commons (insetos); http://en.wikipedia.org/wiki/GNU_Free_Documentation_License • Fir0002/Flagstaffotos.

 • http://en.wikipedia.org/wiki/File:Albino_Macropus_rufogriseus_rufogriseus.jpg • JJ Harrison; http://en.wikipedia.org/wiki/File:Albino_Alligator_2008.jpg • Brocken Inaglory.Respostas comentadas



Atividade 1

As borboletas estão depositadas em uma coleção no museu de forma que taxonomistas de todo o mundo possam analisar aquelas espécies, devidamente identificadas. As coleções de museus em todo o mundo armazenam e catalogam a diversidade biológica local e não local, também.

Atividade 2

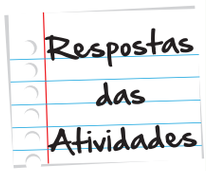
F – bactérias e humanos não são da mesma espécie, nem do mesmo domínio.

V – membros de uma mesma ordem estão mais relacionados entre si do que com qualquer espécie de uma outra ordem taxonômica.

F – o nome correto é *Bufo bufo*.

F – O domínio é o maior grupo de classificação, à exceção do grupamento vida.

V – duas espécies do mesmo gênero apresentam mais características morfológicas em comum do que um deles com outra espécie de outro gênero.



Atividade 3

Nesta atividade, você irá registrar o número de "sobreviventes" ao processo de competição a cada geração. Mais uma vez, a tabela a seguir não representa o gabarito, pois você irá rolar o dado e terá seus resultados que seguramente serão diferentes.

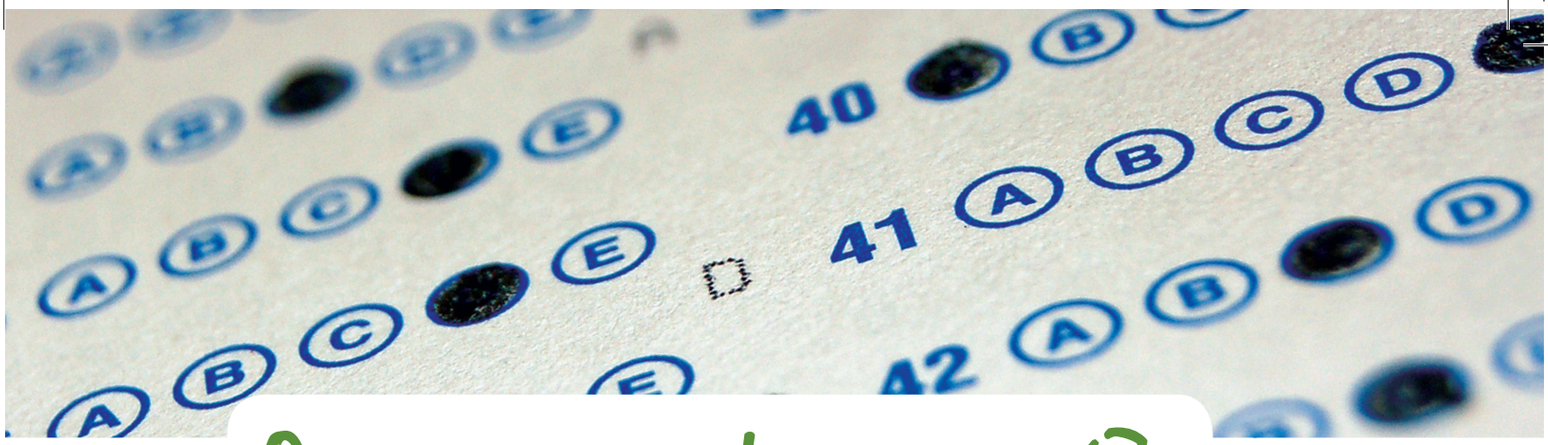
Na margem direita, vamos supor que, da primeira para a segunda geração, os dois filhotes de milho sobreviveram à competição com filhotes de feijão preto. Por isso, a proporção de milhos aumentou. Na margem esquerda, a mutação ocorre apenas na segunda geração.

Em ambas as margens, ao longo das gerações, a frequência de feijão preto aumenta ou diminui ao acaso, pois a probabilidade de sobrevivência dos dois variantes é exatamente a mesma (50% milho sobrevive, 50% o feijão preto sobrevive). Em alguns casos, o mutante será eliminado da população. Isso deverá acontecer, principalmente, quando ele ainda estiver em frequência baixa. Compare seus resultados com os de seus colegas e você verá.

Margem direita	Feijão preto	Milho
Primeira	9	1
Segunda	8	2
Terceira	6	4
Quarta	5	5
Quinta	4	6
Sexta	5	5
Sétima	5	5
Oitava	5	5
Nona	6	4
Décima	7	3

Margem esquerda	Feijão preto	Feijão branco
Primeira	10	0
Segunda	9	1
Terceira	6	4
Quarta	5	5
Quinta	4	6
Sexta	3	7
Sétima	4	6
Oitava	3	7
Nona	2	8
Décima	2	8

Se aparecer uma passagem entre as margens do rio, na décima geração, as duas populações ainda terão variantes em comum e ainda podem cruzar. Entretanto, se o isolamento geográfico permanecer por muitas gerações, o mais provável é que as populações venham a se especiar.



O que perguntam por aí?

(ENEM 2011) Questão 87

“

Os Bichinhos e O Homem

Arca de Noé

(Toquinho & Vinicius de Moraes)

Nossa irmã, a mosca

É feia e tosca

Enquanto que o mosquito

É mais bonito

Nosso irmão besouro

Que é feito de couro

Mal sabe voar

Nossa irmã, a barata

Bichinha mais chata

É prima da borboleta

Que é uma careta

Nosso irmão, o grilo

Que vive dando estrilo

Só pra chatear

”

MORAES, V. **A arca de Noé**: poemas infantis. São Paulo: Companhia das Letrinhas, 1991.

O poema acima sugere a existência de relações de afinidade entre os animais citados e nós, seres humanos. Respei-

tando a liberdade poética dos autores, a unidade taxonômica que expressa a afinidade existente entre nós e estes animais é

a. o filo.

b. o reino.

c. a classe.

d. a família.

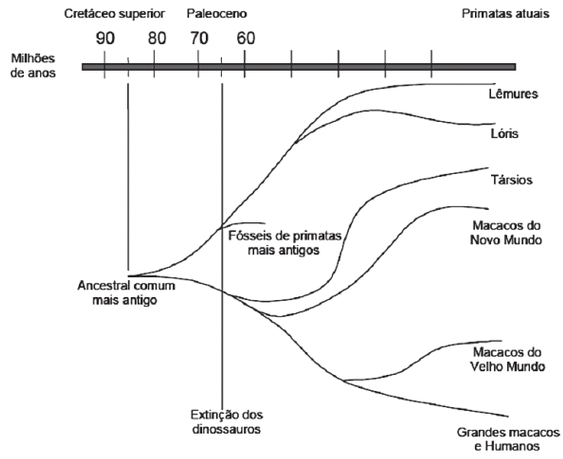
e. a espécie.

Gabarito: Letra B.

Comentário: A letra da música fala sobre a afinidade entre humanos e os insetos. Em termos de grupos taxonômicos, compartilhamos apenas o reino animal com os insetos, descritos na letra da música. Nós pertencemos ao filo Chordata, que inclui os vertebrados, à Classe Mammalia com todos os mamíferos, à Família Hominidae e à espécie *Homo sapiens*. Nenhum desses grupamentos taxonômicos é compartilhado com insetos, exceto o Reino Animalia.

(ENEM 2005) Questão 50

Foi proposto um novo modelo de evolução dos primatas elaborado por matemáticos e biólogos. Nesse modelo, o grupo de primatas pode ter tido origem quando os dinossauros ainda habitavam a Terra, e não há 65 milhões de anos, como é comumente aceito.



(Fonte: Raquel Aguiar, *Ciência Hoje on-line* 13/05/02.)

Examinando esta árvore evolutiva, podemos dizer que a divergência entre os macacos do Velho Mundo e o grupo dos grandes macacos e de humanos ocorreu há, aproximadamente:

a. 10 milhões de anos.

b. 40 milhões de anos.

c. 55 milhões de anos.

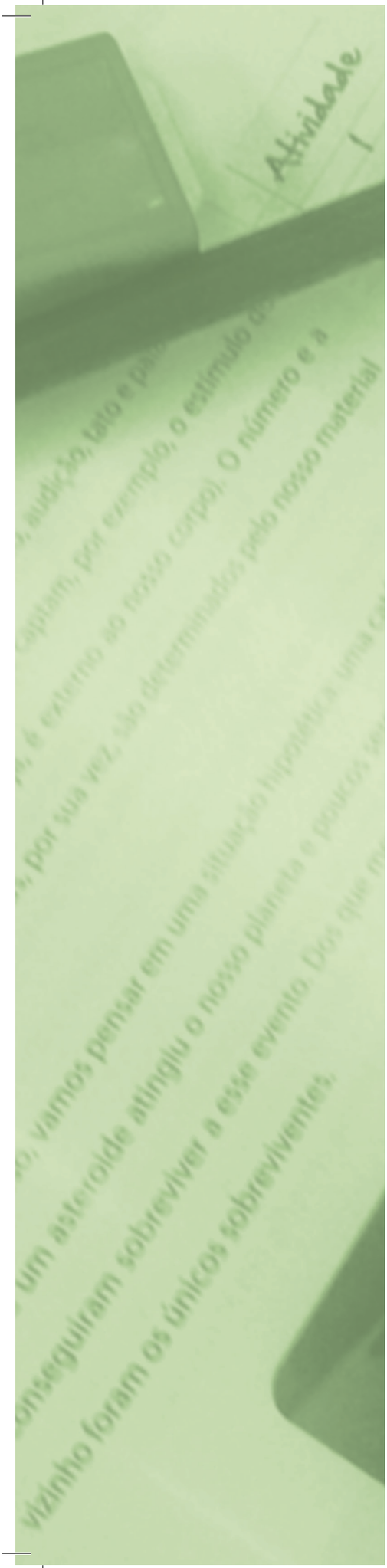
d. 65 milhões de anos.

e. 85 milhões de anos.

Gabarito: Letra B.

Comentário: A figura é uma representação gráfica dos processos de especiação que ocorreram na linhagem dos primatas. Cada ponto de interseção de linhas (onde duas delas se encontram) é um evento de especiação.

Os humanos e os macacos do Velho Mundo (macacos africanos, como os babuínos) divergiram há 40 milhões de anos , segundo a figura. Repare ainda que todos os primatas apresentam um ancestral comum que viveu há 85 milhões de anos .



Ervilhas, Hereditariedade e o Nascimento da Genética

Para início de conversa...

Desde a unidade 1, estamos construindo um conhecimento importante sobre o campo da Biologia, sobre como essa grande área do saber estruturou explicações para fenômenos que observamos na Natureza. Muitas das explicações que você viu e continuará vendo aqui foram construídas por estudos de uma área em especial da Biologia, chamada Genética.

A Genética, em comparação com outras áreas da Biologia, é um campo relativamente novo e tem crescido de maneira notável nas últimas décadas, especialmente a partir da segunda metade do século XX. Por meio dela, temos compreendido o que nos faz, ao mesmo tempo, parecidos e diferentes em relação a outros seres vivos (e isso se refere às mais diversas características, aquelas que vemos e mesmo as que não vemos!).

A Genética nasceu e cresceu a partir de estudos cada vez mais aprofundados sobre a hereditariedade. Em outras palavras, sobre como e por que as características de seres vivos, em geral, são transmitidas dos pais para seus filhos através da reprodução. E, depois, passadas adiante, geração após geração.

Criadores de animais e agricultores da antiguidade já trabalhavam com a possibilidade de "direcionar" cruzamentos entre indivíduos à sua disposição para conseguir novas linhagens. Estas deveriam exibir determinadas características que lhes fossem úteis (por exemplo, vacas que dessem mais leite ou galinhas que colocassem mais ovos e que fossem maiores). No entanto, eles não sabiam muito (ou mesmo nada) sobre mecanismos e processos genéticos.

Por volta da metade do século XIX, um monge austríaco chamado Gregor Mendel planejou cuidadosamente experiências para estudar como se dava a transmissão de características de uma geração para outra. Ele estava interessado em pesquisar as características e a reprodução de certos grupos de plantas. Embora tenha trabalhado com diferentes grupos de plantas ao longo de sua vida, os estudos mais importantes de Mendel foram feitos com ervilhas, desenvolvidos entre os anos de 1856 e 1863, nos jardins do mosteiro onde vivia.



Figura 1: Mendel (1822–1884) era um monge que dedicou grande parte de sua vida ao estudo da transmissão de características de uma geração para outra. Assim, chegou a importantes achados, sendo, por isso, considerado o "pai da genética". Em seus estudos, ele usou sementes de ervilha, de cor verde; elas ficam no interior de uma vagem, como você vê à direita.

Objetivos de Aprendizagem

- Aplicar as leis de Mendel;
- construir um heredograma.

Seção 1
Gregor Mendel e suas ervilhas...

Embora tenha trabalhado com diferentes grupos de plantas ao longo de sua vida, os estudos mais importantes de Mendel foram feitos com ervilhas, desenvolvidos entre os anos de 1856 e 1863, nos jardins do mosteiro onde vivia.

Por que ervilhas?

Saiba Mais

Mendel percebeu que, para o sucesso de suas experiências, algumas características da planta que seria estudada eram importantes – e que as ervilhas apresentavam essas características.

Primeiramente, as ervilhas eram relativamente fáceis de cultivar e produziam muitas sementes. Assim, ele teria sempre muitos descendentes a cada geração, o que garantia um número sempre grande e confiável de observações.

Além disso, as principais características que variavam entre os indivíduos eram simples de serem notadas e registradas. Por exemplo:

- a altura de cada planta (alta ou baixa);
- a cor das flores (roxa ou branca);
- a cor das sementes (amarela ou verde);
- a textura da semente (lisa ou rugosa).



Durante os anos de trabalho com as ervilhas, Mendel cultivou e estudou detalhadamente cerca de 30.000 plantas.

Em um de seus experimentos mais importantes e conhecidos com ervilhas, Mendel cruzou plantas que exibiam apenas sementes amarelas com outras de sementes apenas verdes. Esse grupo inicial de plantas, constituído por linhagens "puras" (isto é, cada tipo jamais havia sido cruzado com outro de cor diferente de semente), foi o ponto de partida dos cruzamentos. Essa é a chamada "geração parental", P.

Depois de cruzar as plantas dos dois tipos entre si, ele observou, então, que todas (sim, todas!) as plantas nascidas desse primeiro cruzamento tinham apenas sementes de cor amarela. Em outras palavras, as sementes amarelas haviam "dominado" a nova geração de plantas, que, por ser a primeira, foi chamada de F1.

Por que isso tinha acontecido? Ora, se metade das plantas da geração parental tinha sementes verdes, para onde teria ido a característica "cor verde" das sementes? Será que não havia mais possibilidades de surgirem novas plantas com sementes verdes?

Determinado a buscar respostas para essas perguntas, Mendel começou, então, uma nova etapa de trabalho. Ele cruzou as plantas filhas entre elas (lembre-se de que todas possuíam sementes amarelas) e o resultado foi ainda mais interessante!

A maioria das novas plantas nascidas nessa "segunda geração", como esperado, tinha apenas sementes amarelas (3 em cada 4 plantas, ou 75% do total). Mas surgiu uma novidade: uma parte menor das novas plantas (1 em cada 4 plantas, ou 25% do total) apresentava, outra vez, sementes verdes.

A "cor verde" das sementes, então, não havia desaparecido completamente das plantas! Era como se ela estivesse "escondida", ou tivesse sido "desativada", em plantas da primeira geração. Ela foi completamente "dominada" pela cor amarela, mas reapareceu (porém em menor proporção) ou foi novamente "ativada", na segunda geração (chamada de F2).

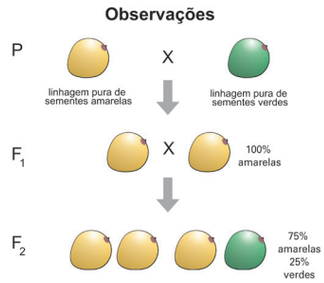


Figura 2: Esquema mostrando a característica "cor da semente" nas diferentes gerações de ervilhas trabalhadas por Mendel, e os resultados gerais obtidos após os cruzamentos. Observe que, em F1, não houve aparição da característica "semente verde". Esta só surgiu novamente na F2, em menor proporção (1 semente verde para cada 4 sementes).

Intrigado com o resultado, Mendel, repetiu esse experimento usando outras características das ervilhas (por exemplo, a textura das sementes e a cor das flores) e obteve sempre resultados que confirmaram aqueles primeiros.

Seção 2
A "Primeira Lei de Mendel"

No nosso exemplo, a coloração amarela das sementes é o fator dominante (que será representado mais adiante por letras maiúsculas). Por outro lado, aquela característica que foi completamente dominada na primeira geração, mas que reapareceu em número reduzido na segunda geração (a cor verde das sementes), representa o "fator recessivo" (que será representado por letras minúsculas). A coloração verde das sementes, dessa forma, é o fator recessivo.

Multimídia

Vale a pena assistir a uma animação sobre os experimentos de Mendel. Indicamos a que está disponível em: http://goo.gl/NFLwY.

Tal observação nos leva a uma conclusão muito importante: *aparentemente, cada planta guarda sempre um par de fatores responsáveis pelo desenvolvimento de uma determinada característica.* Um deles é herdado do pai, e o outro, da mãe.

No entanto, esses fatores, *embora estejam juntos nas células de cada indivíduo, jamais se misturam, mas, sim, se somam*. No exemplo das ervilhas de Mendel, quando:

- *os dois fatores herdados pela planta de seus pais são dominantes*, ela obviamente desenvolverá a *característica dominante* (no caso, a semente amarela);
- *um fator herdado de um dos pais é dominante, e o outro é recessivo*, a planta também exibirá a *característica dominante* (novamente, nesse caso, a semente será amarela). Isso significa que o fator recessivo permanece "escondido";
- *os dois fatores herdados forem recessivos*, a *característica recessiva* irá, finalmente, se desenvolver e será exibida (no caso, as sementes verdes).



Zigoto é o nome que se dá à célula formada pela união do gameta do pai com o gameta da mãe. Nesses gametas, existem diversos fatores que são responsáveis pela promoção de uma série de características.

Analisando uma característica, como a cor das sementes, por exemplo, podemos dizer que:

- Se a planta apresenta os dois fatores dominantes, ela é *homozigota dominante* (homo = igual).
- Se a planta apresenta os dois fatores recessivos, ela é *homozigota recessiva*.
- Se a planta apresenta dois fatores diferentes, um dominante e um recessivo, ela é *heterozigota* (hetero = diferente).

Essa denominação serve para qualquer característica de qualquer ser vivo. Muita atenção a esses termos, pois eles serão usados não só aqui nas aulas, mas também são muito mencionados em provas de vestibular.

Através de um estudo detalhado das quantidades de plantas com sementes amarelas ou verdes obtidas em cada uma das gerações que cultivou, Mendel compreendeu definitivamente essa explicação. Observe, a seguir, um esquema de como se deram os cruzamentos e como os resultados deles foram interpretados por Mendel.

Geração parental:

Plantas amarelas puras – fator dominante: representaremos por VV (costumamos falar "vezão-vezão");
Plantas verdes puras – fator recessivo: representaremos por vv (costumamos falar "vezinho-vezinho").

Cruzamento entre elas: VV x vv (representaremos separadamente e numerados cada um dos fatores para facilitar a visualização do cruzamento).

		Verdes	
		v(3)	v(4)
Amarelas	V(1)	Vv (resultado de 1-3)	Vv (resultado de 1-4)
	V(2)	Vv (resultado de 2-3)	Vv (resultado de 2-4)

Resultado: a geração filha, F1, é toda composta por plantas Vv, que apresentam coloração amarela.

Geração F1: Plantas amarelas - Vv

Cruzamento: Vv x Vv

		Amarelas	
		V(3)	v(4)
Amarelas	V(1)	VV (resultado de 1-3)	Vv (resultado de 1-4)
	v(2)	Vv (resultado de 2-3)	VV (resultado de 2-4)

Resultado: Três plantas apresentam cor amarela (VV, Vv e Vv), e uma apresenta cor verde (vv). Ou seja, a chance de se ter uma ervilha com semente verde, nesse caso, é 1 em cada 4 cruzamentos.

E ainda há mais a ser concluído.

Como você viu na Unidade 1, cada célula reprodutora, ou gameta (masculino ou feminino), contém apenas metade do material genético existente em uma célula original. Assim, durante o processo de formação dos gametas (chamado de gametogênese), a partir de células originais, aquele par de fatores presente nas células dos indivíduos adultos (como vimos, ambos dominantes ou recessivos, ou um de cada) precisa ser separado entre si. *O resultado é que cada gameta terá sempre apenas um único fator (dominante ou recessivo) para cada respectiva característica.*

Com relação aos experimentos de Mendel, no caso específico da cor das sementes, cada gameta formado pode conter apenas o fator dominante ("amarelo"), ou o fator recessivo ("verde"). A partir da união de um gameta masculino com um feminino, na fecundação, fica determinada a combinação entre fatores dominantes e recessivos (que, como vimos, podem variar) e que irá caracterizar aquele novo indivíduo que será formado.

Por sua importância, essa última conclusão ficou conhecida como a "Primeira Lei de Mendel", ou "Lei da Segregação", ou ainda "Lei da Pureza dos Gametas".



A reprodução entre indivíduos é algo que possibilita que a combinação gênica aconteça de tal forma que a diversidade seja favorecida. A pureza dos gametas, identificada por Mendel, é um mecanismo genético que permite, por exemplo, que de duas sementes de ervilha amarelas lisas se tenha uma semente verde rugosa.

Em outras palavras, a segregação dos gametas contribui para a biodiversidade!

2.1. "Genótipo" e "Fenótipo": nomes estranhos, mas fáceis de entender

Outra conclusão importantíssima pode ser feita a partir das observações de Mendel. Voltemos ao exemplo das ervilhas e das diferentes possibilidades de colorações das sementes.

Na geração parental, onde as plantas eram "puras", os fatores hereditários herdados dos pais são iguais. Assim, nas plantas "puras" com sementes amarelas temos dois fatores "amarelos" (dominantes), enquanto nas plantas "puras" com sementes verdes temos dois fatores "verdes" (recessivos).

Mas e quanto às plantas da primeira e segunda gerações, resultantes de cruzamentos entre tipos diferentes, onde ocorreu a mistura de fatores hereditários distintos?

Nesses casos, vimos que quando temos plantas com fatores diferentes a característica que irá aparecer será aquela representada pelo fator dominante (isto é, uma planta com um fator "amarelo" e um "verde" terá sempre sementes amarelas). Note bem: as plantas "puras" da geração parental e que têm sementes amarelas, embora similares na aparência àquelas "cruzadas" das gerações seguintes, são diferentes na sua composição genética. As plantas "puras" têm os dois fatores dominantes, enquanto as "cruzadas" têm um fator dominante e um recessivo. Ou seja, embora sejam iguais na aparência, geneticamente elas são diferentes.

A compreensão desse fato nos leva a dois conceitos fundamentais em Genética:

Genótipo é a composição genética de um indivíduo; e fenótipo é a "aparência" de um indivíduo.

Importante

Pés de ervilhas com sementes amarelas (um único fenótipo), como vimos, podem ter genótipos diferentes. Por outro lado, um mesmo indivíduo pode exibir fenótipos diferentes ao longo de sua vida, embora seu genótipo não seja alterado. Para ilustrar isso, imagine uma lagarta que, em um dado momento da sua vida, transforma-se em borboleta; ou um bebê que, com o passar dos anos, torna-se um indivíduo adulto.



Figura 3: Esquema exibindo, de maneira resumida, o ciclo de vida de uma borboleta e indicando as transformações dramáticas na aparência do indivíduo (isto é, seu fenótipo) ao longo do tempo. Da lagarta para a borboleta, quantas diferenças! Mas, acredite, o seu genótipo é sempre o mesmo.

Atividade 1

É possível saber, antes do nascimento, se seu filho possuirá uma doença?

Na época de Mendel, somente fazendo-se os cruzamentos com a geração parental e esperando o nascimento da prole para observá-la seria possível saber quais características a geração F1 teria. Atualmente, um ramo da genética (a Genética Molecular) é capaz de, por meio de experimentos com o material genético da geração parental, descobrir a probabilidade de determinado genótipo ou fenótipo acontecer na geração F1.

Há empresas que fornecem consultoria genética para pais que gostariam de saber a probabilidade de terem filhos com essa ou aquela característica/doença.



O albinismo é um distúrbio caracterizado pela ausência parcial ou total de pigmento na pele, no cabelo e nos olhos. Os indivíduos albinos sofrem muito na presença do sol, pois sua pele é muito propensa a queimaduras e ao câncer de pele. Além disso, é comum que apresentem uma série de problemas na visão e, por não apresentarem pigmento nos olhos também, são muito sensíveis à luminosidade, tendo fotofobia. É conhecido que o albinismo é uma característica recessiva, ou seja, pode ser representada por "aa".

Imagine um casal que decide procurar uma consultoria desse tipo para saber qual a probabilidade de terem um filho albino.

Em testes genéticos, foi verificado que os dois membros do casal apresentam genótipo Aa.

a. É possível que eles tenham filhos albinos? Por quê?

b. Realize o cruzamento entre os fatores desse casal. Use a tabela a seguir para orientar-se:



		Pai	
Mãe			

c. Qual é a chance de eles terem filhos albinos?

Anote suas respostas em seu caderno

Seção 3
A "Segunda Lei de Mendel"

Mas Mendel não parou por aí e, em outro experimento famoso, resolveu complicar um pouco as coisas. Em vez de continuar estudando suas ervilhas examinando, por exemplo, apenas a coloração das sementes ou das flores separadamente, desta vez ele selecionou plantas para poder pesquisar mais de uma característica de uma vez só.

Assim, ele cruzou plantas com sementes amarelas e lisas ("cor amarela" e "textura lisa" são fatores dominantes) com outras que exibiam sementes verdes e rugosas ("cor verde" e "textura rugosa" são fatores recessivos; lembrando mais uma vez que as plantas da geração parental são sempre "puras"). O resultado?

Todas as plantas da primeira geração, como esperado, apresentaram apenas sementes amarelas e lisas. Isso significa que os fatores dominantes e recessivos foram misturados entre si e as características desenvolvidas referem-se aos fenótipos dominantes. Observe a seguir:

Geração Parental:

Plantas amarelas lisas puras – VVRR

Plantas verdes rugosas puras – vvrr

Cruzamento entre elas – VVRR x vvrr

		Verdes rugosas (vvrr) 	
		vr(3)	vr(4)
Amarelas lisas (VVRR) 	VR(1)	VvRr  (resultado de 1-3)	VvRr  (resultado de 1-4)
	VR(2)	VvRr  (resultado de 2-3)	VVRr  (resultado de 2-4)

Resultado do cruzamento: todas as plantas têm sementes amarelas e lisas (todas apresentam fator dominante V e R).

Como feito anteriormente, Mendel cruzou entre si as plantas da primeira geração e obteve, mais uma vez, resultados novos bastante interessantes:

- A maioria das plantas da segunda geração (mais precisamente, 9 em cada dezesseis, ou cerca de 56%) tinha sementes amarelas e lisas;
- três em cada dezesseis (ou pouco mais de 18%) exibiam sementes amarelas e rugosas;
- uma quantidade igual (pouco mais de 18%) tinha sementes verdes e lisas;
- somente pouco mais de 6% (ou seja, uma em cada dezesseis) tinham sementes verdes e rugosas.

Observe:

Geração F1 cruzada entre si: VvRr.
Gametas gerados: VR, Vr, vR e vr.

		Amarelas lisas			
		VR	Vr	vR	vr
Amarelas lisas	VR	VVRR 	VVRr 	VvRR 	VvRr 
	Vr	VVRr 	VVrr 	VvRr 	Vvrr 
	vR	VvRR 	VvRr 	vvRR 	vvRr 
	vr	VvRr 	Vvrr 	vvRr 	vvrr 

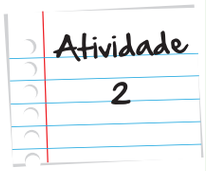
Resultados obtidos:

- 9 de 16 plantas com sementes amarelas lisas;
- 3 de 16 plantas com sementes amarelas rugosas;
- 3 de 16 plantas com sementes verdes lisas;
- 1 de 16 plantas com semente verde rugosa.

Como previsto, tais resultados confirmaram várias observações e conclusões do experimento anterior de Mendel sobre a coloração das sementes das ervilhas. Também reafirmou a "Lei da Pureza dos Gametas", como apresentada anteriormente.

Mais importante, porém, foi a constatação de que aquelas características das ervilhas, escolhidas por Mendel e que estavam juntas nas plantas originais (semente amarela + textura lisa; ou semente verde + textura rugosa), foram separadas entre si quando da realização dos cruzamentos, ou seja, não permaneciam juntas nas gerações seguintes.

Mais uma vez, o processo de formação dos gametas parecia separar os fatores hereditários entre eles, nesse caso independentemente. Essa nova conclusão, também fundamental no início do estabelecimento dos estudos sobre Genética, ficou conhecida como a "Segunda Lei de Mendel", ou "Lei da Segregação Independente".



A genética do sangue

Muito provavelmente, você já ouviu alguém falando que tem sangue A^+ (A positivo) ou O^- (O negativo), ou qualquer outro tipo. Os tipos sanguíneos são determinados por fatores genéticos, assim como a coloração e a textura das sementes das ervilhas, e como basicamente quase tudo nos seres vivos.

Nós temos duas características independentes, no que se refere ao tipo sanguíneo, mas que acabam sempre sendo faladas juntas:

- O tipo propriamente dito (A, B, AB ou O);
- o fator Rh (positivo ou negativo).

Assim, as possibilidades são essas:

A+	A–	B+	B–	AB+	AB–	O+	O–

O tipo (A, B, AB ou O) é determinado por fatores denominados I. Os tipos A, B e AB são compostos por fatores dominantes (I) e os indivíduos com sangue tipo O são compostos por fatores recessivos (i).

Assim:

- o indivíduo tipo A tem o genótipo $I^A I^A$ ou I^A i;
- o indivíduo tipo B tem $I^B I^B$ ou I^B i;
- o indivíduo tipo AB tem $I^A I^B$;
- o indivíduo tipo O tem ii.

O fator Rh pode ser positivo ou negativo:

- Indivíduos Rh^+ têm fator dominante (RR ou Rr);
- indivíduos Rh^- têm fator recessivo (rr).

Se ainda estiver com dúvidas até esse ponto da atividade, vale a pena você dar uma paradinha e assistir a esse vídeo, sobre sistema ABO:

http://goo.gl/WIoVK

Agora, continuando... Considere um casal. O pai tem sangue A^+, e a mãe, B^+. Faça o que se pede:



a. Marque quais as possibilidades de genótipo do casal:

Mãe (A^+):

( ) $I^A I^A rr$ ( ) $I^A I^A$ RR ( ) $I^A I^A Rr$ ( ) I^A i RR ( ) I^A i Rr ( ) I^A i rr

( ) iiRR ( ) iirr

Pai ($B^±$):

( ) $I^B I^B rr$ ( ) $I^B I^B$ RR ( ) $I^B I^B Rr$ ( ) I^B i RR ( ) I^B i Rr ( ) I^B i rr

( ) iiRR ( ) iirr

b. Imagine que a mãe tenha genótipo I^Ai Rr, e o pai tenha genótipo I^Bi Rr. Realizando o cruzamento entre esses fatores, quais possíveis tipos sanguíneos os filhos poderiam ter? Use o quadro para realizar os cruzamentos.

		Pai			
		I^BR	I^Br	iR	ir
Mãe	IA R				
	IA r				
	i R				
	ir				

Resultados:

Anote suas respostas em seu caderno

Seção 4

Aprendendo mais com Árvores Genealógicas: os "Heredogramas"

Nem sempre temos à disposição material vivo ou em condições adequadas para tentar pesquisar diretamente a história dos cruzamentos entre indivíduos. Tal procedimento permitia-nos buscar compreender que caminhos seguiram os vários "fatores hereditários" desde gerações mais antigas até as atuais.

No entanto, podemos realizar esse levantamento de maneira mais simples: por meio de um esquema que nos ajude a mostrar como determinada característica foi sendo passada entre gerações, por exemplo, desde os bisavós até os bisnetos, em uma dada família. Podemos organizar essas informações em uma folha de papel. Como?



Figura 4: Estudando as características dos indivíduos e suas relações de parentesco, podemos aprender muito sobre como elas são passadas entre gerações.

Bem, sabendo quem formou par com quem (ou seja, quais foram os cruzamentos) em uma determinada família, podemos indicar, nesse esquema, por exemplo, a cor dos olhos exibida por cada um dos filhos de um casal. Depois, indicamos a cor dos olhos de cada um de seus pais; a seguir, dos avós paternos e maternos, dos bisavós, e assim por diante. É claro que só podemos seguir adiante na medida em que temos certeza da maioria das informações disponíveis.

Uma vez que tal esquema esteja completo, ou pelo menos o mais completo possível, tentaremos compreender como tal característica foi sendo transmitida entre as gerações. Dessa forma, podemos saber se ela é de fato hereditária ou não, e a maneira (ou maneiras) como se dá sua herança.

Pesquisadores da área da Genética referem-se a esses esquemas como "heredogramas", que nada mais são do que representações básicas de genealogias ou, em outras palavras, árvores genealógicas.

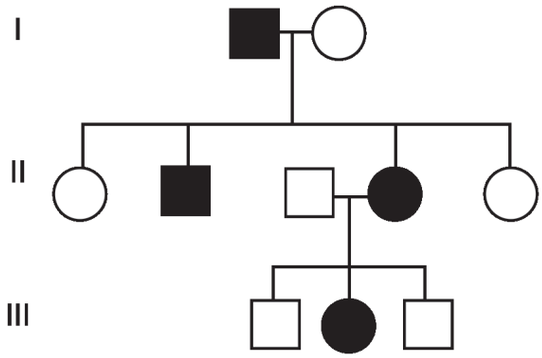
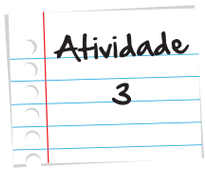


Figura 5: Exemplo de heredograma (os números romanos, à esquerda, referem-se a cada uma das gerações estudadas). A primeira geração é composta por um casal (geração I); nesta, o pai (quadrado escuro) exibe uma característica que está sendo estudada e, por isso, é representado em preto. Note que a mesma foi transmitida a dois de seus filhos (um homem e uma mulher na geração II) e a uma neta (geração III).

Observe, na Figura 5, que há algumas regras para a construção de heredogramas em trabalhos mais formais de Genética. Homens são representados por quadrados, enquanto mulheres aparecem como círculos. As linhas horizontais indicam casamentos (ou "cruzamentos"), enquanto as verticais indicam a descendência. Quando há mais de um filho em um casamento, estes são organizados em uma sequência da esquerda para a direita, por ordem de idade. Quando aquela característica que queremos estudar aparece em um indivíduo, seu símbolo respectivo é pintado de preto. Isso facilita as observações.



Montar um heredograma não é difícil. Tente fazer o seu!

Você mesmo pode tentar montar um heredograma simples para estudar algumas de suas características e de seus parentes.

Em uma folha de papel, represente, por exemplo, os indivíduos da sua família, desde a geração de seus avós até a sua. Vamos tomar o exemplo da característica "formato do lóbulo (ou lobo) da orelha": você já notou que, entre as pessoas, ele pode ser "solto" (isto é, livre, como na figura à direita) ou preso na base (figura à esquerda)?

Atividade 3



Agora tente entender como essa característica se distribui na sua família e como deve ter sido passada entre as gerações. Pergunte a seus parentes sobre essa característica em cada um deles. Lembre-se de que no seu heredograma as pessoas com lóbulo da orelha preso terão seus símbolos respectivos pintados de preto.

O que você percebeu? Com base nos resultados, você acha que "lóbulo da orelha preso na base" é uma característica dominante ou recessiva?

Anote suas respostas em seu caderno

Assim como no exemplo da orelha, outras coisas do nosso dia a dia podem ser explicadas por meio da hereditariedade. De um lado, mais simples, é o caso da "canoinha" (uma dobra) com a língua que algumas pessoas conseguem fazer e outras não. De outro, mais complexo e relevante, é o caso de propensão a doenças cardíacas, diabetes e cânceres.

Como você deve perceber, a genética tem muito mais relação com nossas vidas do que você poderia imaginar quando começou a ler sobre ervilhas lá no início da unidade, não é mesmo?

Resumo

- A Genética nasceu e cresceu a partir de estudos cada vez mais aprofundados sobre a hereditariedade.
- Um monge austríaco chamado Gregor Mendel planejou cuidadosamente experiências para estudar como se dava a transmissão de características de uma geração para outra.
- Em um de seus experimentos, Mendel cruzou plantas que exibiam apenas sementes amarelas com outras de sementes apenas verdes. Ele observou que todas as plantas nascidas desse primeiro cruzamento tinham apenas sementes de cor amarela. Depois, cruzou as plantas filhas entre si. A maioria das novas plantas nascidas nessa "segunda geração", como esperado, tinha apenas sementes amarelas (3 em cada 4 plantas, ou 75% do total). Uma parte menor das novas plantas (1 em cada 4 plantas, ou 25% do total) apresentava, outra vez, sementes verdes.
- A observação das diferenças de proporções da característica "cor da semente" na F2 nos leva a uma conclusão muito importante: aparentemente, cada planta guarda sempre um par de fatores responsáveis pelo desenvolvimento de uma determinada característica. Um deles é herdado do pai e o outro da mãe.
- No entanto, esses fatores, embora estejam juntos nas células de cada indivíduo, jamais se misturam; ao contrário, eles se somam. Isso porque, na formação dos gametas, eles se separam independentemente. Por sua importância, essa última conclusão ficou conhecida como a "Primeira Lei de Mendel", ou "Lei da Segregação", ou, ainda, "Lei da Pureza dos Gametas".
- Genótipo é a composição genética de um indivíduo. Fenótipo é a "aparência" de um indivíduo.
- Mendel continuou seus estudos selecionando plantas a fim de pesquisar mais de uma característica de uma vez só. Assim, ele cruzou plantas com sementes amarelas e lisas (fatores dominantes) com outras que exibiam sementes verdes e rugosas (fatores recessivos). Todas as plantas da primeira geração, como esperado, apresentaram apenas sementes amarelas e lisas.
- Como nos primeiros experimentos, Mendel cruzou as plantas da primeira geração entre si e obteve como resultados: 9 em cada 16 tinham sementes amarelas e lisas; 3 em cada 16, amarelas e rugosas; 3 em 16, sementes verdes e lisas; 1 em 16 era verde rugosa.
- Mendel constatou que aquelas características das ervilhas que estavam juntas nas plantas originais não permaneciam juntas nas gerações seguintes.

- Ele concluiu que o processo de formação dos gametas parecia separar os fatores hereditários entre eles, nesse caso independentemente. Essa nova conclusão ficou conhecida como a "Segunda Lei de Mendel", ou "Lei da Segregação Independente".
- Heredogramas são representações básicas de genealogias ou, em outras palavras, árvores genealógicas.

Veja ainda

- A National Geographic fez um programa sobre o Mendel, chamado Mendel e a ervilha, contando um pouco de sua vida e das experiências que ele realizou. Esse documentário está disponível no youtube, dublado, em 3 partes:

  1. Mendel e a ervilha (parte 1 de 3) – A estranha ervilha na vagem:
     http://goo.gl/RQ7N8

  2. Mendel e a ervilha (parte 2 de 3) – A simples ervilha:
     http://goo.gl/m2bd8

  3. Mendel e a ervilha (parte 3 de 3) – Minha hora chegará:
     http://goo.gl/jzekR

Imagens


• André Guimarães


• http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Gregor_Mendel.png;

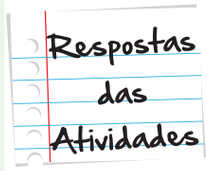

• http://www.sxc.hu/photo/568041


• http://caterpillars.unr.edu/outreach/Metamorphosis%20of%20monarch%20butterfly.jpg.


• http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Albinisitic_man_portrait.jpg


• http://en.wikipedia.org/wiki/File:Earlobefreephoto.jpg; http://en.wikipedia.org/wiki/File:TattooedAttachedEarlobe.png

Atividade 1

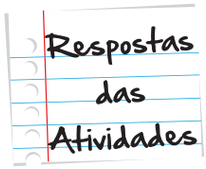


a. Sim, pois ambos possuem um alelo recessivo "a" e podem gerar um gameta recessivo que, se conjugados pelo cruzamento, darão o genótipo aa.

b. Com os pais apresentando genótipo Aa, os gametas formados são A e a para cada um deles. Assim, o cruzamento ficaria:

		Pai	
		A	a
Mãe	A	AA	Aa
	a	Aa	aa

c. As chances de eles terem um filho albino são expressas pelas chances de eles formarem o genótipo aa pelo cruzamento de seus gametas. Assim, como podemos observar no quadro da letra b, a chance é 1 em 4.



Atividade 2

a.

Mãe (A^+):

Se a mãe tem sangue A^+, ela tem pelo menos um fator dominante I: I^AI^A ou $I^A i$.

Se ela é RH^+, ela tem pelo menos um fator dominante R: RR ou Rr.

Assim, os possíveis genótipos para ela, dentre essas opções, são:

( ) $I^A I^A$rr (x) $I^A I^A$ RR (x) $I^A I^A$Rr (x) I^A i RR

(x) I^A i Rr ( ) I^A i RR ( ) iiRR ( ) iirr

Pai (B^+):

Se o pai tem sangue B^+, ele tem pelo menos um fator dominante I: I^BI^BouI^B i.

Se ele é RH+, ela tem pelo menos um fator dominante R: RR ou Rr.

Assim, os possíveis genótipos para ele, dentre essas opções, são:

( ) $I^B I^B$rr (x) $I^B I^B$ RR (x) $I^B I^B$Rr (x) I^B i RR

(x) I^B i Rr ( ) I^B i rr ( ) iiRR ( ) iirr

b. Sabendo que a mãe é $\underline{I^A}$ i Rr e o pai é $\underline{I^B}$ i Rr, os gametas gerados são:

Mãe: I^A R, I^A r, i R e ir.

Pai: I^B R, I^B R, iR e ir.

Respostas das Atividades

Assim, o cruzamento fica:

		Pai			
		I^B R	**I^B r**	**iR**	**ir**
Mãe	**I^A R**	$I^A I^B$ RR	$I^A I^B$Rr	I^A i RR	I^A i Rr
	I^A r	$I^A I^B$Rr	$I^A I^B$rr	I^A i Rr	I^A i rr
	i R	I^B i RR	I^B i Rr	ii RR	iiRr
	ir	I^B i Rr	I^B i rr	iiRr	iirr

Resultados:

Traduzindo os genótipos encontrados no cruzamento, temos:

		Pai			
		I^B R	**I^B r**	**iR**	**ir**
Mãe	**I^A R**	AB^+	AB^+	A^+	A^+
	I^A r	AB^+	AB^-	A^+	A^-
	i R	B^+	B^+	O^+	O^+
	ir	B^+	B^-	O^+	O^-

Em chances, temos:

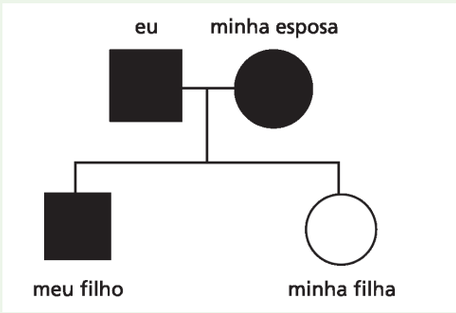
- 3 em 16 de o filho ser A^+;
- 1 em 16 de ser A^-;
- 3 em 16 de o filho ser B^+;
- 1 em 16 de o filho ser B^-;
- 3 em 16 de o filho ser AB^+;
- 1 em 16 de ser AB^-;
- 3 em 16 de ser O^+;
- 1 em 16 de ser O^-.

Respostas das Atividades

Atividade 3

É impossível que eu consiga dar uma resposta a essa atividade, considerando que o enunciado pedia para que você avaliasse os lóbulos das orelhas da sua família. O que posso fazer é lhe mostrar como é na minha, para que você tenha um exemplo.

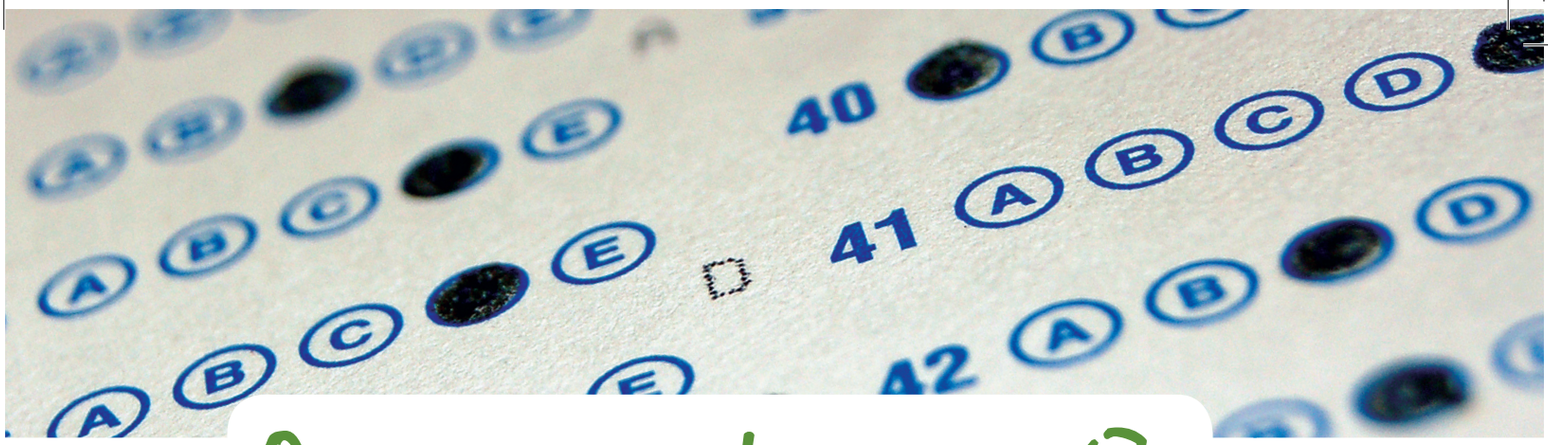
Eu tenho lóbulo preso. Minha esposa também. Temos dois filhos: um tem lóbulo solto; e a outra tem lóbulo preso. No heredograma, representamos o lóbulo preso pelas figuras pretas:



Repare que, apesar de eu e minha esposa termos o lóbulo preso, nossa filha tem lóbulo solto. Isso significa que a característica lóbulo solto estava "escondida" em nós (minha esposa e eu) e que, na formação dos gametas, ela pôde se expressar.

Podemos concluir que essa característica que ficou escondida (lóbulo solto) é recessiva (aa), enquanto o lóbulo preso é dominante (AA ou Aa).

Outra conclusão é que, se nossa filha tem lóbulo solto (ou seja, aa), minha esposa e eu temos que ter passado para ela um alelo recessivo (um a do pai e um a da mãe). Assim, só podemos ser heterozigotos para essa característica, ou seja, Aa.



O que perguntam por aí?

Questão 1 (ENEM 2009)

Em um experimento, preparou-se um conjunto de plantas por técnica de clonagem a partir de uma planta original que apresentava folhas verdes. Esse conjunto foi dividido em dois grupos, que foram tratados de maneira idêntica, com exceção das condições de iluminação, sendo um grupo exposto a ciclos de iluminação solar natural e outro mantido no escuro. Após alguns dias, observou-se que o grupo exposto à luz apresentava folhas verdes como a planta original e o grupo cultivado no escuro apresentava folhas amareladas.

Ao final do experimento, os dois grupos de plantas apresentaram:

a. os genótipos e os fenótipos idênticos.

b. os genótipos idênticos e os fenótipos diferentes.

c. diferenças nos genótipos e fenótipos.

d. o mesmo fenótipo e apenas dois genótipos diferentes.

e. o mesmo fenótipo e grande variedade de genótipos.

Gabarito: Letra B.

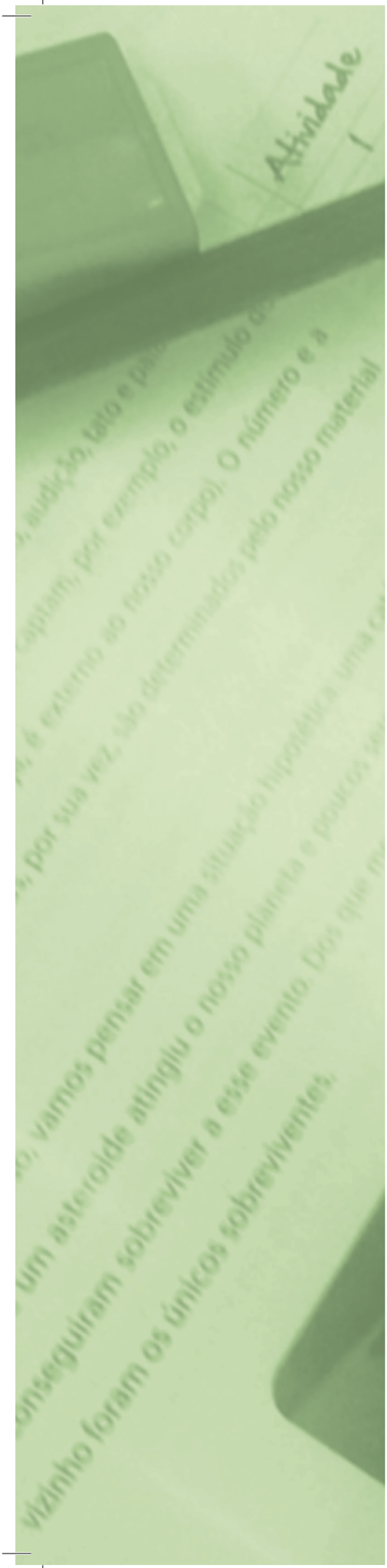
Comentário: Essa pergunta se responde em duas partes.

Na primeira, vamos analisar o início do enunciado. As plantas foram preparadas por clonagem. Embora não esteja aqui na nossa aula, você já deve ter ouvido falar muitas vezes na mídia sobre clonagem. Houve até uma novela sobre isso (*O Clone*, Rede Globo, 2001). Um clone é um indivíduo que apresenta genótipo exatamente igual a outro. Para se fazer um clone, os cientistas pegam uma célula de um indivíduo e provocam a multiplicação dessa célula muitas e muitas vezes, em condições especiais e controladas. Assim, o indivíduo novo é igual ao doador da célula que foi clonada. Na natureza, isso acontece naturalmente com os gêmeos idênticos. Eles têm genótipos iguais.

Como você viu na nossa unidade, genótipo é o material genético, e fenótipo é a aparência. Se um rapaz raspa a cabeça, seus filhos não nascerão carecas por causa disso! Em outras palavras, ele mudou seu fenótipo, mas não alterou seu genótipo.

Assim, privar algumas plantas de luz fazendo com que umas fiquem com folhas amarelas e outras com folhas verdes é análogo à mulher que pintou o cabelo: tem alteração no fenótipo, mas não no genótipo.

Bom, então vamos à resposta: clones têm genótipos iguais. Plantas com folhas de cor diferentes têm genótipos diferentes. Por isso, a resposta certa é a letra B.



As moléculas da vida

Para início de conversa

Biodiversidade, hereditariedade, passagem de características entre gerações, material genético... essas foram algumas das expressões que você mais "ouviu" até o momento, neste módulo.

Está bem claro que é por meio desse material genético, que vai dos pais para os filhos pelos gametas, que as características vão passando entre os indivíduos, geração após geração. Este material genético duplica-se nos processos de divisão celular, resultando em células-filhas com o mesmo material genético da célula-mãe, não é?.

Mas você tem ideia real de como isso acontece dentro de uma célula? Você sabe como é esse material genético?

Existem exceções na Natureza, mas, em geral, o material genético dos seres vivos é formado por uma molécula chamada DNA.

Você já deve ter ouvido falar de DNA muitas vezes, em reportagens, programas de TV, até mesmo novelas. Deve ter ouvido também os termos genes, proteínas... Mas você sabe, de fato, o que esses nomes significam? Consegue relacioná-los ao que vimos até aqui no módulo, em termos de hereditariedade, mutação e biodiversidade? É isso que vamos fazer pelas próximas páginas desta unidade!

Objetivos de aprendizagem

- Relacionar a estrutura do DNA ao seu papel de conservação e transferência de informação genética.
- Reconhecer os processos de replicação, transcrição e tradução, e identificar seus mecanismos e diferenças.
- Relacionar os mecanismos de controle da expressão gênica com a diversidade de características em um mesmo indivíduo ou entre indivíduos diferentes.

Seção 1
DNA: a molécula da vida

DNA é a sigla (em Inglês) para o nome Ácido desoxirribonucléico. A primeira coisa que você precisa saber sobre o DNA é que ele é uma molécula (ou seja, um conjunto de átomos). Esta molécula, assim como todas as outras, segue as leis da Química – e é importante dizer isso, inclusive, para você entender o porquê de estar estudando certos conteúdos em Química.

O DNA é um polímero. Isso significa que a sua totalidade é formada por várias unidades. Estas unidades são formadas de moléculas menores, que se associam de acordo com suas características químicas (como você verá no próximo módulo de Química), formando uma grande cadeia.

As unidades que se associam para formar uma cadeia de DNA são chamadas nucleotídeos.

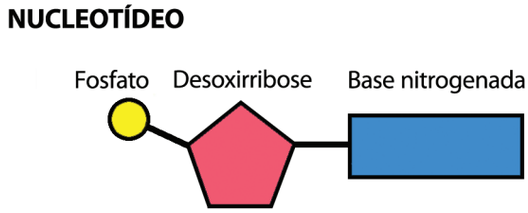


Figura 1: Um nucleotídeo é a unidade mínima da molécula de DNA. Um nucleotídeo é formado por um açúcar (chamado desoxirribose), uma das quatro bases nitrogenadas (A, T, C ou G) e por grupamentos fosfato (átomo de fósforo associado a três de oxigênio).

Verbete

A T C G: Estas letras são abreviações dos nomes das quatro bases nitrogenadas: Adenina, Timina, Citosina e Guanina.

Quando esses nucleotídeos associam-se, eles formam uma cadeia de DNA, também chamada fita de DNA, que tem o aspecto de uma hélice. Só que, para ser mesmo uma molécula de DNA, é necessário que duas fitas de nucleotídeos associem-se quimicamente, formando uma dupla-fita.

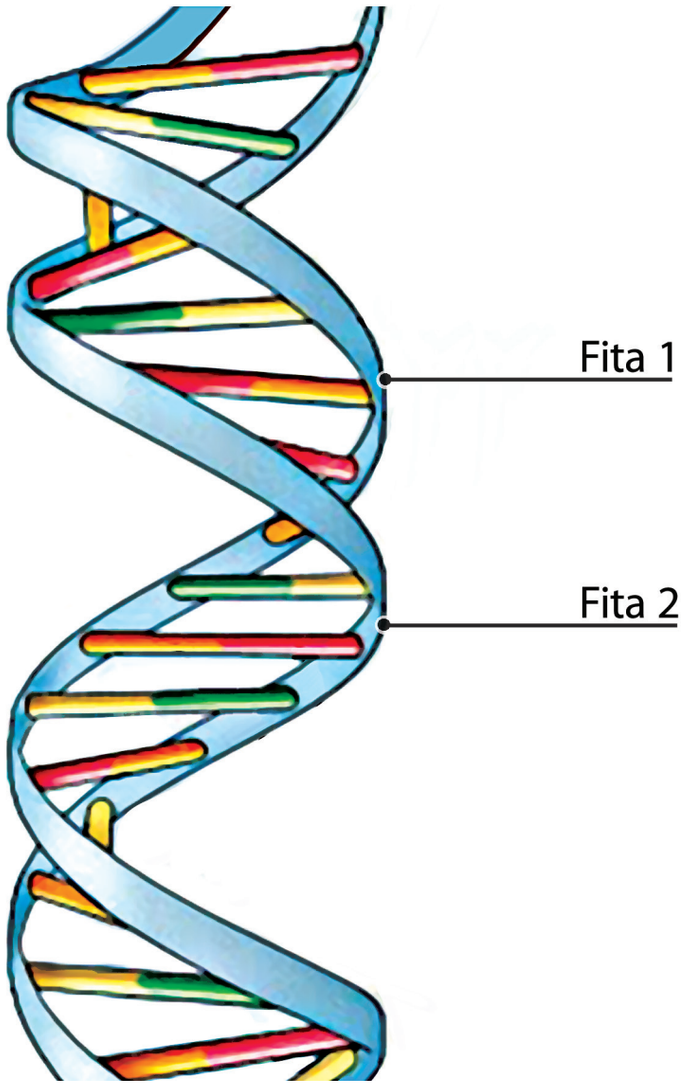


Figura 2: A molécula de DNA é formada por duas fitas (cadeias) de nucleotídeos, que se associam, formando a dupla hélice que você vê na figura. Esta é a molécula responsável pela manutenção e passagem de características entre ancestrais e seus descendentes.

A associação de uma fita com a outra, para formar a molécula do DNA, acontece por meio de ligações químicas entre as bases nitrogenadas (A, T, C e G) que compõem cada nucleotídeo da fita. As bases são complementares, formando pares da seguinte maneira:





Assim, uma fita que tenha a sequência A T C G vai conseguir parear com outra fita que tenha a sequência T A G C. Veja o um exemplo na figura a seguir:



Figura 3: As bases nitrogenadas de uma fita de DNA podem se ligar, de forma complementar, às bases nitrogenadas de outra fita, e é assim que se forma a dupla-fita, ou dupla hélice de DNA.

1.1. Por que DNA?

Agora que você já sabe como é a estrutura da molécula de DNA, podemos discutir um pouco sobre o porquê de esta molécula ser capaz de conservar as características dos indivíduos e transmiti-las às gerações seguintes.

Em termos químicos, a molécula de DNA é muito estável, o que significa que ela não se degrada facilmente, perdendo a informação que carrega. Por isso, ela funciona muito bem no processo de manutenção das características de um indivíduo.

Outro ponto "a favor do DNA" é que esta molécula consegue ser facilmente duplicada. O fato de a estrutura da molécula de DNA ser em dupla-fita proporciona moldes aos sistemas de duplicação (ou replicação, como é mais conhecido este processo) do DNA para síntese de novas moléculas.

Em linhas gerais, acontece assim: no processo de replicação, a dupla-hélice do DNA é aberta, e as duas fitas que a compõem são parcialmente separadas. Estas fitas servem de molde para que as moléculas replicadoras (da qual falamos em unidades anteriores) construam novas fitas, que são complementares àquelas nas quais estão se baseando.

Em outras palavras, o sistema de replicação sintetiza duas moléculas de DNA a partir de uma. Isso é a duplicação do material genético, que acontece dentro das células quando elas vão entrar em divisão para gerar células-filhas, evento de que falamos muito neste módulo.:

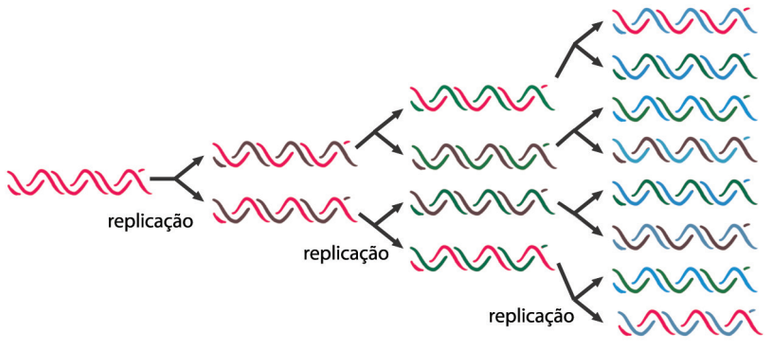


Figura 4: A replicação de uma molécula de DNA acontece, utilizando-se uma molécula já existente de molde. Cada uma das fitas serve de molde para síntese de uma nova fita, complementar à original.

Repare na Figura 4 que as duplas-fitas novas, sintetizadas pelo sistema de replicação, conservam em si metade da molécula de DNA original. Esse fato acontece sempre nas replicações e, por isso, o sistema é chamado semiconservativo (conserva parte do seu original, digamos assim).

O sistema de replicação ao qual nos referimos conta com a atividade de proteínas que são capazes de catalisar processos biológicos e químicos, ou seja, possibilita que tais processos aconteçam no tempo que os organismos precisam que aconteçam, dentro das condições fisiológicas do organismo. Elas são chamadas enzimas e você verá mais sobre elas em outros módulos. Por ora, é importante que você saiba que elas existem e que são fundamentais para a vida.

Importante

Ora, se há conservação de fitas de uma molécula de DNA pré-existente e o sistema utiliza um molde para síntese de nova molécula de DNA, como é possível que aconteçam alterações nesse DNA, como é possível que surja uma mutação? Como é possível haver biodiversidade?

1.2. Erros na replicação

O sistema de replicação do DNA é composto por diversas etapas. Simplificando, vamos falar brevemente de duas:

a.Existe uma molécula capaz de "ler" a sequência de bases nitrogenadas de uma fita e replicá-la em outra fita (utilizando as bases complementares). Essa molécula que faz essa leitura e síntese da nova fita é capaz de "ler" milhares e milhares de bases em uma velocidade enorme. Ela comete pouquíssimos erros, mas comete (estima-se que seja um erro a cada um bilhão de bases "lidas).

b.Como a manutenção da fidelidade da sequência de bases é importante, já que a molécula que "lê" a original e sintetiza a nova fita é capaz de cometer erros, existe um sistema composto por outras moléculas e que corrige esses erros. Mas, ainda assim, embora raramente, alguns erros se estabelecem.

É por causa da eficiência dessas a essas duas etapas no processo de replicação de uma molécula de DNA, que a possibilidade de termos mutação é sempre baixíssima. Entendendo isso, podemos entender também que a biodiversidade tenha levado tantos milhares de anos para se constituir da forma como a conhecemos hoje.

1.3. Cromossomos, genes e nossas características

O DNA é uma molécula enorme, que fica situada dentro do núcleo da célula, muitas vezes condensada na forma de cromossomos. Este nome vem da forma como esses "corpos" foram descobertos: por serem fortemente Cromossomos, genes e nossas característicascorados com corantes, possibilitando sua visualização no interior do núcleo da célula.:



Figura 5: Corantes ajudam a visualizar os cromossomos dentro de uma célula. Estes cromossomos da imagem são de Drosophila (mosca), em uma fase de divisão celular.

Em uma única célula, os cromossomos podem ter tamanhos e formatos diferentes. Além disso, constatou-se, através de outras pesquisas, que cada espécie de animal ou planta tem um número preciso e característico de cromossomos no interior de suas células. Na nossa espécie, por exemplo, há um total de 46 cromossomos, os quais se organizam em 23 pares. Como são dois cromossomos de cada tipo (formando "duplas"), essa condição é chamada "diplóide".

Gametas, em geral, por outro lado, têm apenas metade do material genético de uma célula comum (para que o do pai possa juntar com o da mãe e gerar um indivíduo com o número "normal" de cromossomos). Assim, no caso da nossa espécie, possuem apenas 23 cromossomos, um de cada tipo. Essa condição, em que há apenas um exemplar de cada tipo de cromossomo, é chamada "haploide". A partir da junção de dois gametas (haploides) na fecundação (um masculino e um feminino) é formada, então, uma nova célula com 46 cromossomos (diploide).



Figura 6: Na reprodução humana, cada um dos pais, através de seus respectivos gametas (haploides), contribui com 23 cromossomos para a formação de um novo indivíduo. A célula resultante da fecundação e que dará origem a este terá, normalmente, 46 cromossomos (diploide).

Nos seres humanos, há dois tipos de cromossomos: os somáticos e os sexuais. Os sexuais são aqueles que definem o sexo de cada indivíduo, cujos genes são responsáveis por desenvolver no corpo desse indivíduo as caracterísi-

cas femininas ou masculinas. Os somáticos são os que carregam os genes responsáveis pelos processos do organismo que independem do sexo, como as moléculas envolvidas na digestão, no sistema circulatório, dentre muitas outras.

Nos nossos 23 pares de cromossomos, 22 deles são somáticos e 1 par é de cromossomos sexuais. Os cromossomos sexuais são a dupla XX, nas mulheres, e a XY, nos homens.

Existem alguns tipos de doenças/ condições que são ligados aos cromossomos sexuais. Isso significa que os genes relacionados a elas estão nesses cromossomos. São exemplos: calvície, daltonismo, hemofilia e hipertricose auricular (desenvolvimento de pelos na orelha).

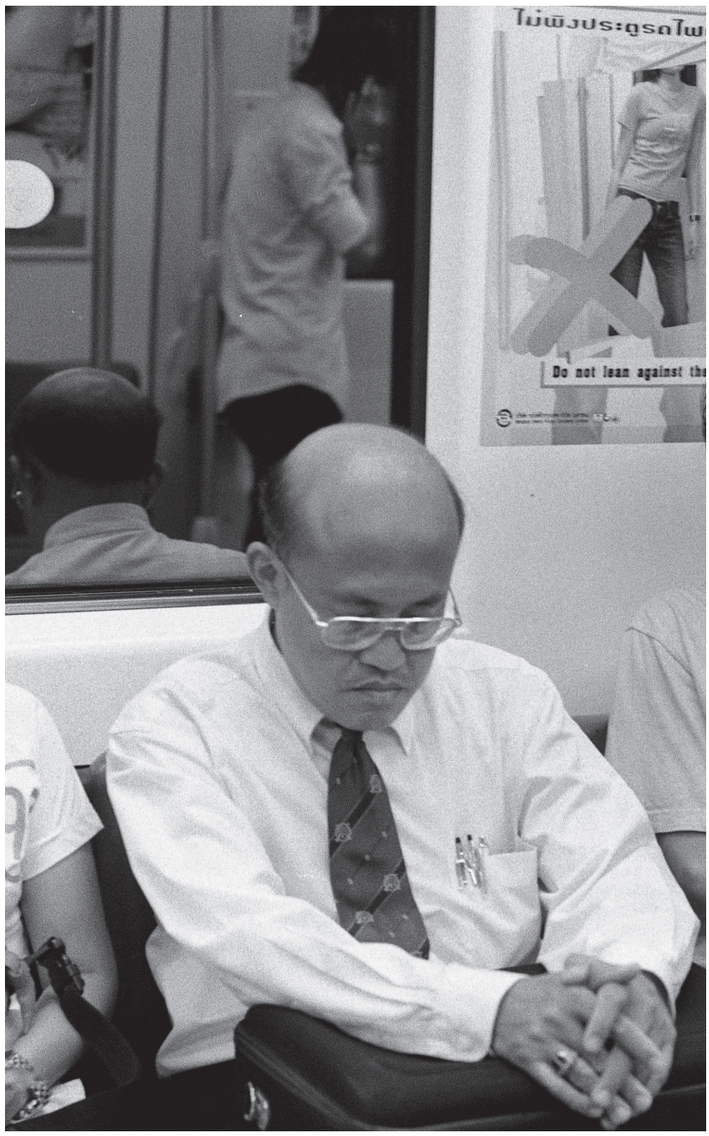


Figura 7: Calvície é uma das condições que estão ligadas aos cromossomos sexuais, neste caso, o cromossomo Y. Chamamos este tipo de passagem de características de herança ligada ao sexo.

Existem outras doenças que não têm relação com alteração nos genes que se situam nos cromossomos, mas sim ao número de cromossomos que um indivíduo tem. Essas doenças são chamadas alterações numéricas e são o acontecimento de um cromossomo a mais ou a menos, dentre os 23 pares que temos.

Indivíduos com a chamada "Síndrome de Down" trazem em suas células uma alteração cromossômica também conhecida como "trissomia do 21". Nesses casos, onde deveria haver apenas um par de cromossomos identificados como "21" (ou seja, dois cromossomos), existem três cromossomos desse tipo.

Assim como a Síndrome de Down, existem diversas outras condições em que um indivíduo é afetado pela variação de seus cromossomos. No que se refere às trissomias (três unidades de um mesmo cromossomo, ao invés de duas), as mais conhecidas são a Síndrome de Edwards e a Síndrome de Patau. Em todos os casos, os indivíduos trissômicos apresentam retardo mental de níveis variados e problemas cardíacos. Na Síndrome de Edwards, a maior parte dos fetos sofre aborto, e não chega a nascer.

Outros tipos de alterações cromossômicas são relacionadas aos cromossomos sexuais. Há casos em que um dos cromossomos está ausente ou outros em que esses cromossomos estão em maior número do que o esperado. Veja exemplos dessas alterações cromossômicas na tabela a seguir:

Síndrome	Genótipo	Características
Turner	XO	Mulheres com seios, ovários e vagina pouco desenvolvidos; não menstruam; pescoço alado; tórax largo com mamilos afastados. Intelectualmente, não sofrem prejuízo.
Klinefelter	XXY	Rapazes que não apresentam sintomas físicos perceptíveis até a adolescência, quando podem ter um desenvolvimento um pouco maior das mamas. Podem apresentar déficit auditivo, de aprendizagem e motor, mas não necessariamente.
Jacobs	XYY	Também conhecida como síndrome do super-macho, afeta rapazes que têm tendência a apresentar estatura muito elevada e algumas dificuldades na linguagem (mas não obrigatoriamente).
Triplo X	XXX	Na maioria dos casos, não apresentam sintomas, embora possa ocorrer retardo mental e estatura mais elevada.

Verbete

Pescoço alado - Um tipo de pescoço que parece um triângulo, que não é fino embaixo da cabeça, mas que fica mais largo a partir da cabeça para o ombro.

Bom, vamos recapitular um pouquinho para podermos continuar na nossa compreensão da nossa história. Você já sabe que o espermatozoide do seu pai tinha 23 cromossomos e o óvulo da sua mãe 23 cromossomos, que

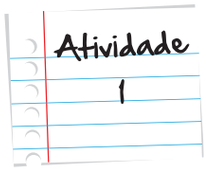
foram os responsáveis pela passagem do material genético deles (DNA) para você. Sabe também que, nas células do seu corpo, existem 46 cromossomos, que ficam dentro do núcleo das células.

Mas será que só o fato de o DNA desses 46 cromossomos estarem ali, é suficiente para que você tenha determinadas características? E, se metade disso veio de cada um dos seus pais biológicos, você não deveria ser "metade igual ao seu pai e metade igual a sua mãe"?

Essa é uma pergunta importantíssima e a resposta para ela está nos conceitos associados a uma palavra: genes!

Genes são pedaços de DNA capazes de expressar alguma característica (há pedaços que não expressam características). Assim, a cor dos olhos tem a ver com os genes que estão sendo expressos no seu organismo e determinando se você tem olhos azuis, verdes ou pretos. O fato de você ser alto ou baixo, negro ou branco, sentir muito calor ou muito frio – tudo o que acontece em você tem a ver com a expressão dos seus genes.

Vamos entender este termo, expressão de um gene, partindo da seguinte questão:. Como é possível que esse pedaço de DNA determine características e outros pedaços, não?



Protegendo informações preciosas

Imagine que você está assistindo a um filme com um colega. Este filme trata de temas relativos à Evolução e à Genética, assuntos sobre os quais seu amigo não tem grandes conhecimentos.

Depois de uma cena que discute a hereditariedade, ele afirma: "Não entendo como que funciona essa história de DNA! Como é que isso pode determinar que meu filho será parecido comigo? Ao mesmo tempo, eu sou parecido com meu bisavô... não entendo... como pode?"

Como você ajudaria seu amigo a entender? Leve em consideração em sua resposta:

- as características da estrutura da molécula de DNA;

- o seu processo de replicação.

Anote suas respostas em seu caderno

Seção 2
RNA: versatilidade dentro da célula

Para respondermos à pergunta que fizemos no final da seção 1, precisamos conhecer antes dois processos: a transcrição e a tradução.

A transcrição é um processo que transforma pedaços do DNA (genes) em pedaços de um outro tipo de ácido nucléico, o RNA (ácido ribonucléico). O RNA é um ácido nucléico muito mais "versátil" dentro da célula, porque ele é bem menor que o DNA e consegue sair do núcleo, carregando em si uma determinada a informação genética que ela contém. Quando esse RNA sai do núcleo da célula para sua outra parte, o citoplasma, ele pode ser traduzido em moléculas que, no final das contas, vão ser as responsáveis pela manifestação das nossas características. Essas moléculas são as proteínas.

Mas vamos por partes...

2.1. Transcrição

O RNA também é formado por nucleotídeos que, em vez de desoxirribose (como no DNA), apresentam outro açúcar, a ribose. Outra diferença está nas bases nitrogenadas: em vez de A T C G, no RNA temos A U C G. Estas pequenas diferenças fazem com que a estrutura das duas moléculas seja diferente: enquanto o DNA é dupla-fita, o RNA é uma fita simples.

Verbete

U: é a abreviação de Uracila, uma das bases nitrogenadas que compõem os nucleotídeos de RNA.

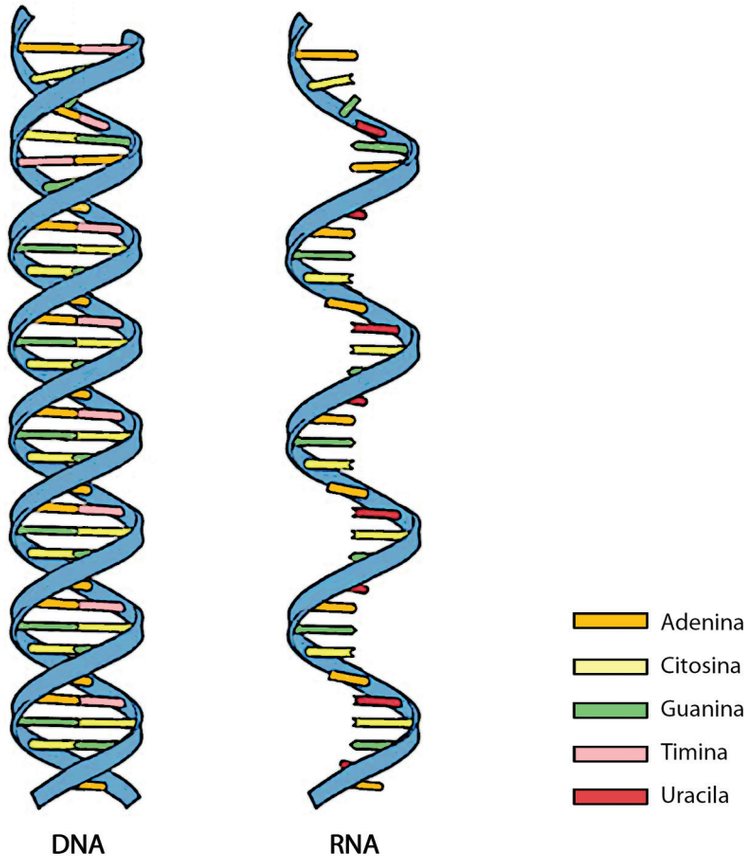


Figura 8: Molecularmente, as diferenças entre DNA e RNA estão em seus nucleotídeos. Os dois ácidos nucléicos possuem açúcares diferentes na composição de seus nucleotídeos e, no RNA, encontramos a base nitrogenada U, em vez de T. Estas pequenas diferenças conferem ao RNA a característica de ser de fita simples (uma única cadeia) e, por causa disso, esse ácido nucléico é bem mais instável que o DNA.

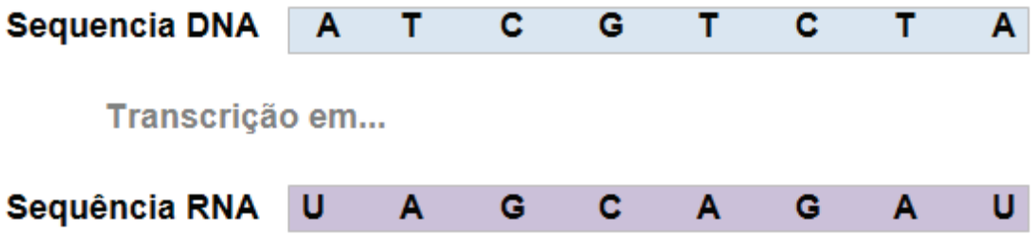
ATENÇÃO

As diferenças na estrutura das moléculas de DNA e RNA acabam significando diferenças na função das duas moléculas. Enquanto o DNA armazena, de maneira estável, as informações genéticas dos indivíduos, o RNA possibilita que essa informação seja expressa nas características que compõem o indivíduo.

Para carregar a informação genética (do DNA) para fora do núcleo da célula, o RNA precisaria "copiar" esta sequência. No entanto, como DNA e RNA têm propriedades moleculares diferentes (os nucleotídeos – bases e açúcar), acaba que esta não é uma cópia fiel, mas uma transcrição de uma informação em outra, que tem o mesmo significado, mas é escrita de outra maneira.

No interior do núcleo das células, assim como existe o sistema de replicação do DNA, existe também um sistema de transcrição de DNA em RNA. São moléculas que "lêem" a molécula de DNA e montam uma sequência de RNA

(lembrando que as bases continuam respeitando a lógica complementar, ou seja, A faz par com T ou U; C faz par com G):



Multimídia

Se estiver difícil de entender, você pode visitar a animação que indicamos a seguir para visualizar o processo de transcrição do DNA em RNA: http://goo.gl/Y3EC5

Esses transcritos de RNA, a partir da "leitura" de um pedaço da molécula de DNA, podem ter diversas funções dentro da célula. A que nos interessa mais no contexto deste módulo é a do RNA mensageiro (RNAm), que serve como um mensageiro mesmo, aquele que leva a mensagem genética do núcleo para o citoplasma, para ser traduzida em proteínas.

Seção 3
Proteínas

Uma proteína é uma molécula que, assim como o DNA e o RNA, tem sua totalidade formada pela associação de várias unidades. As unidades que se associam quimicamente para formar uma proteína são os aminoácidos.

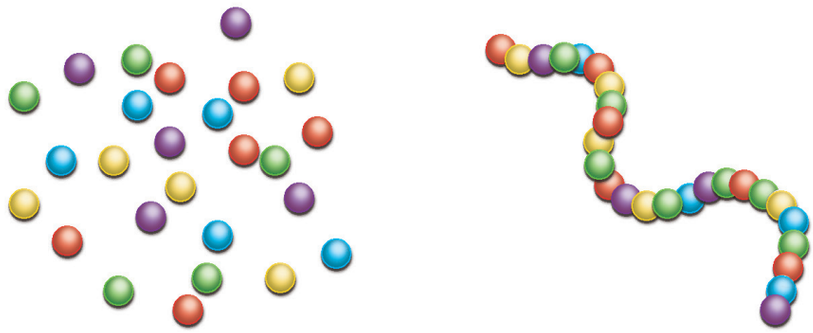


Figura 9: Proteínas são polímeros formados por aminoácidos, que se associam quimicamente

Existem 20 aminoácidos diferentes que compõem as proteínas. Dependendo da ordem em que eles são dispostos para formar uma proteína, eles originam proteínas diferentes.

Esta ordem não é definida aleatoriamente, mas sim pelo código genético. Assim, o DNA que armazena suas características hereditárias teve uma parte transcrita em um RNAm que, no citoplasma da célula, será traduzido em proteína.

1.1. Tradução

A replicação e a transcrição são processos que acontecem a partir da leitura de um molde (uma fita de DNA) e adição de nucleotídeos com bases complementares para formar a molécula nova.

No caso da tradução, a lógica se mantém, mas o processo é um pouco diferente. A sequência de RNAm é lida de três em três bases para originar as proteínas. Enquanto nos outros dois processos, temos uma base complementar à base original sendo acrescentada na molécula nova, aqui teremos um outro código em questão. É preciso uma sequência de 3 bases nitrogenadas para originar a adição de 1 único aminoácido.

Essa sequência de 3 bases é chamada códon, e pode ser composta por quaisquer das 4 bases, em diferentes posições. Podemos dizer que os códons são "palavras de 3 letras que "significam um aminoácido".

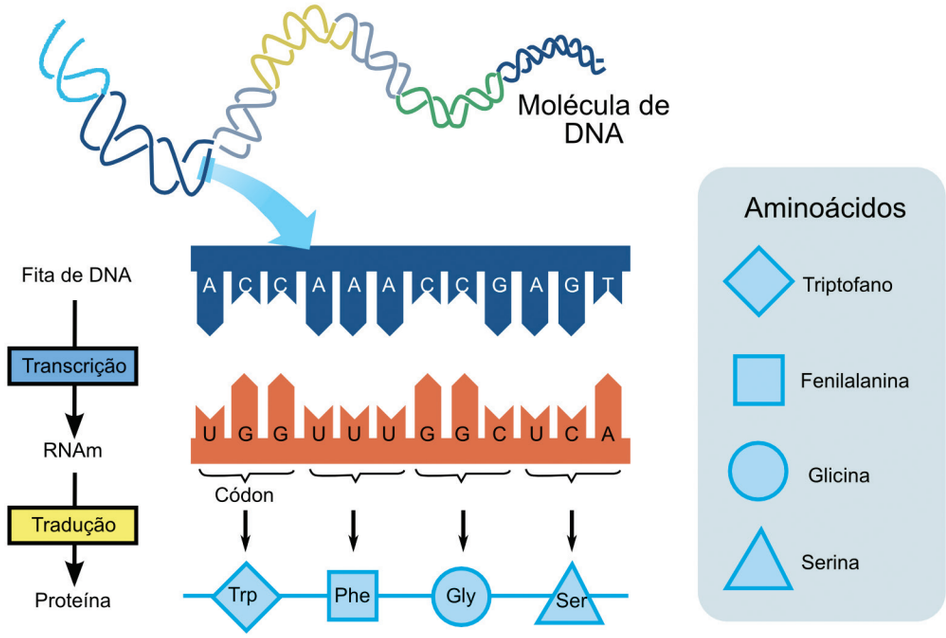


Figura 10: Veja que cada sequência de 3 bases nitrogenadas de um RNAm (códons) é traduzida em aminoácidos que, por interações químicas entre eles formam uma cadeia chamada proteína. A primeira linha é a fita de DNA que dá origem ao RNAm (segunda fita) através da transcrição. Na última linha, você vê formas que representam os aminoácidos codificados pelos códons (a legenda lateral nos diz quais são eles).

Quase qualquer combinação de bases é passível de ser traduzida em um aminoácido. Na tabela a seguir, apresentamos a codificação, só para você ter uma ideia.

Dois fatos são importantes de se reparar na tabela:

1.O códon AUG, que é o único que codifica o aminoácido Metionina (Met).

2.Os códons UAA, UAG e UGA, que não codificam nenhum aminoácido.

O códon AUG é o códon onde a síntese de uma proteína começa. O sistema de tradução, que fica no citoplasma e "lê" o RNAm para traduzi-lo em uma proteína, só começa a síntese da proteína quando encontra esse códon na sequencia do RNAm. Quando esta trinca de bases é reconhecida, significa que um gene foi identificado ali e ele vai ser expresso na forma de uma proteína.

A segunda observação mostra que há um momento da leitura da sequência de RNAm em que nada é adicionado

à cadeia de proteína, encerrando a síntese dessa proteína. Esses "códons de parada", portanto, são fundamentais para determinar o momento em que toda a sequência necessária para dar origem a uma determinada proteína foi lida.

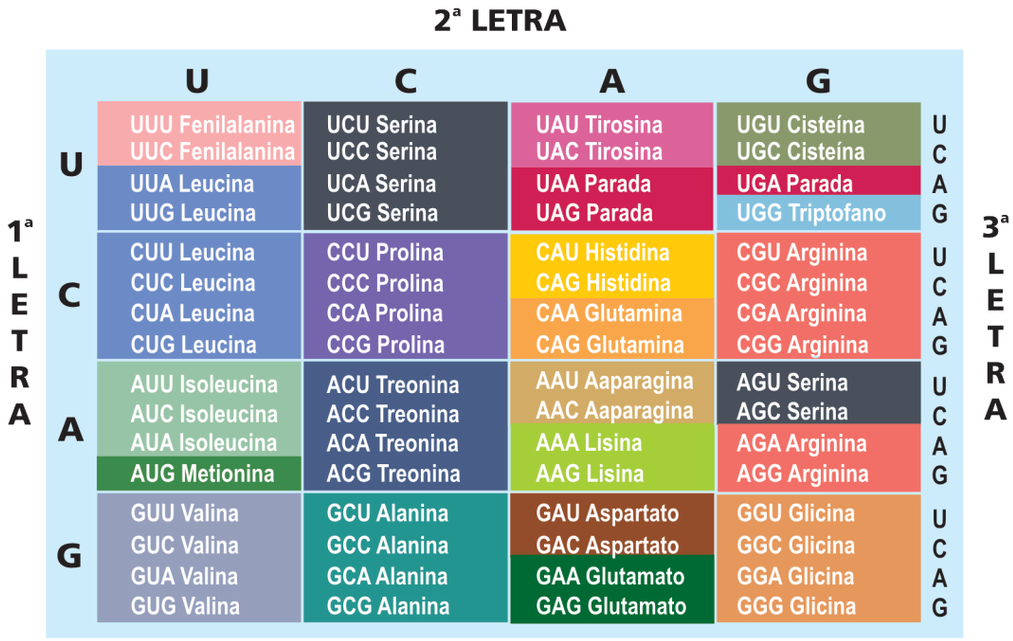


Figura 11: A cada 3 bases, o RNAm é traduzido em um aminoácido. As 3 bases (códon) podem estar quase que em qualquer ordem para serem traduzidas em um aminoácido. Existem apenas 3 combinações que não correspondem a aminoácidos – elas são importantes para determinar onde deve terminar a cadeia de proteína..

Esses dois fatos significam que não é necessariamente toda a extensão do RNAm que é traduzida de três em três bases para gerar uma proteína. Somente pedaços específicos são capazes disso. Há casos, inclusive, em que essa proteína é "editada" depois de sua síntese, por diversos mecanismos existentes dentro da célula (mas essa é uma outra história...). Esse "tamanho" da proteína e os tipos de aminoácidos que compõem essa molécula vão determinar a estrutura dela e, consequentemente, sua função no organismo.

No processo de tradução, contamos também com a participação de outros dois tipos de RNA, além do RNA mensageiro (RNAm): o RNA transportador (RNAt) e o RNA ribossomal.

O RNAt é uma molécula bem pequena de RNA, que carrega na sua estrutura aquilo que chamamos anticódon. O anticódon é uma sequencia complementar à sequencia do códon e que, por ser complementar, consegue se parear com ele. O RNAt tem este nome porque ele, de fato, é um transportador. Ele carrega junto com o anticódon o amino-

ácido que é correspondente ao códon com o qual ele vai parear quando "encontrar" o RNAm. Assim, para a síntese da proteína, é fundamental a participação do RNAt, porque é ele que carrega os aminoácidos.

O RNA ribossomal, por sua vez, tem participação importante também porque é o ribossomo que se liga ao RNAm para dar início ao processo de tradução. Sobre o ribossomo, formado por esse RNAr e proteínas, você aprenderá mais adiante, no próximo módulo, quando estudar as estruturas que compõem uma célula.



O RNA é uma molécula tão, mas tão versátil que há estudos que mostram que ele pode ter sido a primeira molécula complexa da vida. Os experimentos de Miller e Urey e a hipótese de Walter Gilbert sobre o Mundo do RNA você vai aprender na Unidade 1 do próximo módulo!

Estima-se que uma única célula sintetize entre 10.000 e 20.000 proteínas diferentes. Só para você ter uma ideia de como elas são importantes para a sua vida, são as proteínas que atuam no seu corpo ajudando a digerir o alimento que você come. Uma delas proteína a é responsável por transportar o oxigênio pelo seu sangue para todas as células do seu corpo. Todos os músculos do seu corpo se contraem e se distendem por causa de proteínas que compõem sua estrutura. Suas unhas, cabelo, pele – tudo é composto de proteínas!

São infinitos exemplos das funções das proteínas nos organismos (não só no nosso, mas de todos os seres vivos). Um que é curioso e vale a pena destacar no contexto desta unidade é o fato de que elas são capazes de participar da regulação da produção delas mesmas. Em outras palavras, uma proteína pode controlar quando será produzida ou não, bem como controlar a produção de outras proteínas diferentes e outras moléculas diversas. Você vai entender isso melhor já, já, depois da atividade 2!

Atividade 2

Os moldes da vida

A seguir você encontrará três esquemas. Eles representam alguns dos processos que envolvem a molécula de DNA: replicação, transcrição e tradução. Identifique cada um dos processos, nomeando-os, faça a associação entre as bases nitrogenadas ou entre bases e os aminoácidos correspondentes. Utilize a tabela da Figura 11 para fazer a tradução dos códons

Processo de _____



Processo de _____



Processo de _____



Anote suas respostas em seu caderno

Seção 4
Controlando a expressão dos genes

Bom, como você viu no início da aula, genes são pedaços de DNA capazes de serem convertidos em alguma característica. Agora, você já sabe que as características que apresentamos são expressas por meio das proteínas que temos no nosso organismo. Juntando as duas informações, temos que os genes são capazes de serem transcritos em RNAm e traduzidos em proteínas e, assim, determinar as nossas características.

Isso vale para todas as nossas características. Cabelo preto ou louro, olho verde ou castanho, estatura alta ou baixa, pele negra ou branca. Eles controlam também aquelas características que não vemos. São eles, por exemplo, que fazem com que as células do seu cérebro (neurônios) sejam completamente diferentes das células do seu estômago que, por sua vez, são diferentes das células do seu pé.

Ora, mas se todas as células do corpo contêm o mesmo material genético (que se dividiu inúmeras vezes a partir da célula-ovo), como as células do pé são tão diferentes das células do seu cérebro?

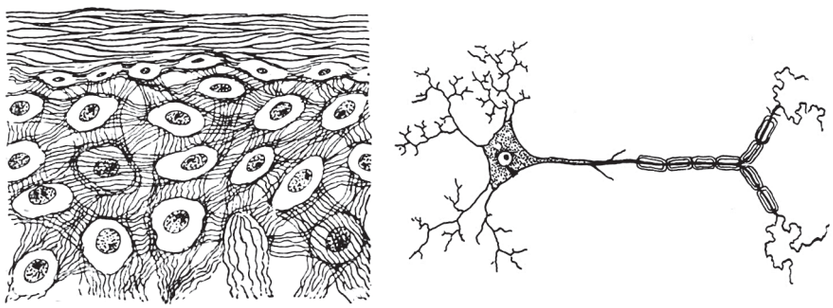


Figura 12: À esquerda, você vê células epiteliais, que são as células que compõem superfícies no seu corpo, como a sua pele (incluindo a do seu pé). À direita, você vê um neurônio, a célula que compõe o seu tecido nervoso, incluindo o seu cérebro.

A resposta disso está no fato de que, embora todas as células tenham o mesmo DNA, umas transcrevem e traduzem alguns genes e outras, outros genes. Isso é o que faz com que, em um mesmo organismo, você possa ter células tão diferentes.

O mecanismo que controla a ativação de um grupo de genes em cada uma das diferentes células de um mesmo organismo é chamado controle da expressão gênica.

Existem diversos mecanismos de controle da expressão gênica. O mais comum é o controle transcricional, ou seja, aquele que impede que o DNA seja transcrito em um RNAm.

Este controle acontece pela ação de proteínas, que são chamadas proteínas reguladoras da expressão gênica. Existem formas mais simples e outras mais complexas desse controle acontecer, envolvendo uma ou várias proteínas. Vamos nos focar na mais simples para entender a lógica do processo.

As proteínas são capazes de se associar quimicamente a trechos específicos da molécula de DNA. Normalmente, os trechos específicos envolvidos no controle de um determinado gene são próximos ao trecho do DNA que codifica aquele gene (ex: controle do gene A é próximo ao trecho que codifica o gene A).

Há proteínas reguladoras que são ativadoras ou repressoras da expressão gênica. As proteínas ativadoras, quando se ligam ao DNA, promovem a transcrição do gene. As repressoras são o contrário: todas as vezes que se ligam ao DNA, inibem a transcrição do gene.

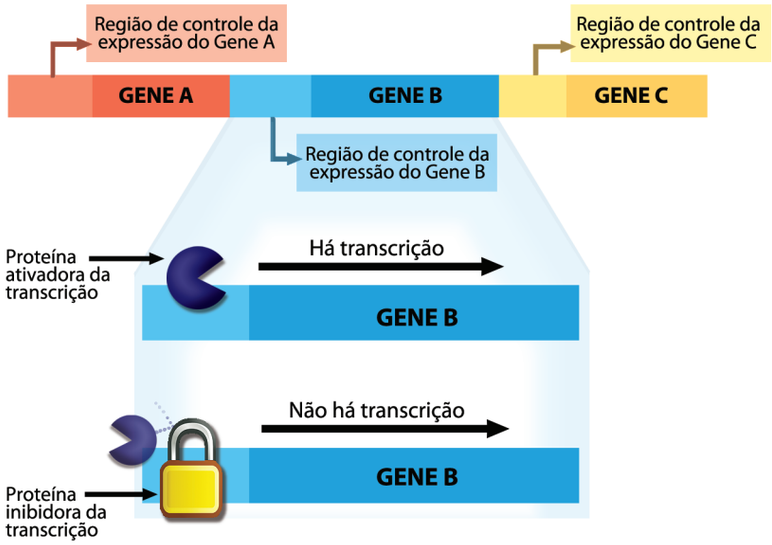


Figura 13: Os trechos envolvidos no controle da transcrição ficam próximos aos respectivos genes. É nessa região que as proteínas reguladoras se inserem para ativar a transcrição, ou ainda, é nela que as proteínas repressoras se posicionam para impedir a expressão do gene.

É por meio desses movimentos de ligação e desligamento das proteínas reguladoras no DNA que elas controlam a expressão de um gene. Esse controle pode ser motivado por diversos fatores, por exemplo:

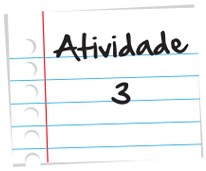
- Se um gene já foi transcrito várias vezes em um curto período de tempo, é provável que haja um acúmulo da proteína que ele codifica dentro da célula. Assim, sistemas de regulação são ativados para impedir que se produza mais cópias de uma proteína que já está abundante.

• Se a célula é demandada a realizar uma determinada tarefa (por exemplo, gerar energia), é preciso que as proteínas envolvidas nesse processo sejam sintetizadas (produzidas). Assim, os sistemas que induzem a transcrição dos genes envolvidos na geração de energia estarão mais ativados.

• Se nosso organismo detecta que há um processo inflamatório acontecendo, as proteínas do sistema de defesa do organismo (dentre elas, as imunoglobulinas) têm seus genes ativados, para que elas possam ser sintetizadas.

Enfim, são inúmeros os casos de regulação, tanto para aumentar a expressão de um determinado gene quanto para inibi-la, dependendo da situação. Os organismos são estruturados química e biologicamente para, em geral, otimizar os processos e uso de recursos (energia) para manutenção da vida. O controle da expressão gênica é um mecanismo fundamental para que essa otimização aconteça e, mais do que isso, para que o organismo "funcione". É claro que há chances de dar errado, o que efetivamente acontece em alguns casos, como no câncer.

No entanto, muitos mecanismos existem nos organismos para tentar minimizar problemas e erros que possam ameaçar a conservação genética. Alguns desses erros, quer na expressão gênica, quer simplesmente na replicação do DNA, associados a fatores dos ambientes em que os organismos vivem, possibilitam que a gente presencie a existência de um processo evolutivo. Mas isso é papo para a próxima unidade!

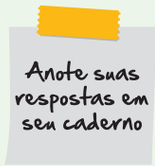


Expressão genética diferencia Humanos e Chimpanzés

A seguir você encontrará dois trechos de uma matéria publicada em setembro de 2002 na revista Ciência Hoje. Leia-os atentamente e responda às perguntas que se seguem.

"A principal distinção entre chimpanzés e humanos pode estar na expressão de genes em proteínas, sobretudo no cérebro. Embora as duas espécies de primatas compartilhem cerca de 99% do código genético, o modo como a informação codificada no DNA é convertida em diferentes proteínas pode ser a maior diferença entre elas. A conclusão foi apresentada na revista Science de 12 de abril por pesquisadores da Alemanha, Holanda e Estados Unidos."

"Ajit Varki, professor de medicina na Universidade da Califórnia em San Diego (UCSD) e co-autor do artigo, conta à CH on-line que o estudo das diferenças entre homens e chimpanzés pode esclarecer as causas genéticas por trás de doenças que parecem ser mais nocivas aos humanos. "Vem daí a necessidade do estudo do genoma INSERIR BOLD dos chimpanzés", justifica. Em chimpanzés, observa Yarki, a freqüência e intensidade de manifestação de doenças como AIDS, mal de Alzheimer, câncer ou malária é mais branda."



Verbete

Genoma – conjunto dos genes de um indivíduo ou espécie, é a informação genética que está no material genético deste indivíduo ou espécie.

Utilizando os conhecimentos aprendidos nesta aula, explique como duas espécies, homens e chimpanzés, que apresentam um código genético muito similar, podem ser tão diferentes.

Resumo

- O DNA é uma grande molécula, estável, encontrada dentro do núcleo das células e que guarda a informação genética dos indivíduos.
- A molécula de DNA é uma cadeia formada pelo encadeamento de várias unidades chamadas nucleotídeos.
- Cada nucleotídeo é formado por um açúcar, uma base nitrogenada e um grupamento fosfato. As bases nitrogenadas são: adenina, timina, citosina e guanina.
- Para formar uma molécula de DNA, é necessário que duas fitas de nucleotídeos se associem quimicamente, formando uma dupla-fita.
- As bases nitrogenadas do DNA são complementares, formando pares da seguinte maneira: A-T e C-G.
- Durante a divisão celular ocorre a replicação da molécula de DNA que acontece a partir de uma molécula pré-existente. Cada uma das duas fitas serve de molde para síntese de uma nova fita, que é complementar à original. Na molécula nova formada, consta a fita molde e a fita recém-sintetizada. Por isso, esse sistema de duplicação é chamado semi-conservativo.
- A molécula que lê a sequência de bases nitrogenadas das fitas do DNA executa essa função muitas vezes e em grande velocidade. Por este motivo, é possível que, às vezes, ela cometa erros. São esses erros que chamamos mutação.
- O DNA é formado por pedaços capazes de serem convertidos em algumas características. Esses pedaços são chamados de genes e existem dois processos que resultam na expressão das características individuais: a transcrição e a tradução.
- Com a transcrição os genes dão origem aos RNAs, que são ácidos nucleicos menores e mais versáteis que o DNA. Os RNAs são capazes de sair do núcleo da célula carregando a informação genética para o citoplasma.
- O RNA também é formado por nucleotídeos, no entanto, as bases nitrogenadas apresentam uma pequena diferença: ao invés em vez da timina, temos a uracila.
- A tradução é o processo em que a sequência de RNAm origina as proteínas, que são moléculas formadas pela associação de vários aminoácidos. Elas são as responsáveis, em última instância, pela manifestação das nossas características.

- Para originar as proteínas, o RNAm é lido de três em três bases, ou seja, cada sequência de 3 bases nitrogenadas (códon) origina um aminoácido.
- Todas as células do seu corpo têm o mesmo DNA, no entanto, elas podem ser diferentes umas das outras por que transcrevem e traduzem genes diferentes. Essas diferenças na expressão dos genes é consequência de mecanismos que chamamos de controle da expressão gênica.
- O controle transcricional da expressão gênica é o mais comum, sendo realizado por proteínas reguladoras que podem ser ativadoras ou repressoras da expressão.

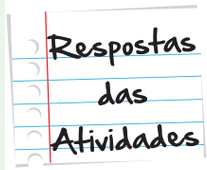
Veja ainda

- Uma matéria da ciência hoje que responde a pergunta se o número de proteínas é igual ou não ao de genes: http://goo.gl/az7Tr
- Vídeo do youtube legendado com animação da duplicação, transcrição e tradução: http://goo.gl/XDP7a
- Matéria da Ciência Hoje sobre o sequenciamento do genoma humano: http://goo.gl/KQA1l
- Matéria da Superinteressante muuuuuuito maneira sobre o uso do DNA na perícia criminal: http://super.abril.com.br/ciencia/ciencia-crime-447772.shtml
- Matéria da Ciência Hoje sobre gêmeos: http://goo.gl/VhM2J

Referências

ALBERTS, Bruce et al. **Molecular biology of the cell**. 4ed. Nova York: GARLAND SCIENCE, 2002.

Atividade 1



A molécula de DNA é quimicamente muito estável e não se degrada facilmente. Isso é importante para uma molécula que se presta a preservar as características genéticas de um indivíduo.

Outro ponto importante é que ela é dupla fita. Essa dupla fita, no momento de necessidade de duplicação de uma célula, se separa e cada fita simples serve de molde para síntese de uma outra fita nova, formando duas novas duplas-fitas, num processo semiconservativo. Esse sistema de duplicação apresenta taxas de erro baixíssimas, conservando a informação que o DNA carrega. Por isso, seu amigo pode ser parecido com o bisavô!

Atividade 2

Processo de transcrição, pois é DNA servindo de molde para a síntese de uma molécula de RNAm

Fita DNA →	G	C	C	T	G	A	A	A	T	C	T	C	G	A
Fita RNAm →	C	G	G	A	C	U	U	U	A	G	A	G	C	U

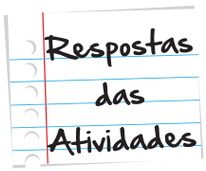
Processo de Tradução, pois é a tradução de um RNAm em uma proteína.

Fita RNAm →	U	U	G	G	U	G	A	A	G	C	A	A	C	G	C

Proteína →	Leucina	Valina	Lisina	Glutamina	Arginina

Processo de Replicação, pois é a síntese de uma fita de DNA a partir de seu molde (de DNA)

Fita DNA →	A	C	G	T	A	A	T	G	G	G	C	T	A
Fita DNA →	T	G	C	A	T	T	A	C	C	C	G	A	T



Atividade 3

Embora os genomas (conjunto dos genes) de humanos e chimpanzés seja muito semelhante, os dois organismos não o são. Isso pode ser explicado pela diferença na transcrição de genes em cada espécie. No chimpanzé temos conjuntos de genes ativados que não são os mesmos dos humanos.



O que perguntam por aí?

Questão 1 (ENEM 2009)

A figura seguinte representa um modelo de transmissão da informação genética nos sistemas biológicos. No fim do processo, que inclui a replicação, a transcrição e a tradução, há três formas proteicas diferentes, denominadas a, b e c.



Depreende-se que:

a. A única molécula que participa da produção de proteínas é o DNA.

b. O fluxo de informação genética, nos sistemas biológicos, é unidirecional.

c. As fontes de informação ativas durante o processo de transcrição são as proteínas.

d. É possível obter diferentes variantes proteicas a partir de um mesmo produto de transcrição.

e. A molécula de DNA possui forma circular e as demais moléculas possuem forma de fita simples linearizadas.

Gabarito: Letra D

Comentário: O item a está errado, pois ao olharmos o esquema, percebemos que existem duas moléculas: o DNA e o RNA. O item b também está errado. Por muito tempo, acreditou-se que o DNA apenas se replicava ou era transcrito em RNAm, que traduzia o código genético em proteínas. Com a descoberta da enzima transcriptase reversa, ficou esclarecido que é possível sintetizar DNA utilizando RNAm como molde. Isso acontece em alguns vírus. Pela própria visualização do esquema dá para observar essa possibilidade. O erro do item c é que as fontes de informação são os RNAs e não as proteínas. O processo de transcrição consiste na síntese de RNA a partir de um molde de DNA. Já no caso do item e o erro é que o DNA nuclear (que está no núcleo da célula) apresenta-se na forma linearizada. A forma circular do DNA, denominada plasmídeo, é encontrada nas bactérias e nas mitocôndrias.

Questão 2 (ENEM 2011)

Considerando a estrutura da molécula de DNA e a posição das pontes de hidrogênio na mesma, os experimentos realizados por Meselson e Stahl,a respeito da replicação dessa molécula, levaram à conclusão de que:

a. A replicação do DNA é semiconservativa, isto é, a fita dupla filha é recém-sintetizada e o filamento parental é conservado.

b. A replicação do DNA é dispersiva, isto é, as fitas filhas contêm DNA recém-sintetizado e parentais em cada uma das fitas.

c. A replicação é semiconservativa, isto é, as fitas filhas consistem de uma fita parental e uma recém-sintetizada.

d. A replicação do DNA é conservativa, isto é, as fitas filhas consistem de moléculas de DNA parental.

e. A replicação é semiconservativa, isto é, as fitas filhas consistem de uma fita molde e uma fita codificadora.

Gabarito: Letra C

Comentário: A duplicação do DNA é semiconservativa. Durante o processo de replicação, ocorre ruptura das ligações de hidrogênio existentes entre as bases dos dois filamentos da molécula e, junto à cada filamento velho, forma-se um novo filamento. Assim, cada molécula-filha de DNA é formada por um filamento velho e por um filamento recém-sintetizado.

Questão 3 (ENEM 2012)

Observe a sequência de bases nitrogenadas que compõem a porção inicial de um RNA mensageiro, transcrito em uma determinada proteína de uma célula eucariota:

A U G G C U A A A U U A G A C . . . . . .

Nessa proteína, o aminoácido introduzido pelo códon iniciador foi removido durante o processo de síntese.

Admita que uma mutação tenha atingido o códon, correspondente ao aminoácido número 3 da estrutura primária desse polipeptídeo, acarretando a troca de uma base A, na célula original, pela base U, na célula mutante.

A tabela abaixo permite a identificação dos códons dos aminoácidos encontrados tanto na proteína original como na mutante, codificados pelo trecho inicial desse RNA mensageiro:

AMINOÁCIDO	CÓDONS
alanina	GCU, GCC, GCA, GCG
arginina	CGU, CGC, CGA, CGG, AGA, AGG
aspártico	GAU, GAC
fenilalanina	UUU, UUC
leucina	UUA, UUG, CUU, CUC, CUA, CUG
lisina	AAA, AAG
metionina e códon de iniciação	AUG
serina	UCU, UCC, UCA, UCG, AGU, AGC
tirosina	UAU, UAC
triptofano	UGG

Agora, a estrutura primária da proteína mutante tem como terceiro aminoácido:

a. tirosina

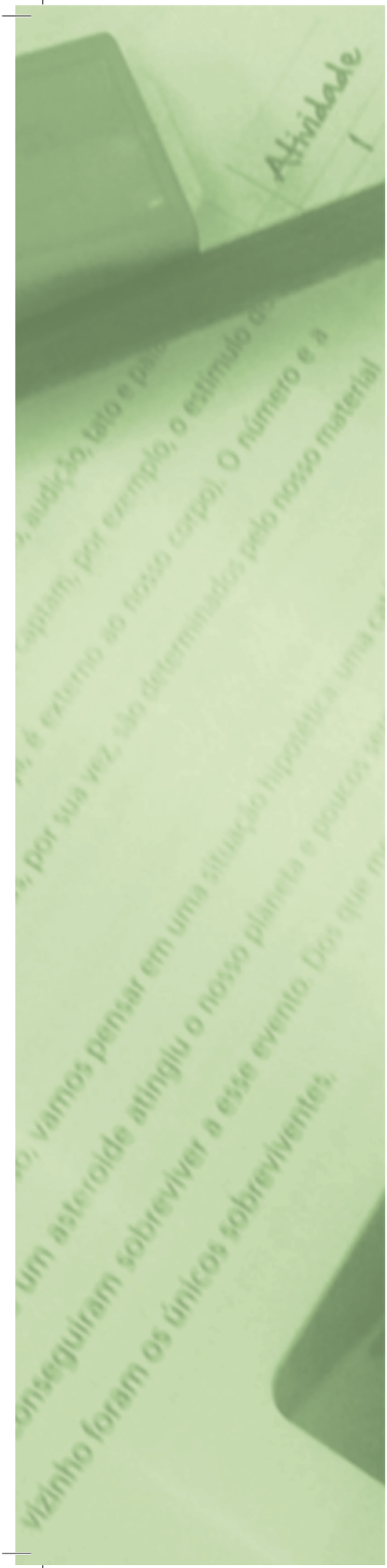
b. leucina

c. triptofano

d. fenilalanina

Gabarito: Letra D

Comentário: Como ocorre a remoção do primeiro aminoácido da cadeia polipeptídica, o terceiro aminoácido da estrutura primária do polipeptídeo em questão é aquele codificado pelo 4º códon, em destaque na sequência acima. Assim, com a substituição do nucleotídeo adenina por uracila, o novo códon será UUU, que codifica o aminoácido fenilalanina.



Um ancestral em comum para todos

Para início de conversa...

Vamos relembrar algumas coisas brevemente. Imagine que um acidente natural pode acontecer e separar indivíduos de uma espécie, dividindo-os em duas populações, isolando-as geograficamente. Caso uma mutação venha a acontecer em uma das populações, ela estará confinada à população em que surgiu.

As mutações, sendo erros na replicação do DNA, serão necessariamente diferentes em ambos os lados. Isso porque essas moléculas, em ambas as populações, nunca irão fazer o mesmo tipo de erro na mesma região do material genético.

Assim, o processo de homogeneização continua em cada população, mas será interrompido entre as duas partes isoladas da espécie ancestral. Essa interrupção, aliada ao surgimento de novas mutações, promoverá a especiação depois de muitas gerações.

Repare que estamos falando de biodiversidade e de mutações ao longo do tempo. Falar em biodiversidade e em tempo significa, necessariamente, falar de evolução. Evolução, assim, é mudança ao longo do tempo. Pode ser mudança de cor, mudança de forma, mudança de textura, de consistência. Enfim, todas as mudanças herdáveis de pais para filhos são mudanças evolutivas, pois serão passadas a todas as gerações futuras, a menos, é claro, que a linhagem mutante seja extinta.

Esta unidade vai finalizar o conteúdo básico sobre o papel do processo evolutivo na geração da diversidade biológica, que é o eixo central deste primeiro módulo de seu estudo.

Objetivos de aprendizagem

- Definir evolução, percebendo seu papel como geradora da biodiversidade;
- Estabelecer as propriedades dos sistemas biológicos;
- Relacionar o processo seleção natural à geração de adaptações;
- Definir e listar aplicações da seleção artificial no cotidiano;
- Relacionar os eventos evolucionistas à hierarquia da biodiversidade e da ancestralidade comum.

Seção 1
Forças evolutivas e mudanças

As forças evolutivas são os processos que promovem a transformação das espécies ao longo do tempo. Tais processos podem modificar rapidamente uma espécie ou podem levar muitos e muitos anos para que uma mudança seja perceptível. Especiação e mutação são dois dos processos que determinam mudanças nos genes de uma população e, portanto, são processos evolutivos.

A evolução biológica é consequência da interação e da combinação de tais processos na diversidade biológica atual. Os processos evolutivos que atuam nas populações irão modificá-las, hoje, tornando-as diferentes no futuro. Assim, podemos dizer que as populações naturais de todas as espécies vivas estão em constante processo evolutivo.

A mutação, por exemplo, é uma força evolutiva muito importante, pois é a que gera variabilidade gênica. Lembra-se dos alelos que determinavam a cor das ervilhas do Mendel? Pois é, o alelo "cor amarela" e o alelo "cor verde" são, hoje, diferentes entre si, mas um deles é o original.

Vamos supor que o alelo amarelo seja o mais antigo. Nesse cenário, o alelo verde apareceu a partir de uma mutação que transformou um alelo amarelo em alelo verde. Com o passar das gerações, a população foi evoluindo e o alelo verde passou a ser mais frequente. Isso não é muito difícil de perceber, afinal você não encontra muitas ervilhas amarelas por aí! Uma população na qual todos os indivíduos são idênticos para uma determinada característica nunca irá evoluir naquela característica. Para a evolução ocorrer, é preciso variação. E não é qualquer tipo de variação, é variação herdável.

Em outras palavras, a evolução é um processo contínuo, e o que vemos de biodiversidade depende do momento da evolução (tempo) dos seres vivos que estamos analisando.

Quer um exemplo? Há aproximadamente 200 milhões de anos, existiram os dinossauros. Hoje em dia, eles não existem mais, pois foram extintos. Essa mudança foi importante, pois a extinção da linhagem dos dinossauros permitiu que a linhagem dos mamíferos se diversificasse.

Estes fabulosos répteis apresentaram os mais diversos formatos, hábitos, tipos de alimentação e dominaram o planeta Terra por muitos anos. A extinção dos dinossauros foi um evento muito importante para a história da vida no planeta e, por isso, muitos estudiosos se dedicaram a isso. Se você é um curioso sobre o tema, indicamos a seguir um vídeo do Discovery Channel (um tanto dramático, mas com informações muito válidas) para você aprender um pouco mais. O vídeo está disponível em: http://goo.gl/QF6jk.

Multimídia

Seção 2

Como erros podem gerar adaptações?

Todos os seres vivos podem ser considerados sistemas biológicos. Para entender essa afirmação, vamos começar com a definição de sistemas, que são conjuntos de partes integradas. Ao conectarmos tais partes, o sistema apresenta propriedades particulares e diferentes das propriedades de cada uma das partes que o formou.

Um carro, por exemplo, é um sistema que possui partes (motor, pneus, volante, porta-mala, tanque de combustível etc.) que, ao serem integradas, fazem com que o carro apresente a propriedade de locomoção que nenhuma das partes isoladas apresenta.



Figura 1: À esquerda, estão carros antigos, à gasolina, com descarga de poluentes para a atmosfera. À direita, está um automóvel moderno, elétrico e não poluente. Apesar de diferentes, todos os carros apresentam a propriedade de locomoção, primordial em um veículo automotor.

Da mesma forma que para entendermos "carros" precisamos pensar em todos os carros ao mesmo tempo, para entendermos "seres vivos" precisamos analisar todos os organismos vivos. Para entendermos o conjunto, precisamos pensar nas características que todas as espécies têm em comum.

Iniciaremos nossos estudos pelas características que todos os seres vivos apresentam. Elas podem ser resumidas no que chamamos de três propriedades básicas:

1. Reprodutibilidade ou reprodução

É ela que promove a imortalidade das características dos seres. Indivíduos são mortais. Eles nascem, crescem, se reproduzem e morrem. No entanto, graças ao processo da reprodução, as suas características passam para os descendentes, permitindo que o material genético que as origina permaneça no ambiente. Sendo assim, podemos dizer que as características biológicas são imortais, pois elas podem ser transmitidas indefinidamente aos descendentes de gerações futuras. Isso acontecerá até a extinção da linhagem, a qual não tem volta e é sempre definitiva.

2. Herdabilidade

A herdabilidade é a razão pela qual gatinhos nascem da reprodução de uma gata e um gato. Peixinhos nascem da reprodução de peixes adultos. Micro-organismos nascem da reprodução de outros micro-organismos. Assim, a herdabilidade é a capacidade de, por meio da reprodução, os pais passarem suas características particulares (e suas adaptações) a seus filhos. Isso se dá pela transmissão de seus genes nos gametas que serão fecundados.

3. Mutabilidade

A mutação é um dos fenômenos importantes quando estudamos a diversidade dos seres vivos. Por serem frutos de erros, seus efeitos no bem- estar do organismo mutante não podem ser previstos. Na realidade, a maior parte das mutações são maléficas ao organismo mutante. Ou seja, ele apresentará menor chance de sobrevivência do que os demais membros da população.

Vamos a um exemplo. Imagine uma população de minhocas que vive em uma mata e que apresentam coloração de corpo "cor de barro". Em um determinado dia, nasce uma minhoca mutante para o gene que determina a cor do corpo. Se a nova coloração for esbranquiçada, amarelada, esverdeada ou azul, a minhoca mutante irá se sobressair no solo, que apresenta a cor de barro. Com uma cor que se sobressaia, o **predador** irá enxergá-la mais facilmente. Ela, portanto, terá menos chance de sobreviver naquele ambiente.

Predador

Animais que se alimentam de outros animais por meio de perseguição e captura.

Aberrante

Aquilo que é muito diferente do que é considerado normal ou comum.

Se a nova coloração for muito **aberrante**, a mutação perder-se-á, pois o mutante será devorado antes de sua reprodução. Assim, dizemos que a nova coloração aberrante do corpo da minhoca é uma mutação maléfica, ou deletéria, pois irá diminuir as chances de sobrevivência do mutante.



Figura 2: Duas minhocas se acasalando. Repare que a cor do corpo delas não sobressai na coloração da terra ao redor, dificultando o predador de enxergá-las. O que você diria se elas tivessem uma coloração branca, azul ou verde?

Então já discutimos as mutações deletérias. Agora, vamos ver como surgem as mutações vantajosas que irão gerar as adaptações das espécies.

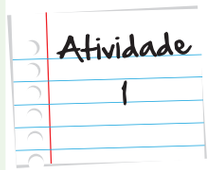
Imagine que uma outra mutação tornasse o corpo da minhoca de coloração ainda mais semelhante à "cor da terra" do ambiente? No caso das minhocas da Figura 2, seria uma mutação para uma coloração marrom-escuro.

Certamente, essa seria uma mutação benéfica para o organismo mutante, pois os predadores teriam mais dificuldades para enxergar esse ser diferente. Assim, a mutação "cor de terra" permaneceria pelas gerações seguintes, pois o indivíduo mutante teria mais chances de sobreviver e de produzir descendentes com a mesma característica vantajosa. Tais descendentes, como o mutante original, seriam menos percebidos por predadores, aumentando as chances de eles próprios sobreviverem. Quando sobrevivem, eles mesmos se reproduzem, passando novamente a mutação para seus descendentes. É dessa maneira, portanto, que o gene mutante se perpetua, ou seja, permanece na população.

Se o gene mutante apresenta vantagens em relação ao original, espera-se que a sua frequência aumente a cada geração. Eventualmente, uma vez que todos os indivíduos apresentem a mutação vantajosa, a mutação vira uma adaptação que será, a partir desse momento, percebida como o original. Mas isso acontecerá até que uma nova mutação vantajosa ocorra e reinicie o processo.

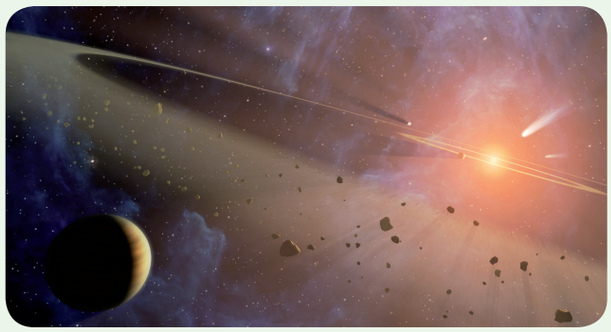
A seleção natural é o nome deste processo pelo qual os variantes de uma população com características favoráveis têm maior chance de sobrevivência e reprodução. A seleção natural seleciona as mutações vantajosas gerando as adaptações nas espécies. Já vimos alguns exemplos de adaptações, como o formato do pé humano, as garras retráteis dos felídeos etc.

BUM!



Nós, humanos, possuímos cinco sentidos: olfato, visão, audição, tato e paladar. Nós só os temos graças às nossas células nervosas, que captam, por exemplo, o estímulo do cheiro, o qual provém do ambiente (ou seja, é externo ao nosso corpo). O número e a capacidade de atuação dessas células, por sua vez, são determinados pelo nosso material genético.

Sabendo disso, vamos pensar em uma situação hipotética: uma catástrofe na Terra! Imagine que um asteroide atingiu o nosso planeta e poucos seres vivos, inclusive humanos, conseguiram sobreviver a esse evento. Dos que moravam em seu bairro, você e seu vizinho foram os únicos sobreviventes.



Bom, é lógico pensar que, nesse caso, não há mais facilidades como as que temos hoje para comprar comida, certo? Então, vocês devem ir à caça de seu alimento. Mas preste atenção: você está sozinho nessa aventura!



Sabendo que o seu olfato vai ajudá-lo bastante em sua caçada e que você possui mais células olfativas do que o seu vizinho, qual dos dois terá maior chance de, em um futuro próximo, encontrar uma sobrevivente fêmea com a qual possa se reproduzir contribuindo para salvar a humanidade da extinção? Justifique a sua resposta relacionando a característica "número de células olfativas" ao processo de seleção natural.

Seção 3
Seleção natural e as nossas adaptações

O processo que gera as adaptações biológicas é a seleção natural. Esta é uma força que atua sobre as variações das populações naturais. Se a população for perfeitamente homogênea, isto é, sem características variadas, a seleção natural não atuará, nem a evolução acontecerá. Para evoluir, é necessário que haja variação herdável.

Bioma

É um conjunto de ambientes semelhantes em sua composição de plantas, animais e relevo da paisagem. A Floresta Amazônia é o maior bioma brasileiro. Temos ainda a Mata Atlântica, o cerrado, a caatinga, o pantanal, os pampas e muitos outros biomas em nosso país.

Entretanto, se existirem diferenças entre os indivíduos e variações nas chances de sobrevivência entre os variantes, a seleção natural irá atuar. Assim, aumentam-se as frequências das características mais úteis para a sobrevivência, que serão as adaptações.

Vamos dar um exemplo de como acontecem as adaptações. Vamos imaginar uma população de tamanduás-bandeira que viviam no Parque Nacional da Serra da Canastra (PNSC), um ambiente típico do **bioma** cerrado, em Minas Gerais.



Figura 3: Serra da Canastra e, ao lado, uma paisagem típica do cerrado, com vegetação rasteira, arbustos e algumas poucas árvores como esse belo Ipê.

O nome científico do tamanduá-bandeira é *Myrmecophaga tridactyla*. Os animais que vivem lá, hoje, conseguiram suas características pela herança dos genes de seus pais, metade da mãe e metade do pai, como todos nós. Nesses genes, certamente estava também o formato do nariz, que é uma das adaptações da espécie para o hábito alimentar dos tamanduás: comer formigas e cupins. A língua **aderente**, fina e comprida é outra adaptação presente em todos os filhotes de tamanduá que nascem hoje. Os cupinzeiros do PNSC são enormes, construídos de barro, e ficam muito duros quando expostos ao sol do cerrado, como mostra a Figura 4.

Aderente

Característica de algo que se liga, se gruda, se une a outro material.

Mas como começou essa adaptação?

As adaptações são sempre mutações. Em 99% dos casos, as mutações não trazem nenhum benefício ao indivíduo (em alguns casos são deletérias, podendo ser prejudiciais a ele). No entanto, algumas mutações dão um diferencial ao indivíduo mutante de modo que ele consiga sobreviver mesmo diante da capacidade limitada do ambiente de sustentar os organismos. Isso é importante, pois, de forma geral, nascem mais filhotes na Natureza do que aqueles que conseguem sobreviver.



Figura 4: Cupinzeiro. A língua fina do tamanduá penetra pelos pequenos poros do cupinzeiro; por ser aderente, ela gruda nos cupins, o que permite levá-los até o interior da boca a fim de se alimentar.

Sendo assim, pensando em um casal de tamanduás, não haverá alimento suficiente, no cerrado, para todos os seus filhotes. Imagine que exista comida apenas para a metade deles. Esse número é denominado *capacidade de suporte do ambiente*; e é importante que você saiba que cada ambiente possui a sua capacidade de suporte. Assim, de cada quatro filhotes de tamanduá que nascem, dois morrem e dois sobrevivem, pois só existe comida para dois filhotes (por casal) naquele ambiente.

Qual será a melhor característica para sobreviver no cerrado? Será que o mais alto sempre sobrevive, pois consegue enxergar o predador mais longe? Ou será que sempre é o mais gordo, com maiores reservas de energia para usá-las em caso de falta de alimento? Ou será que é o que enxerga melhor, pois consegue achar comida mais facilmente? Ou o mais rápido tem sempre mais chances de sobreviver, pois escapa facilmente de seus predadores?

Todas essas hipóteses são válidas! Em um ambiente, uma delas pode ser a mais importante, e em outro ambiente outra irá determinar a sobrevivência. Além disso, em um mesmo ambiente, pode ser que mude o clima ou o relevo da paisagem (como consequência de um terremoto, por exemplo) e, a partir dessa mudança, a característica determinante será outra.

É sempre a partir de condições do presente que a seleção natural atua. Assim, nada é selecionado "para uso futuro". As características determinantes na sobrevivência dos indivíduos, nesse exato momento em que você lê esta página, serão selecionadas para a sobrevivência e reprodução.

No exemplo dos tamanduás, colocamos que o número de filhotes produzidos é o dobro da capacidade de suporte do ambiente. Assim, vamos imaginar que um casal tenha produzido quatro filhotes, sendo que um deles era um filhote mutante. A mutação desse filhote é vantajosa, pois esse filhote apresentaria um focinho mais fino capaz de inseri-lo em cupinzeiros.



Figura 5: Tamanduá-bandeira (*Myrmecophaga tridactyla*) mostrando o focinho comprido, uma adaptação para o hábito de se alimentar de formigas e cupins.

Com o focinho mais fino, o filhote mutante teria mais oportunidades de conseguir alimento. Um filhote melhor alimentado seria um filhote com mais chances de ser um dos dois que sobreviveria. Repare que, se ele sobreviver, ele passará suas características, incluindo o focinho fino, a seus próprios filhotes. A transmissão dessa característica seria pela passagem dos genes que os filhotes irão herdar. Estes, por sua vez, passariam a adaptação para seus descendentes, que também iriam apresentar maiores chances de sobrevivência do que os outros membros da espécie.

Assim, a característica focinho fino, ao final de várias gerações, estaria presente em todos os indivíduos e representaria uma adaptação da espécie. A partir desse momento, o focinho típico da espécie seria o fino, ilustrado, por exemplo, na descrição dessa espécie de tamanduá. A sobrevivência é, portanto, diferencial, e as pequenas particularidades de cada indivíduo irão influenciar a sua capacidade de sobrevivência. Se sobreviver, o mutante passará tais características modificadas a seus descendentes, gerando diversidade biológica.

Seleção natural também é, portanto, a sobrevivência diferencial de variantes.

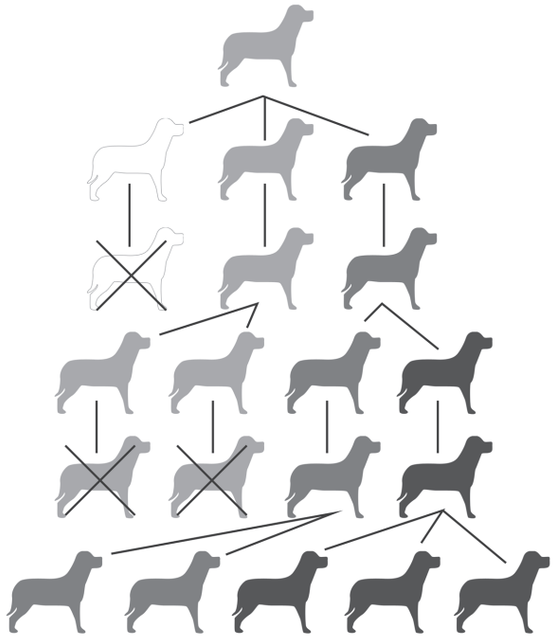
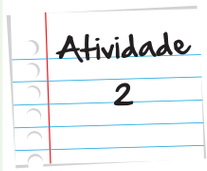


Figura 6: Esquema que representa a seleção de variantes de uma espécie ao longo das gerações. Repare que, na segunda geração, já podemos encontrar três variantes na população. Nesse ambiente, a seleção natural está selecionando indivíduos de coloração mais escura. Estes sobrevivem e deixam mais filhotes com suas próprias características selecionadas. Na última geração, filhotes claros já foram eliminados da população por seleção natural.

Bactérias e doenças



As bactérias são agentes que podem ser causadores de uma série de doenças em vários seres vivos, incluindo nós, seres humanos.

No início do século XX, Alexander Flemming, um médico escocês, descobriu que uma substância extraída de fungos poderia acabar com uma infecção por bactérias em um paciente doente. Era a descoberta da penicilina, primeiro antibiótico da história da medicina!

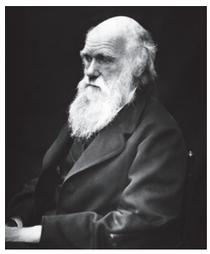
Hoje em dia existem, além da penicilina, vários tipos de antibióticos, para tratar diversas doenças causadas por micro-organismos que acometem os seres humanos e os animais que os cercam.

Ora, se já foram descobertas substâncias capazes de matar bactérias, como ainda temos doenças causadas por esse tipo de micro-organismo?

Seção 4
Darwin e a seleção natural

Charles Darwin nasceu em 12 de fevereiro de 1809, na Inglaterra. Ele ficou famoso não por ter sido o primeiro cientista a propor que as espécies evoluem. Darwin ganhou fama ao propor um processo pelo qual as espécies evoluem e se adaptam a seus ambientes. Foi ele, portanto, quem propôs o mecanismo de seleção natural descrito anteriormente.

Multimídia



Charles Darwin é um dos mais importantes personagens da história da Ciência. Saiba um pouco sobre o motivo acessando http://educacao.uol.com.br/biografias/charles-robert-darwin.jhtm.

Darwin pensava que deveria existir um mecanismo que impedisse as centenas de filhotes que um único casal de sapos produz, ao longo de sua vida, de sobreviver. Se apenas um casal dá origem a centenas de filhotes, e todos os casais produziriam outras centenas de filhotes de sapos, era para estarmos atolados em filhotes de sapos em todos os cantos do planeta!

O ponto central da teoria de Darwin era: mais filhotes são gerados do que aqueles que conseguem sobreviver em um determinado ambiente. Assim, os filhotes irão naturalmente competir para garantir a própria sobrevivência. Se existe uma competição natural, apenas os filhotes que apresentam as melhores características conseguem sobreviver. Ao sobreviverem, eles se reproduzem e passam as melhores características para seus descendentes. Na próxima geração, as melhores características estarão em maior frequência. Assim por diante, até a **fixação** do variante adaptativo.

Fixação

Uma característica atinge a fixação (ou é fixada) quando todos os indivíduos da população a apresentam. Isso só acontece depois de muitas gerações a partir do aparecimento da característica.

Darwin sabia que uma teoria que sugerisse que humanos são descendentes de um ancestral em comum com outras espécies de seres vivos não seria prontamente aceita. Assim, ele passou 30 anos coletando muitas evidências da evolução por seleção natural. No alto das montanhas dos Andes, por exemplo, ele encontrou **fósseis** de organismos marinhos já extintos. Isso deu uma pista de que o relevo sofre mudanças drásticas que podem afetar a vida dos seres vivos no local.

Montanhas, ambientes marinhos, vales, desertos... Foram as mutações e a evolução que possibilitaram a ocupação dos diversos ambientes do planeta.



Tantos anos de estudo resultaram em um apanhado tão grande de informações que ele conseguiu um feito que outros, antes dele, tinham tentado e não conseguiram. Ele convenceu a comunidade acadêmica do processo que gerou toda a diversidade biológica, incluindo os humanos: a evolução por seleção natural associada a eventos de especiação.

Antes de a teoria da evolução ser construída e contar com elementos da observação sistematizada da realidade (pesquisas científicas) para corroborá-la, havia uma ideia de fixismo: os seres haviam sido criados da forma como são - eles sempre foram e sempre vão ser do jeito que os conhecemos. A ideia de evolução dos seres que hoje nos é tão natural, não o foi por muito tempo.

Embora Charles Darwin tenha feito as contribuições mais conclusivas para entendermos e corroborarmos o processo evolutivo, ele não foi o único a tentar explicar esse evento. Antes dele, um botânico francês chamado Lamarck fez observações sobre a evolução dos seres vivos, que significaram uma etapa importante na construção deste conceito. O próprio Darwin, inclusive, contou com o apoio de um jovem naturalista chamado Wallace para a comprovação de suas ideias, fruto de 20 anos de observações.

Em provas como o ENEM, ainda é muito comum se confrontar as ideias de Darwin e Lamarck. Por isso, indicamos a seguir um link para você conhecer as ideias do segundo: http://cienciahoje.uol.com.br/revista-ch/2011/285/lamarck-fatos-e-boatos/



Seção 5
Seleção artificial

Achou complicado o processo de seleção natural? Então vamos facilitar trazendo o conteúdo da unidade para o nosso cotidiano.

A seleção natural é um processo no qual o ambiente seleciona os organismos com as melhores características para sobreviver e se reproduzir, aumentando a frequência dessa característica na próxima geração.

Fazendeiros, agricultores e criadores usam um processo semelhante ao da seleção natural, a *seleção artificial*.

Na seleção artificial, o processo é semelhante ao da seleção natural, mas é mediado pelo ser humano e não mais pelo ambiente. Todos os princípios são idênticos entre os processos. Entretanto, é o ser humano que seleciona os organismos de determinada espécie com as melhores características para se reproduzirem, aumentando a frequência dessas melhores características na população.

No caso de fazendeiros e agricultores, as melhores características, claro, são as que dão maiores lucros. Ou seja, geralmente aquelas que aumentam o tamanho melhoram o sabor e a aparência ou aumentam o valor nutricional dos alimentos (plantas e animais) que consumimos diariamente.

Na Figura 7, você vê variações de tipos de cenouras, obtidos pela manipulação das plantações pelos agricultores. Outro exemplo de vegetal que comemos e que apresenta grandes variações (e não só a coloração) é o repolho.



Figura 7: Cenouras têm cor de laranja, certo? Certo e errado. Olhe para esta foto! Certo dia, um fazendeiro percebeu que tinha plantas que produziam cenouras mais escuras. Ele cruzou duas plantas dessas e começou a produzir variedades de cenouras mais escuras ainda. E deu certo! Suas vendas multiplicaram e ele continuou testando novas cores de cenoura e feijões, formatos de abóboras etc.

O nome científico do repolho é *Brassica oleracea*. O interessante do repolho é que ele compartilha o mesmo nome científico com a couve-flor, com a couve-de-Bruxelas e até mesmo com o brócolis. Estranho, não é? Essas verduras são tão diferentes e pertencem a mesma espécie? É difícil de acreditar. Não encontramos apenas indivíduos muito semelhantes dentro de uma espécie? Como isso acontece, então?

Na realidade, tais verduras são variedades diferentes de uma mesma espécie que foram impedidas de se cruzar. Tal impedimento não se deu por incompatibilidade reprodutiva do material genético, mas sim porque os agricultores não permitiram a reprodução entre as variedades. Longe das fazendas, não existe repolho, nem couve-flor, nem couve-de-Bruxelas, só uma mostarda selvagem pouco usada em cozinha.

Durante muitos anos, os agricultores selecionam as plantas que apresentam os indivíduos com as mutações que dão mais lucros, aumentando a qualidade ou a quantidade do produto comercializado. Assim, as variedades de *B. oleracea* foram selecionadas artificialmente pelos agricultores para aumentar o tamanho da flor (como a couve-flor e o brócolis) ou o número de brotos laterais (couve-de-Bruxelas). Com o passar das gerações, os agricultores não permitiam o cruzamento entre as variedades e, portanto, essas não se homogeneizavam, como o fazem as espécies naturais. Dessa forma, acabou acontecendo, nas fazendas, uma diferenciação real e comercialmente importante por seleção artificial.



Figura 8: Foto ilustrando uma horta com as diferentes variedades de *Brassica oleracea*.

Cruzando duas plantas com flores grandes, por exemplo, eles conseguiam produzir plantas que, quando crescessem, dariam flores ainda maiores. Percebendo o potencial dessas novas variedades, os fazendeiros trataram de promover o cultivo, evitando o cruzamento entre elas. Como o tamanho da flor é uma característica herdável, com o passar das gerações, os cruzamentos selecionados a cada geração deram origem a plantas com flores maiores e maiores, até que surgiu a couve-flor.

Isso é o que chamamos *melhoramento genético por seleção artificial.*

Árvores frutíferas também são resultado de um processo de seleção artificial pelos fazendeiros. Em uma fazenda, como a área que pode ser plantada é limitada, assim como o dinheiro para comprar **adubos** e **agrotóxicos**, o fazendeiro terá de escolher em quais plantas irá gastar seu tempo e dinheiro. Ele, naturalmente, dará preferência ao plantio das sementes das árvores que apresentarão frutos maiores, mais doces e mais suculentos em sua próxima **safra**.

Em fazendas de gado leiteiro, também acontece a seleção artificial. As vacas leiteiras também passam por melhoramento animal para fins de maior produção de leite. Nesse sentido, as vacas que apresentam a mutação "maior produção de leite" são escolhidas para a melhor alimentação e para a reprodução. Selecionando essas vacas para reproduzir mais do que as outras, os fazendeiros aumentam o lucro da fazenda, pois aumentam a produção de leite.

Como você pode ver, incontáveis exemplos do poder da seleção artificial estão em nosso cotidiano. Entretanto, o mais incrível deles é o das raças de cachorro.

Todos os cachorros são membros de uma única espécie biológica, denominada *Canis familiaris*. Cada uma das diferentes raças de cachorros foi selecionada artificialmente, a partir de linhagens antigas de lobos. Os lobos, hoje, são membros de uma outra espécie, denominada *Canis lupus*, mas há milhares de anos só havia *Canis lupus*.

Adubo

Forma-se a partir de resíduos animais ou vegetais, ou também de produtos minerais ou químicos. É misturado à terra para fertilizá-la ou regenerá-la.

Agrotóxicos

Produto químico ou biológico usado na prevenção ou no extermínio de pragas (seres vivos que se utilizam dos vegetais e animais cultivados) e doenças das culturas agrícolas.

Safra

O mesmo que colheita.

Os cachorros, ou melhor dizendo, os lobos foram os primeiros animais a serem domesticados pelo ser humano, há cerca de 15 mil anos. Esses lobos foram selecionados, em um primeiro momento, para serem mais dóceis e menos agressivos que os lobos normalmente são. Aos poucos, os lobos domesticados foram se transformando nos animais que chamamos de cachorros. Seria como dizer que o tata... (muitos ta)...tataravô do cachorro era um lobo.

Sistematas

São pesquisadores que se dedicam à Sistemática, parte da Biologia responsável por identificar, descrever e nomear espécies e associar tais nomes a ramos em uma árvore filogenética. A Sistemática une a Taxonomia às árvores filogenéticas. O ponto central é que, quanto mais recente o ancestral comum de dois grupos de organismos, mais grupamentos sistemáticos (taxonômicos) eles devem compartilhar.

Essa história é tão bem estabelecida e as duas espécies são tão semelhantes geneticamente que a tendência entre os **sistematas** é chamar o cachorro de *Canis lupus familiaris*. Com isso, os pesquisadores colocam claramente que o cachorro faz parte da mesma espécie biológica do lobo. Esse ponto fica evidente, pois cachorros e lobos têm a capacidade de se cruzar, gerando filhotes férteis. Assim, para alguns cientistas, eles pertencem à mesma espécie, mas apresentam ainda variedades, raças diferentes.

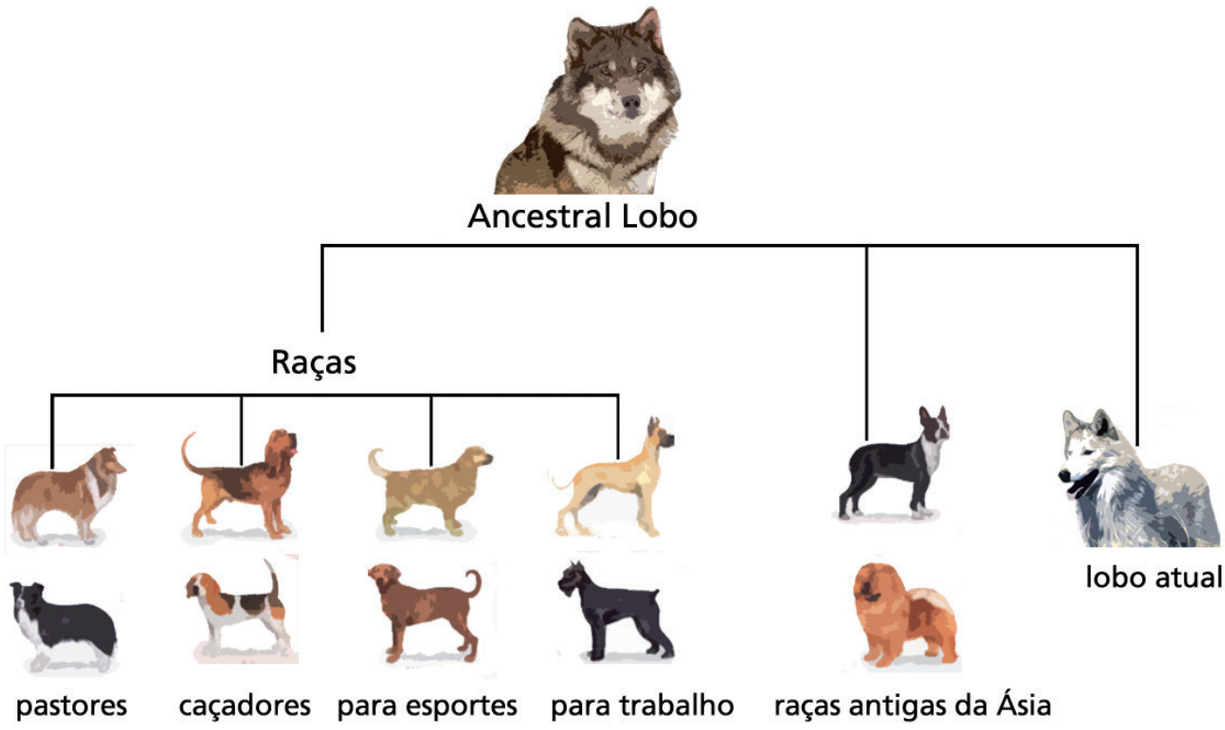


Figura 9: Uma árvore genealógica simplificada mostrando a história das raças de cachorros e lobos. Repare que o lobo ancestral deu origem às diferentes raças de cachorro e também deu origem ao lobo moderno. Cachorros e lobos modernos possuem um ancestral comum muito recente, o lobo ancestral.

Repare que uma árvore genealógica mostra a história de linhagens em uma espécie, nesse caso *Canis lupus*. Mas, se incluirmos linhagens anteriores, vai chegar um momento em que iremos incluir outras espécies. Nesse ponto, iremos nos referir a ela como uma árvore filogenética.

Na árvore filogenética, as linhagens de mais de uma espécie são retratadas e, portanto, também estão representados os eventos de especiação. Esse não é o caso anterior. Uma árvore filogenética mostra as relações de ancestralidade compartilhadas pelas espécies. Como todas as características são passadas dos ancestrais para os descendentes por meio das linhagens, se soubermos quais são as linhagens e qual a sua ancestralidade, poderemos ter ideia do número de características compartilhadas entre diferentes grupos de organismos.

A origem da novidade evolutiva (das mutações) é um evento que ocorre ao acaso, mas a distribuição das novidades pelas espécies não é aleatória. Se assim fosse, seria impossível estudar Biologia. A distribuição das características está sempre restrita às linhagens descendentes do indivíduo mutante para aquela característica.

Seção 6
Para dar uma pausa nossa conversa...

Chegamos aqui ao final deste primeiro módulo de Biologia. A ideia geral deste módulo era de que você começasse a olhar ao seu redor e percebesse o quanto de conhecimento foi construído e acumulado sobre as coisas da Natureza ao longo da história da Vida na Terra. Por isso, partindo do que você vê, começamos a apresentar como a ciência vem construindo explicações para diversos fenômenos e o ponto em que estamos desse saber.

Falamos aqui de DNA, RNA, proteína e tudo isso voltará no próximo módulo, quando esse mundo microscópio das células e seus componentes e de uma série de processos que explicam como a vida funciona serão abordados. É um maravilhoso mundo coordenado e organizado de coisas que não vemos – e nem imaginamos que existem - e que possibilitam explicar muitas das coisas que vemos! Até breve!

Resumo

- Evolução pode ser definida como mudança nos genes ao longo do tempo.
- Mudanças evolutivas modificam características herdáveis, visíveis ou não, das espécies ao longo do tempo.
- As três propriedades dos sistemas biológicos compartilhadas por todos os organismos são reprodutibilidade, herdabilidade e mutabilidade.

- A reprodutibilidade é a capacidade de se reproduzir. A reprodução gera organismos semelhantes aos parentais (herdabilidade), mas que podem diferir de seus pais devido a erros da duplicação do material genético (mutabilidade).
- A maior parte das mutações é deletéria, mas geralmente não as vemos, pois os organismos morrem antes de nascer.
- Uma pequena fração das mutações é adaptativa, ou seja, trazem ao organismo mutante uma vantagem em relação aos outros organismos da população. Indivíduos com mutações vantajosas terão mais chance de sobrevivência. Como eles conseguem sobreviver, eles também terão mais chances de se reproduzir e de passar tais características vantajosas a seus descendentes, que também apresentarão vantagem.
- Ao reproduzir, a mutação vantajosa aumentará de frequência na segunda geração, pois estará presente em todos os filhotes do mutante. Tais filhotes também terão maior chance de sobrevivência e de reprodução, aumentando ainda mais a frequência do gene mutante na terceira geração.
- O processo evolutivo que gera adaptações é denominado seleção natural.
- A seleção natural é a probabilidade diferencial de sobrevivência e reprodução de variantes em uma população.
- Um processo semelhante mediado pelo ser humano acontece no melhoramento vegetal ou animal em fazendas, denominado seleção artificial.
- A história da vida na Terra reflete uma hierarquia de similaridade nas características morfológicas que reflete, por sua vez, uma história evolutiva compartilhada. Espécies com mais características semelhantes pertencem aos mesmos grupamentos sistemáticos, com um ancestral em comum mais recente. Espécies com menos características semelhantes pertencem a grupamentos diferentes. O ancestral comum entre elas viveu há mais tempo.

Veja Ainda

- Até a publicação da sua famosa teoria, Darwin passou por difíceis momentos, alguns dos quais você pode conhecer nessa pequena reportagem: http://goo.gl/6NwAj
- Há uma revista científica que expõe muitas pesquisas recentes sobre, inclusive, a evolução dos seres vivos. Em nossa unidade, falamos um pouco sobre a proximidade genética de cães e lobos. Eis aqui mais uma prova: http://goo.gl/f7gHC

- O relojoeiro cego, um livro excelente de Richard Dawkins, discute a questão da seleção natural como fundamental para a evolução das espécies. Disponível nas livrarias!

Bibliografia consultada

Futuyama, Douglas. **Biologia Evolutiva**. Editora Sinauer. 3ª edição, 1998

Mello, B. & Russo, C.A.M. Informação biológica, filogenias e previsibilidade. In: **Genética na Escola**, 06-01; 42-44, 2011.

Ridley, Mark . **Evolução**. Editora Blackwell 3ª edição. Editado no Brasil por Artmed, 2003

Russo, C.A.M. & Voloch, C.M. Nosso lugar na diversidade biológica. In: **Ciência Hoje**, v. 261, p. 44-49, 2009.

Imagens


- André Guimarães


- http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Carro-antigos-na-paulista-001-300.jpg


- http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Nissan_Leaf_aan_Amsterdamse_laadpaal.jpg


- http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Mating_earthworms.jpg


- http://www.flickr.com/photos/28634332@N05/5099713438/ - NASA's Marshall Space Flight Center


- http://pt.wikipedia.org/wiki/Ficheiro:Ipe_detail.jpg


- http://en.wikipedia.org/wiki/File:Serra_da_Canastra.jpg


- http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Termite_mound-Tanzania.jpg


- http://commons.wikimedia.org/wiki/User:Malene

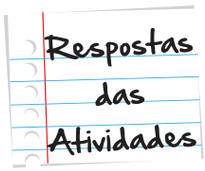

- http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/3/3c/Charles_Darwin_01.jpg



- http://en.wikipedia.org/wiki/Wikipedia:Featured_picture_candidates/Carrots_of_many_colors.jpg



- http://en.wikipedia.org/wiki/File:Brassica-garden.jpg

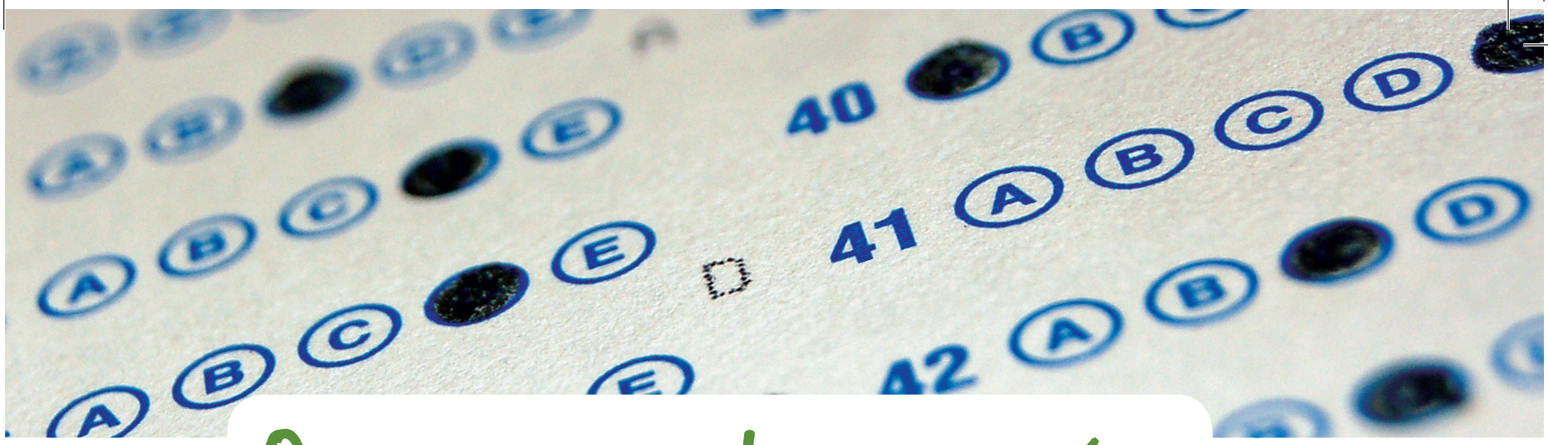


Atividade 1

Como você tem mais células olfativas do que seu vizinho, terá mais chances de perceber de longe a presença de uma fêmea antes do vizinho. Assim, eu terá uma chance maior de conhecê-la primeiro, e quem sabe contribuir para o futuro da humanidade, pois seus filhos herdarão tal característica também.

Atividade 2

As bactérias que eram vulneráveis aos antibióticos mais usados, como a penicilina, por exemplo, já foram eliminadas há muitas décadas. Entretanto, dentro da grande diversidade de bactérias, algumas poucas apresentavam material genético modificado para a resistência a tais antibióticos. Estas variedade foram naturalmente sendo selecionadas, pois não morriam com a aplicação dos antibióticos. Ao se reproduzirem, essas variedades perpetuavam tais genes, ao passá-los para seus descendentes.



O que perguntam por aí

Questão 1 (ENEM 2005)

As cobras estão entre os animais peçonhentos que mais causam acidentes no Brasil, principalmente na área rural. As cascavéis (*Crotalus*), apesar de extremamente venenosas, são cobras que, em relação a outras espécies, causam poucos acidentes em humanos. Isso se deve ao ruído de seu "chocalho", que faz com que suas vítimas percebam sua presença e as evitem. Esses animais só atacam os seres humanos para sua defesa e se alimentam de pequenos roedores e aves. Apesar disso, elas têm sido caçadas continuamente, por serem facilmente detectadas.

Ultimamente os cientistas observaram que essas cobras têm ficado mais silenciosas, o que passa a ser um problema, pois, se as pessoas não as percebem, aumentam os riscos de acidentes.

A explicação darwinista para o fato de a cascavel estar ficando mais silenciosa é que:

a. A necessidade de não ser descoberta e morta mudou seu comportamento.

b. As alterações no seu código genético surgiram para aperfeiçoá-la.

c. As mutações sucessivas foram acontecendo para que ela pudesse adaptar-se.

d. As variedades mais silenciosas foram selecionadas positivamente.

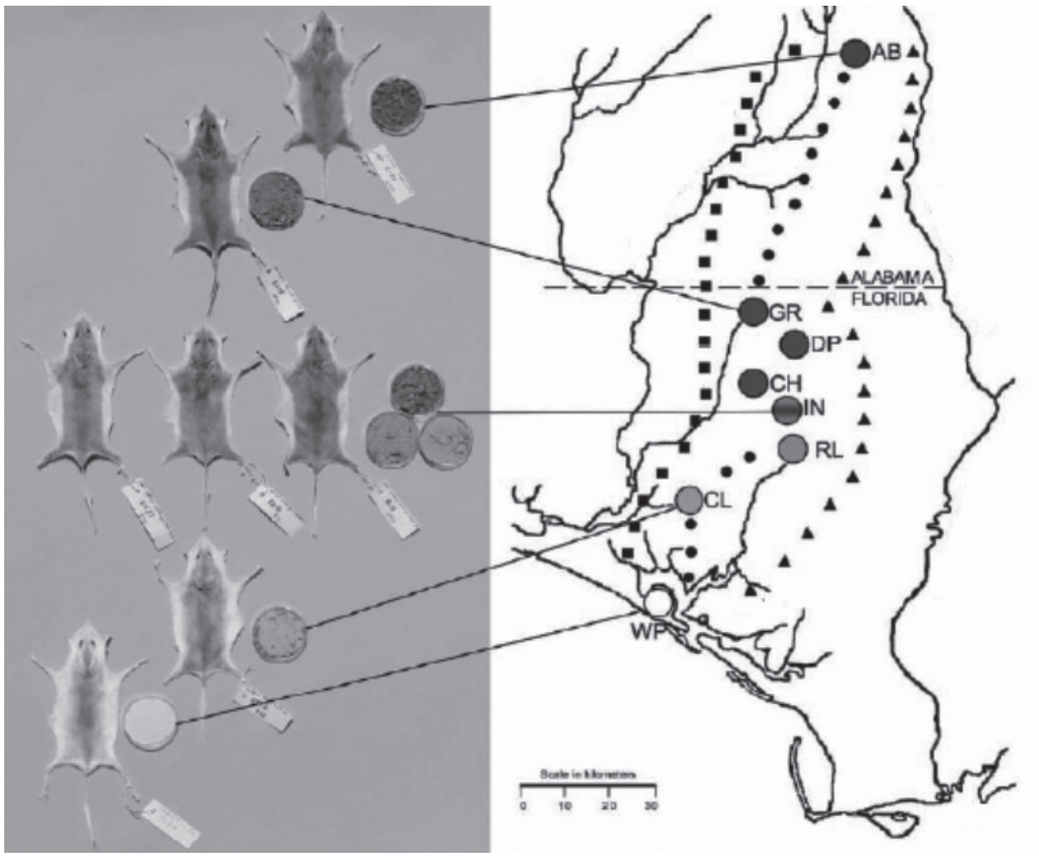
e. As variedades sofreram mutações para se adaptarem à presença de seres humanos.

Gabarito: Letra D.

Comentário: Nesse caso, a cobra não aprendeu e mudou o comportamento. Apenas as cobras que não apresentavam um chocalho com tanto ruído conseguiram sobreviver mais facilmente, pois não eram vistas pelos humanos.

Questão 2 (ENEM 2009)

Os ratos *Peromyscus polionotus* encontram-se distribuídos em ampla região na América do Norte. A pelagem de ratos dessa espécie varia do marrom- claro até o escuro, sendo que os ratos de uma mesma população têm coloração muito semelhante. Em geral, a coloração da pelagem também é muito parecida com a cor do solo da região em que se encontram, que também apresenta a mesma variação de cor, distribuída ao longo de um gradiente sul-norte. Na figura, encontram-se representadas sete diferentes populações de *P. polionotus*. Cada população é representada pela pelagem do rato, por uma amostra de solo e por sua posição geográfica no mapa.



MULLEN, L. M.; HOEKSTRA, H. E. Natural selection along an environmental gradient: a classic cline in mouse pigmentation. Evolution, 2008.

O mecanismo evolutivo envolvido na associação entre cores de pelagem e de substrato é:

a. A alimentação, pois pigmentos de terra são absorvidos e alteram a cor da pelagem dos roedores.

b. O fluxo gênico entre as diferentes populações, que mantêm constante a grande diversidade interpopulacional.

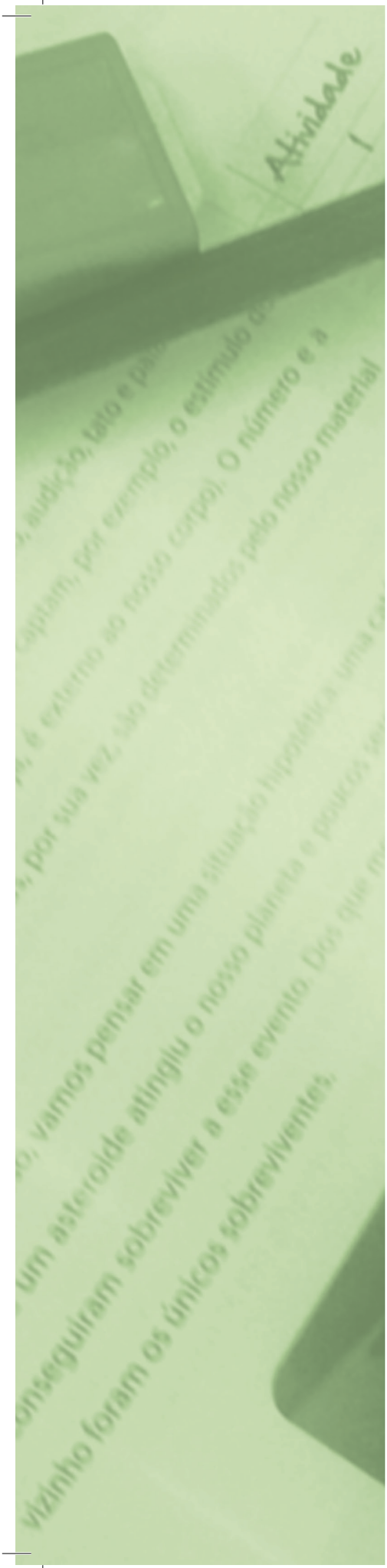
c. A seleção natural, que, nesse caso, poderia ser entendida como a sobrevivência diferenciada de indivíduos com características distintas.

d. A mutação genética, que, em certos ambientes, como os de solo mais escuro, tem maior ocorrência e capacidade de alterar significativamente a cor da pelagem dos animais.

e. A herança de caracteres adquiridos, capacidade de organismos se adaptarem a diferentes ambientes e transmitirem suas características genéticas aos descendentes.

Gabarito: Letra C.

Comentário: Sim, os roedores foram selecionados naturalmente, pois indivíduos de pelagem semelhante à cor do solo eram menos percebidos por predadores e conseguiam sobreviver e se reproduzir, passando tais genes a seus descendentes.



O que é ciência, notação científica e unidades

Para início de conversa...

Muito provavelmente você já se perguntou, à noite olhando para o céu, quantas estrelas existem. Você já imaginou a distância que elas estão? Sabemos que existem o sol, os planetas, as estrelas, as galáxias, todos bem distantes de nós. A contemplação do céu desperta muitas questões. Ficamos imaginando qual a fronteira do "infinitamente grande". Até onde podemos imaginar? Até onde o mundo do "muito longe" vai?

O mais interessante é que tem outra direção que nos leva a outro mundo igualmente fascinante: o do "muito pequeno". Imagine que você pudesse mergulhar numa gota d'agua sobre uma folha e fosse diminuindo cada vez mais de tamanho... Você veria um mundo igualmente interessante, repleto de bactérias, vírus, moléculas, átomos, cada um deles menor do que o outro e numa sucessão que parece não ter fim.

Embora os nossos olhos sejam ferramentas excelentes, não podemos obter detalhes dos dois mundos que discutimos apenas com os olhos. Precisamos de aparelhos que aumentem o poder da nossa visão. Os cientistas conseguem ver o "muito longe" com os telescópios e o "muito pequeno" com os microscópios. Veja as figuras 1 e 2 como exemplos desses dois mundos.





Figuras 1 e 2: Veja quantos detalhes podemos perceber, por exemplo, na imagem de uma formiga obtida com um microscópio eletrônico de varredura (esquerda) . A direita você pode ver a foto da galáxia Andrômeda obtida pelo telescópio espacial Hubble (retirada de http://hubblesite.org). Ela é a galáxia espiral mais próxima da nossa e ainda assim a luz leva dois milhões e meio de anos para chegar à Terra. Ela contêm cerca de um trilhão de estrelas... Quanto é um milhão e um trilhão? Veremos em breve!

Além desses dois extremos, temos tudo o que nos rodeia e o que nos é mais familiar: carros, computadores, luz elétrica, geladeira... Todo esse aparato tecnológico da nossa civilização funciona baseado nas mesmas leis que fazem a Terra girar em torno do Sol e que fazem as estrelas brilharem.

A física é a mais básica das ciências. Ela lida com o comportamento e a estrutura da matéria. Aqui, matéria quer dizer tudo que nos cerca, incluindo luz, ar e tudo o que está contido no Universo.

Nesta unidade discutiremos brevemente o que é ciência e como é possível conhecer as leis que regem a natureza. Aprenderemos a notação científica e apresentaremos o sistema internacional de unidades.

Objetivos de aprendizagem

- Identificar ciência e o que se denomina o método científico;
- Empregar a notação científica e estimar ordens de grandeza;
- Utilizar as unidades do sistema internacional.

Seção 1
O que é ciência

Podemos afirmar que o principal objetivo de todas as ciências, incluindo a física, consiste na procura de ordem, de padrões, de relações no interior de um dado sistema em estudo. Esse sistema pode ser o sistema solar, no qual existem regularidades nos movimentos dos planetas, pode ser um lago, no qual se estuda as interações entre as várias espécies de peixes e outros animais, pode ser o desempenho da economia de um dado país etc.

Ciência é uma forma sistemática, organizada de obtenção de conhecimento sobre o Universo. Esse conhecimento é condensado e refinado na forma de leis e teorias que podem ser testadas e comparadas com os experimentos. Os resultados são refeitos, reexaminados de forma independente por outros cientistas e as leis e teorias são aperfeiçoadas. Observe que não se trata de simples coleta de dados (informações). É necessário imaginação e criatividade para selecionar o que realmente é importante.

Os cientistas se vêem frequentemente forçados a abandonar ou modificar suas convicções sobre algum aspecto da realidade, embora nem sempre isso seja fácil. Tomemos um exemplo simples, o movimento de um bloco de madeira em cima de uma mesa, ao qual se dá um pequeno empurrão de leve de modo que ele se mova sobre a mesa. Ele vai escorregar um pouco sobre a mesa e parar.

Aristóteles, um filósofo grego do século 3 antes de Cristo, concluiu a partir desse simples fato que o estado natural de um corpo (o bloco neste caso) é o estado de repouso. Galileu, um físico italiano do século 16 depois de Cristo, imaginou (e realmente fez vários experimentos) o que aconteceria se a superfície da mesa fosse muito lisa, como se tivesse coberta por um óleo muito escorregadio. O bloco iria escorregar muito mais na mesa. Isso, argumentava Galileu, deve-se à diminuição do atrito entre o bloco e a mesa quando o óleo é espalhado na superfície. Se a mesa for realmente muito lisa, de modo que não haja atrito, o bloco deslizaria para sempre (supondo uma mesa sem fim). Galileu concluiu que o movimento é um estado tão natural quanto o repouso.

Observe que ele não conseguiu eliminar totalmente o atrito nos experimentos, mas foi uma conclusão lógica. O atrito está presente em qualquer sistema mecânico com partes móveis, mas muitas vezes podemos ignorá-lo em primeira aproximação. Com essa nova abordagem para o movimento, Galileu iniciou a moderna concepção de movimento que nós estudamos até hoje.

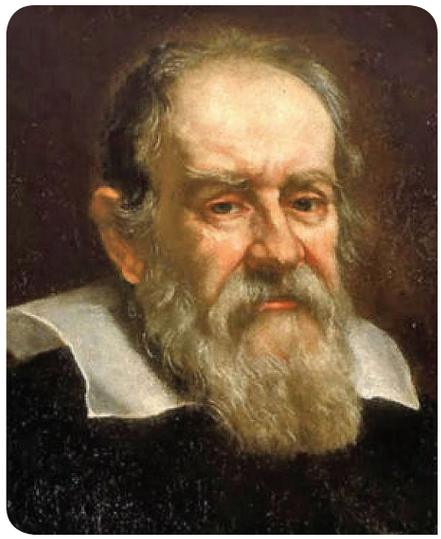


Figura 2: Galileu Galilei.

A ciência faz com que percebamos o mundo de forma mais interessante, mais rica e, de certa forma, mais próxima da realidade. Por exemplo, os antigos gregos acreditavam que o Sol era uma carroça puxada por um deus chamado Hélio. O primeiro a oferecer uma explicação mais próxima do que sabemos do Sol hoje foi Anaxágoras, um filósofo do quinto século antes de Cristo. Ele supôs que o Sol fosse uma bola de metal incandescente e por isso foi processado por ofender as crenças religiosas de sua época. Hoje ninguém acharia razoável pensar no Sol como uma carroça e a nossa concepção do Sol é bem mais próxima da de Anaxágoras.



Figura 3: Anaxágoras foi processado por pensar de forma diferente das crenças de sua época, quando se achava que o sol podia ser representado por um deus. Com o avanço da ciência, algumas crenças foram caindo para dar lugar a explicações mais próximas da realidade.

Na realidade, existe muito debate hoje sobre o que é ciência. Sem dúvida há muitas formas de se conhecer a natureza. Todos os povos desenvolveram algum tipo de conhecimento técnico que os possibilitou construir habitações, caçar, construir calendários etc. Mas o que habitualmente é chamado ciência é um tipo de conhecimento mais específico. Uma fração considerável dos cientistas e professores diria que a ciência (no sentido usual do termo) se apoia fortemente nas seguintes ideias:

1. A ciência é uma tentativa de descrever o mundo real, ou seja, o mundo que existe independentemente do pensamento humano. Dentre as várias descrições possíveis desse mundo existe uma que é a melhor dentre elas.

2. Uma teoria científica se aplica universalmente, em todos os tempos e lugares. Assim, a mesma teoria que descreve o movimento do bloco numa mesa na Terra também descreveria o movimento de um bloco numa mesa em Marte.

3. A ciência em si mesma é neutra, do ponto de vista moral. Um exemplo seria a dinamite: ela pode ser utilizada por um terrorista e causar muito mal à humanidade, mas também pode ser utilizada para construir um túnel ou na prospecção de petróleo que vai melhorar uma determinada comunidade ou país. Nesse sentido, devemos distinguir entre a ciência, ela mesma, e a sua utilização pelas pessoas e pelos governos.

4. É possível que existam várias teorias distintas sobre o mesmo sistema ou objeto em estudo. Mas a tendência é que essas diversas teorias caminhem juntas para uma única teoria.

5. O conhecimento científico é acumulativo. Há um crescimento constante na quantidade e na qualidade do nosso conhecimento. Essa acumulação leva ao progresso.

Teoria

Para as ciências, teoria seria uma síntese (conclusão) sobre um determinado assunto ou conjunto de fatos observacionais relacionados, baseado em hipóteses que sejam passíveis de experimentação ou que gerem previsões que possam ser submetidas a experimento.

O que chamamos ciência se divide em vários ramos. Vamos citar alguns deles:

Física: Consiste no estudo das leis que descrevem os aspectos mais fundamentais da Natureza, como espaço, tempo, matéria, luz, calor etc. Tudo que existe no universo é descrito pelas leis da física, incluindo planetas, carros, átomos, e outros sistemas físicos. Portanto, a física é o ponto de partida para muitas pesquisas sobre a natureza. Os conceitos que a Física utiliza - espaço, tempo, matéria, energia etc. -, fornecem os fundamentos para vários outros ramos da ciência.

As cinco ideias que apóiam o pensamento científico listados acima se aplicam especialmente bem à Física.

Astronomia: É o estudo das estrelas, planetas e outros corpos celestes. Sempre foi (e hoje cada vez mais) articulada com a física.

Química: Toda a matéria no universo é composta de átomos. O estudo das suas combinações é o objeto da Química. Esta ciência estuda também as reações químicas entre as substâncias, fenômenos que geram impactos em nossas vidas e atividades.

Biologia: Estudo dos seres vivos. Os biólogos pesquisam a vida em todos os sistemas, desde os vírus e bactérias até os mamíferos, que somos nós.

Existem muitos outros ramos, tais como Geologia, Geografia, Economia etc.



Figura 4: Cada ramo da ciência possui um objeto de estudo próprio. A Química estuda a matéria, a Física estuda as leis que regem a natureza e a Biologia estuda os seres vivos.

Saiba Mais

O céu de Ícaro e o céu de Galileu

A banda brasileira Paralamas do Sucesso, em sua bela canção 'Tendo a Lua', argumenta que o céu de Ícaro tem mais poesia que o de Galileu. O céu de Ícaro é o céu dos mitos e do trágico. Ícaro é filho de Dédalo que, entre outras coisas, fez asas de penas e cera para voar. Ícaro foi testá-las. Desdenhou da recomendação de seu pai e, em sua vontade de explorar o desconhecido, se aproximou demais do sol. O calor derreteu a cera, e ele se espatifou no mar, morrendo. O céu do físico e astrônomo italiano Galileu Galilei (1564-1642) é aquele no qual o cientista, com telescópios e satélites, observa o espetáculo das leis da física que regem o destino igualmente trágico do universo, cujo parto – junto com o nascimento do espaço e do tempo – se dá em uma explosão. O céu de Galileu é jovem: começou a se delinear cerca de 500 anos atrás. Já em 1572, o astrônomo dinamarquês Tycho Brahe (1546-1601), ao observar, na constelação de Cassiopeia, uma supernova (explosão de uma estrela massiva e moribunda), perturbava, de forma irreversível, a visão clássica do céu como um lugar imutável. Galileu, apontando sua luneta para Júpiter e descobrindo o movimento elíptico de seus muitos satélites, abalou os fundamentos do cosmo como era conhecido na Idade Média. Aquele pequeno sistema, movendo-se com as leis descobertas pelo astrônomo alemão Johannes Kepler (1571-1630), tornava o céu mais complexo e interessante do que se conhecia à época: nem todas as órbitas se davam em torno da Terra.



Adaptado da coluna Exatamente, Ciência Hoje, No. 276, Novembro de 2010.

Seção 2
Ciência e Tecnologia

Já mencionamos que os cientistas utilizam instrumentos (telescópios, microscópios etc.) para explorar a natureza. Chamamos tecnologia à atividade de aplicação das leis científicas para criar e aperfeiçoar instrumentos e objetos. Por exemplo, um liquidificador é um eletrodoméstico que utiliza as leis básicas da física (da eletricidade e do magnetismo, como veremos mais tarde) para simplificar as tarefas na cozinha.

Dê uma olhada ao seu redor. É possível que haja uma televisão por perto, o local esteja iluminado por uma lâmpada elétrica, as paredes estejam pintadas, você tenha visto umas fotos no computador e que alguém da sua família tenha tomado vacina recentemente.

Você já pensou quanta tecnologia tem por trás de tudo isso? É possível que a energia elétrica que você utiliza agora tenha sido produzida na represa de Sete Quedas, no Paraná, e que tenha sido conduzida por centenas de quilômetros até sua casa. A tinta que cobre as paredes foi desenvolvida em laboratórios químicos para ter propriedades adequadas ao uso doméstico. A televisão recebe sinais que viajam pelo ar (as chamadas ondas eletromagnéticas) que são transformados em imagens na tela por intermédio de circuitos eletrônicos, permitindo que você veja um filme em casa.

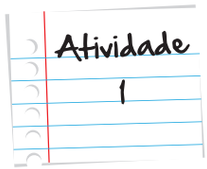
Toda essa tecnologia é ainda muito jovem vista no contexto da história da humanidade. Tanto os princípios científicos quanto as tecnologias que os utilizam foram desenvolvidos nos últimos 150 anos. Poderíamos acrescentar a essa lista o automóvel, a penicilina, o avião, a internet, vacina contra o pólio etc.

Pólio

Também conhecida como poliomelite, é uma doença ocasionada por vírus que ataca principalmente crianças pequenas e causa paralisia e deformações no corpo

Tudo isso é o resultado da aplicação dos princípios científicos básicos aos quais nos referimos anteriormente.

A relação entre ciência e tecnologia é de ida e volta. Os instrumentos e aparelhos são construídos por meio da utilização das teorias científicas. Por outro lado, melhores aparelhos ajudam a fazer melhores experimentos e podem ter um grande impacto no aperfeiçoamento destas mesmas teorias.



A ciência no dia a dia

Enumere três consequências positivas para a sua vida trazidas pela ciência. Enumere três consequências negativas para a sua vida de atividades relacionadas com o progresso tecnológico.

Seção 3
O Método Científico

"A ciência não é nada além de senso comum treinado e organizado"

Thomas Huxley 1825-1895

Um dos grandes progressos da humanidade deu-se por meio do desenvolvimento de técnicas que pudessem ampliar os sentidos com os quais fazemos observações. A invenção do microscópico e da balança (entre outros aparelhos) possibilitaram melhores medidas e resultados experimentais de melhor qualidade.

Surge então um conjunto de procedimentos que teriam como objetivo padronizar estas medidas e interpretá-las corretamente de forma a se construir uma teoria científica e até mesmo reformulá-la. Nasce então o Método Científico.

Muitos autores afirmam que não existe um método exclusivo e único para se fazer ciência e que, muitas vezes, o verdadeiro trabalho científico é muito menos formal, não sendo feito sempre de modo lógico e organizado. Estes mesmos autores asseguram que uma investigação científica começa com a necessidade de resolver problemas, mas todos são unânimes em afirmar que é sempre possível, após uma descoberta, construir um caminho lógico que a confirme ou que a negue. Ou seja, se uma teoria não nasce inicialmente pela simples observação de um determinado fato, com certeza sua veracidade será testada através de diversos experimentos científicos.

Quer conhecer um pouco mais sobre o método científico?

Então, acesse o link: http://www.youtube.com/watch?v=zneQG1jzJ-I

Nele você encontrará um excelente vídeo descrevendo um exemplo da aplicação do método científico, mostrando suas etapas de modo divertido e claro.



Multimídia

O que você acha do pensamento que abre esta seção?

Será que você, assim como o autor da frase, acredita que as descobertas científicas se deram apenas através de mentes organizadas e treinadas e que o caminho destas descobertas é uma reta uniforme e constante?

Bom se você não concorda com Thomas Huxley não se chateie, uma vez que muitos outros pensadores pensam como você. Eles acreditam que não é necessário uma lógica de outro mundo, incrivelmente precisa e altamente sofisticada para que uma descoberta seja feita.

Por exemplo, suponha que há alguns meses, você tenha comprado uma tartaruga chamada Ligeirinha e, com o tempo, você percebe que Ligeirinha tem uma estranha percepção das condições climáticas. Quando a chuva se aproxima, você percebe que Ligeirinha tenta entrar em casa, o que exige uma grande antecedência, uma vez que Ligeirinha, apesar do nome, demora um grande tempo para vencer a distância entre o quintal e a porta da sua casa. Com isso, você deduz que sempre que Ligeirinha tenta entrar em casa a chuva é iminente. Um dia você percebe Ligeirinha tentando entrar em casa e, imediatamente, se prepara para fechar todas as janelas. No entanto, você percebe que o céu está bem claro e que existe um gato enorme de olho em Ligeirinha. Daí em diante, você imagina que a ação pré-chuva de sua tartaruga é um sistema de alarme que, apenas geralmente, prevê uma chuva, mas que ocasionalmente pode representar a presença de um predador.

A sua estratégia para decifrar o mundo de Ligeirinha é semelhante à estratégia empregada pelos cientistas. No início, você tomou a atitude de observação, sentindo (vendo, ouvindo, tateando ou provando), de alguma forma, um padrão nos acontecimentos. Assim que percebeu uma modificação no comportamento de sua tartaruga, você também modificou seu entendimento dos acontecimentos.

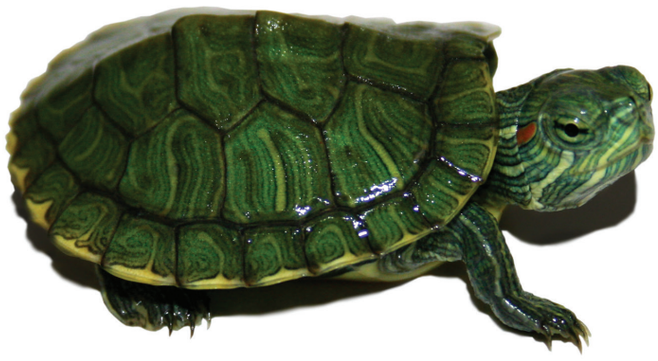
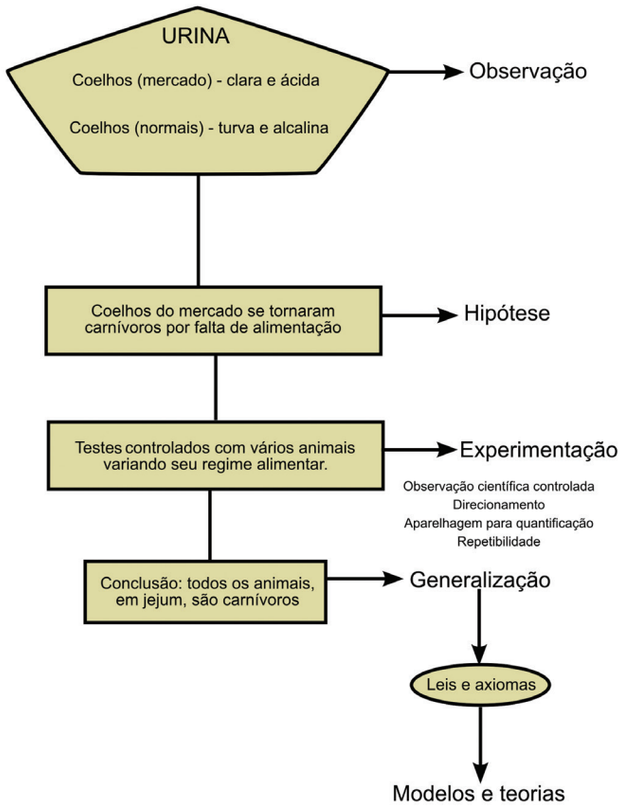


Figura 5: A observação das atitudes da tartaruga Ligeirinha é um exemplo de aplicação do método científico, no qual se observam fatos para depois testá-los.

Fonte: http://www.sxc.hu/photo/1150376

3.1. As etapas do Método Científico

O médico e fisiólogo francês Claude Bernard percebeu que coelhos comprados em mercado apresentavam a urina clara e ácida, característica de animais carnívoros. Como ele sabia que coelhos normais apresentavam urina turva e básica por serem herbívoros, supôs que os coelhos do mercado não se alimentavam há muito tempo, e por isso começaram a se alimentar de sua própria carne. Fez então uma testagem controlada com vários animais, variando seu regime alimentar, dando a alguns alimentação herbívora, e a outros, carnívora. No final de tudo, concluiu que "em jejum todos os animais se alimentam de carne". Vamos identificar então cada etapa do método aplicado neste exemplo:



Como você pôde observar, o Método Científico se apresenta como uma série de etapas:

1. Começa na observação de um fato;

2. Depois vem a criação de uma hipótese;

3. Passa para e experimentação (quando testamos essa hipótese), e

4. Termina com a generalização e criação de um modelo ou teoria para explicar o fato observado.

Atividade 2

Balões que flutuam... ou não?

No nosso cotidiano acontecem, geralmente, coisas que servem para ilustrar determinados estudos teóricos. A contextualização é um meio muito utilizado para enriquecermos nosso conhecimento. As figuras a seguir mostram elementos que exemplificam essa idéia. Observe-as:



De acordo com as figuras e o seu conhecimento em relação ao "método científico", responda as seguintes questões:

Qual(is) quadrinho(s) representa(m) os passos correspondentes à experimentação (parte prática), evidenciada no desenvolvimento de uma pesquisa científica?

O quadrinho I representa qual etapa de um método científico?

Atividade 3

Perdido na floresta

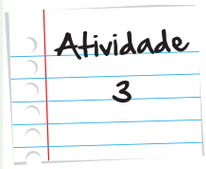
Certa vez um menino se perdeu na floresta. Como fazia frio, decidiu procurar material para atear fogo. À medida que ia trazendo objetos para sua fogueira, observava que alguns queimavam e outros não. Começou, então, a fazer a lista abaixo, relacionando os que queimavam e os que não queimavam. Depois de algumas viagens, sua classificação continha as seguintes informações:

QUEIMAM	NÃO QUEIMAM
galhos de árvore	rochas
cabos de vassoura	cacos de vidro
mastro de bandeira	pedrinhas
lápis	tijolos

A partir dessa lista, ele tentou encontrar uma regularidade que a guiasse na procura de novos materiais combustíveis, chegando à seguinte conclusão:

"Todos os objetos cilíndricos queimam"

A frase descrita acima está associada diretamente a qual das etapas do método científico? Proponha um experimento que pudesse contrapor a frase elaborada pelo menino.



Seção 4
Potências de dez

Como mencionamos na seção "Para início de conversa...", muitas vezes temos que trabalhar com números muito grandes ou muito pequenos. Por exemplo, a massa do Sol, em quilogramas, é de cerca de 2 seguido por 30 zeros! Logo, escrever 2.000.000.000.000.000.000.000.000.000.000 não é uma forma prática de se trabalhar. No trabalho científico, muitas vezes, se utiliza a potência de dez ou notação científica, para facilitar essa escrita.

Por exemplo:

100 é igual a = 10 x 10 ou = 10^2 , ou seja, 10 elevado ao número de zeros que tem depois do 1, que são dois, neste caso.

Assim, temos dez elevado ao expoente dois (ou dez ao quadrado), que é dez vezes dez, como já sabemos.

Outro exemplo: 1.000 = 10 x 10 x 10 = 10^3, ou seja, 10 elevado a terceira potência, que de novo é o número de zeros (3) depois do 1.

Veja esses numerais a seguir:

1 = 10^0 (aqui não tem nenhum zero depois do 1)

10 = 10^1 (aqui tem um zero depois do 1, nada muda!)

100.000 = 10^5

e assim vai.

Também, como mencionado anteriormente, às vezes usamos os seguintes termos:

Milhar: 1.000 = 10^3

Milhão: 1.000.000 = 10^6

Bilhão: 1.000.000.000 = 10^9

Para números pequenos, o procedimento é semelhante. Assim, um décimo, ou seja, uma parte em dez, é dada por:

$\frac{1}{10} = 0,1 = 10^{-1}$ de modo que aqui temos 10 elevado ao número de zeros na frente da vírgula, que é um somente. Dizemos que temos 10 elevado ao expoente -1. Logo,

$\frac{1}{100} = 0,01 = 10^{-2}$

$\frac{1}{100000} = 0,00001 = 10^{-5}$

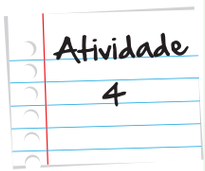
Vimos acima que a divisão de 1 por 10 equivale a colocar uma vírgula na frente do 1 e o resultado é 0,1. Mas se quisermos dividir 27 por 10, por exemplo, o resultado é

$\frac{27}{10} = 2,7$

Lembre que se um número for multiplicado e dividido ao mesmo tempo por outro, ele continua igual. Assim, sempre podemos fazer :

$27 = \frac{27}{10} \times 10 = 2,7 \times 10$ e agora 27 está escrito em termos de potências de 10.

Da mesma forma $27.000 = 27 \times 10^3 = 2,7 \times 10^4$



Escrevendo com notação científica

Escreva em potências de dez os seguintes números:

300 =

0.03 =

0.0001/0.001 =

Anote suas respostas em seu caderno

Seção 5
Unidades

Você já observou que nos mercados os ovos são vendidos em dúzias, a carne em quilos, um fio em metros e o leite em litros? É claro que todos têm que concordar com o que significa "um quilo", senão haveria muita confusão no comércio. Um quilo ou um metro são exemplos de unidades. Na Física, utilizamos o Sistema Internacional de Unidades. Nele, o comprimento é medido em metros (m), o tempo em segundos (s) e a massa em quilogramas (kg).



Figura 6: A padronização das medidas é essencial para que todos entendam o que está sendo dito. Por isso, no Sistema Internacional de Unidades, o comprimento é dado em metros, o tempo em segundos e a massa em quilogramas.

O seu relógio mede o tempo em horas. Cada hora tem 60 minutos e cada minuto tem 60 segundos. Nas olimpíadas e nas corridas, muitas vezes os tempos são medidos em décimos ou em centésimos de segundo. Um décimo é uma parte em dez do segundo e um centésimo é uma parte em cem do segundo.

Você já conhece alguns múltiplos do metro. Por exemplo, um quilômetro são mil metros. Um metro tem 100 centímetros. Ou seja, um centímetro é um centésimo do metro. Dizemos que centi é um prefixo que significa dividir por cem.

De forma similar, um quilograma é composto por mil gramas. Daí você percebe que quilo é um prefixo que significa multiplicar por mil.

Na tabela a seguir há uma lista de prefixos do Sistema Internacional:

Tabela 1: Prefixos do Sistema Internacional

Prefixo	**Multiplique por**	**exemplo**
quilo (k)	mil (10^3)	quilômetro (km)
hecto (h)	cem (10^2)	hectograma (hg)
deca (d)	dez (10)	decâmetro (dm)
Prefixo	**Divida por**	**exemplo**
deci (d)	dez	decigrama (dg)
centi (c)	cem	centímetro (cm)
mili (m)	mil	milímetro (mm)

Sempre que fizermos operações com grandezas físicas (que tem que ter uma unidade que as acompanha) temos que utilizar as mesmas unidades. Por exemplo, se você compra 80 cm de tecido e seu amigo compra mais dois metros, vocês juntos têm 80 cm + 200 cm = 280 cm de tecido. Lembre-se que cada metro possui 100 cm. Mas você também pode dizer 0,8 m + 2 m = 2,8 m de tecido.

Na linguagem do dia a dia, dizemos dois metros e oitenta centímetros, e está correto! Mas para somar duas quantidades temos que utilizar as mesmas unidades em todos os elementos da soma. Não se pode somar centímetro com metro! E o mesmo vale para as outras unidades.

Saiba Mais

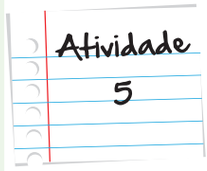
Lembre-se sempre que para fazer operações aritméticas de soma, subtração, multiplicação e divisão, os valores devem apresentar a mesma unidade! Não pode somar metros com centímetros, nem quilogramas com gramas, muito menos subtrair segundos de horas.

Além de comprimento, temos também área e volume. Dizemos que uma sala tem 16 m^2 quando o seu comprimento (em metros) multiplicado pela sua largura (também em metros) é igual a 16. Aqui a unidade é metros qua-

drados e quer dizer metro X metro. Por exemplo, se o comprimento da sala for 4 m e a largura também 4 m, a área da sala é (4 m) x (4 m) = 16 m^2.

Da mesma forma, temos a unidade de volume, que é dada em m^3. Assim, você pode ouvir de um vizinho: tenho uma caixa d'água que tem 4 m de comprimento, 3 m de largura e 2 m de altura. Dito isso, você já sabe que o volume da caixa é de 24 m^3 = (4 m) x (3 m) x (2 m). Você sabe também que a caixa d'água pode armazenar o volume de 24 caixas d'água menores, cada uma de 1 m3 .

Utilizando as unidades



Transforme 10 km em cm: _____

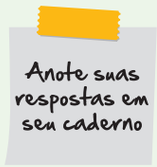
Transforme 3 m^2 em cm^2 : _____

Transforme 3 minutos em segundos: _____

Transforme 5 kg em g (gramas): _____

Transforme 8 litros em cl (centilitros): _____

Transforme 500 cg (centigramas) em g (gramas): _____



O conceito de ciência, como vimos no início do módulo, é o conceito central da unidade. A ciência trabalha com as ideias de evidência experimental e consistência lógica. Elas nos acompanharão durante todas as unidades seguintes.

Resumo

- Vimos que o método científico, de certa forma, está no nosso cotidiano, toda hora fazemos hipóteses e tomamos decisões baseadas nessas hipóteses que são naturalmente refinadas em consequência do que aprendemos no dia a dia.
- As potências de dez simplificam a comunicação em ciência, um número enorme pode ser expresso com facilidade.
- E por fim, vimos que em física as unidades são fundamentais. Andar um metro é bem diferente de andar um quilômetro.

Veja Ainda

Você acha que a astrologia pode ser considerada ciência? Veja a esse respeito um vídeo (legendas em português) do astrônomo Carl Sagan sobre o assunto: http://www.youtube.com/watch?v=MxwwpmF_czI

Neste vídeo o celebrado astrônomo e divulgador da ciência mostra como o ser humano projeta suas angústias e desejos no céu. As constelações são projeções das diversas culturas no céu, não tendo nenhum significado objetivo. Cada cultura vê algo totalmente diferente no mesmo conjunto de estrelas.

Imagens


• André Guimarães


• http://usgsprobe.cr.usgs.gov/ant.gif • Creative commons license.


• http://hubblesite.org/newscenter/archive/releases/2012/04/image/c/format/xlarge_web/ • Creative commons license.


• http://www.sxc.hu/photo/1056593.


• http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Galileo.arp.300pix.jpg


• http://www.sxc.hu/photo/1327692


• http://www.sxc.hu/photo/574983


• http://www.sxc.hu/photo/1178795


• http://www.sxc.hu/photo/758308


• http://commons.wikimedia.org/wiki/File:D%C3%A9dalo_e_%C3%8Dcaro_-_Pyotr_Ivanovich_Sokolov.jpg


• http://www.youtube.com/watch?v=zneQG1jzJ-I


• http://www.sxc.hu/photo/1150376



• http://www.sxc.hu/photo/530409



• http://www.sxc.hu/photo/1223568



• http://www.sxc.hu/photo/481418

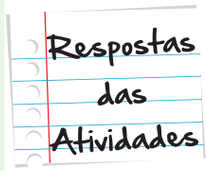


• http://www.sxc.hu/photo/517386 • David Hartman.



• http://www.sxc.hu/985516_96035528.

Atividade 1



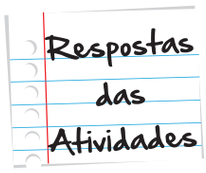
São muitas as respostas possíveis. Positivas, podemos citar que atualmente se vive muito mais tempo, com muito mais conforto (pense na luz elétrica, água encanada...) e a compreensão do mundo tornou-se mais rica. Negativas, podemos citar os problemas de poluição, degradação do meio ambiente e a possibilidade de destruição da vida humana pelas armas nucleares.

Atividade 2

Os quadrinhos II e III uma vez que eles representam, através de uma balança, um experimento de investigação do peso do ar. No quadrinho I, nosso personagem elabora uma hipótese na forma de uma pergunta.

Atividade 3

A frase representa uma lei (ou teoria). No entanto, bastaria ele fazer um novo experimento para refutar esta hipótese como, por exemplo, a queima de pedaço de madeira de formato cúbico.



Atividade 4

$300 = 3 \times 10^2$

$0.03 = 3 \times 10^{-2}$

$0.0001/0.001 = 10^{-4}/10^{-3} = 10^{-1}$

Atividade 5

$10\ km = 10 \times 10^3\ m = 10^4\ m = 10^4 \times 10^2\ cm = 10^6\ cm$

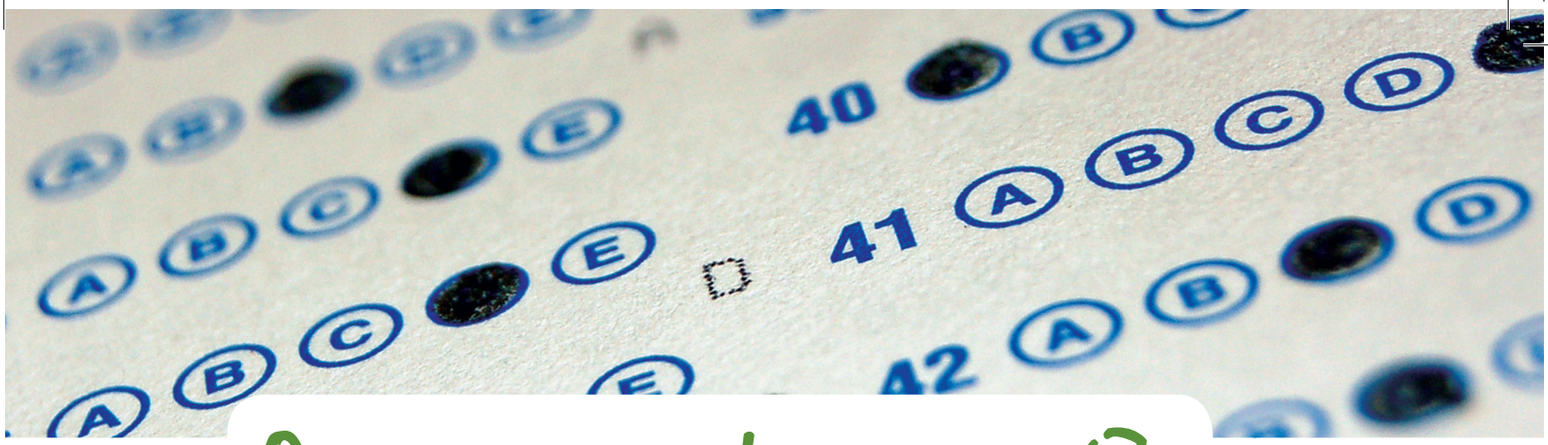
$3\ m^2 = 3 \times (100\ cm)^2 = 3 \times 10^4\ cm^2$

$3\ min = 3 \times 60\ s = 180\ s$

$5\ kg = 5000\ g = 5 \times 10^3\ g$

$8\ l = 800\ cl$

$500\ cg = 5\ g$



O que perguntam por aí?

Questão 1

(ENEM 2009)

Na linha de uma tradição antiga, o astrônomo grego Ptolomeu (100-170 d.C.) afirmou a tese do geocentrismo, segundo a qual a Terra seria o centro do universo, sendo que o Sol, a Lua e os planetas girariam em seu redor em órbitas circulares. A teoria de Ptolomeu resolvia de modo razoável os problemas astronômicos da sua época. Vários séculos mais tarde, o clérigo e astrônomo polonês Nicolau Copérnico (1473-1543), ao encontrar inexatidões na teoria de Ptolomeu, formulou a teoria do heliocentrismo, segundo a qual o Sol deveria ser considerado o centro do universo, com a Terra, a Lua e os planetas girando circularmente em torno dele. Por fim, o astrônomo e matemático alemão Johannes Kepler (1571-1630), depois de estudar o planeta Marte por cerca de trinta anos, verificou que a sua órbita é elíptica. Esse resultado generalizou-se para os demais planetas.

A respeito dos estudiosos citados no texto, é correto afirmar que:

a. Ptolomeu apresentou as ideias mais valiosas, por serem mais antigas e tradicionais.

b. Copérnico desenvolveu a teoria do heliocentrismo inspirado no contexto político do Rei Sol.

c. Copérnico viveu em uma época em que a pesquisa científica era livre e amplamente incentivada pelas autoridades.

d. Kepler estudou o planeta Marte para atender às necessidades de expansão econômica e científica da Alemanha.

e. Kepler apresentou uma teoria científica que, graças aos métodos aplicados, pôde ser testada e generalizada.

Gabarito: Letra E.

Comentário: A primeira lei de Kepler afirma que todas as órbitas são elipses com o Sol em um dos focos. É uma lei que faz predições e pode ser testada.

A vida em movimento

Para Início de conversa...

De modo geral, sempre ouvimos falar que praticar atividades físicas ajuda na boa manutenção da saúde. Ao começar a prática de uma atividade física, devemos procurar um médico para que ele possa indicar a melhor maneira de se entrar nesse estilo de vida. Geralmente é recomendado para os sedentários que se comece com uma caminhada leve de 30 minutos a 1 hora e reeducação alimentar, se necessário. Ultrapassada essa fase, recomenda-se o aumento gradativo da intensidade da atividade. Agora o praticante já pode correr aumentando o esforço e a velocidade de sua prática esportiva.



Nesse texto, você acabou de ler a palavra "velocidade" e, muito provavelmente, você não sentiu dificuldades para entender o que ela quer dizer. Conforme veremos, o conceito de velocidade é um dos principais objetos de estudo desta unidade.

Objetivos de aprendizagem

- construir o conceito de velocidade média e instantânea;
- aplicar o conceito de velocidade em situações de seu cotidiano;
- traçar retas tangentes em um ponto de uma curva;
- relacionar a inclinação da reta tangente à curva no gráfico S x t à velocidade instantânea;
- associar o conceito de aceleração à variação da velocidade no tempo.

Seção 1
"A 1000 por hora..."

Quando dissemos, no início desta unidade, que se recomenda o aumento da intensidade e da velocidade, você percebeu que a corrida ou caminhada deve se dar de maneira mais rápida, e isso é o que está por trás do conceito de velocidade: a rapidez com que um corpo ou objeto se locomove.

Por exemplo, suponha que você se desloque de sua casa para o trabalho de bicicleta. Como você faria para percorrer esse trajeto mais depressa? Uma possível solução, que depende do trânsito, seria usar um veículo motorizado. Todas as possíveis soluções para este problema têm em comum o fato de encurtar o intervalo de tempo gasto no trajeto. Isto é, quanto menos tempo se gasta em um determinado caminho, mais rápido o percorremos, ou seja, ***maior será a sua velocidade***. Dizemos que grandezas que se comportam dessa forma são inversamente proporcionais: enquanto uma cresce, a outra diminui, na mesma proporção.

Para medir distância, podemos usar o metro (m), o quilômetro (km), o centímetro (cm), entre outros. Já para medir o tempo podemos usar a hora (h), o segundo (s), o dia (um dia vale 24h = 24x60 min = 24x60x60 = 86400s). Entretanto, seguiremos o sistema internacional de unidades (S.I) que utiliza o metro e o segundo para esses casos. No fundo, a escolha de unidades dependerá, em um problema prático, da conveniência de se usar essa ou aquela unidade.



Figura 1: No velocímetro do carro podemos observar duas medições: a velocidade, indicada pelo ponteiro, e a distância percorrida, indicada na numeração da parte de baixo, que é chamada de odômetro.

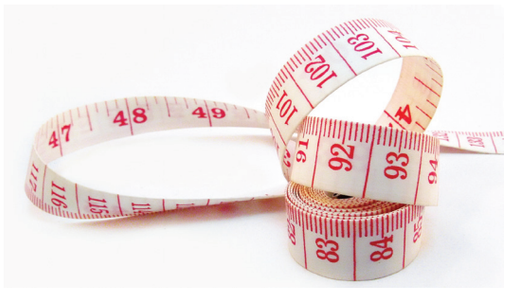
Unidades de Medidas

Saiba Mais

A unidade de medida é um valor padrão que utilizamos para mensurar as coisas. Por exemplo, o metro não tem uma razão específica para ter o comprimento que tem, foi apenas uma distância que se achou conveniente para se ter como padrão para medir objetos.

Mas imagine que você tem que medir o comprimento de seu dedo com um bastão de 1 metro. Parece uma tarefa impossível. Para dar conta desse problema, dividimos o metro em 100 partes iguais chamadas centímetros que servem para medir distâncias pequenas. Ou então medir a distância entre duas cidades com o mesmo bastão, haja paciência e tempo! Por isso, multiplicamos o metro por 1000, chamado quilômetro (km), o que deixa essa tarefa menos tediosa. Não é à toa que o odômetro dos carros mede distâncias em km.

Em verdade, podemos multiplicar e dividir qualquer unidade para adequá-la a uma tarefa que estejamos enfrentando. Entretanto, o sistema de unidades que se baseia no metro (km, dm, cm etc.) é chamado de sistema decimal, porque as unidades são separadas por potências de 10 (por exemplo, 1 m = 100 cm e 1 km = 1000 m).



Imaginemos que um iniciante em atividades físicas esteja caminhando perto de sua casa (veja Figura 2). Digamos que ele dê 2 passos a cada segundo e que cada passo meça precisamente 1 m. Qual seria a sua velocidade em metros por segundo (m/s)?

Metros por segundo é a unidade que devemos utilizar para essa velocidade, pois estamos falando da razão entre uma grandeza medida em metros e outra medida em segundos. Sem fazer nenhum tipo de conta no papel, somos capazes de responder a essa pergunta.

Veja: se uma pessoa imprime uma velocidade de 2 passos por segundo, e cada passo mede 1 metro, essa pessoa caminha a 2 metros por segundo (v = 2 m/s). Entretanto, poderíamos fazer essa mesma pergunta de outra forma. Digamos que essa pessoa dê 12 passos a cada 6 segundos medidos no cronômetro. Quanto valeria a sua velocidade?

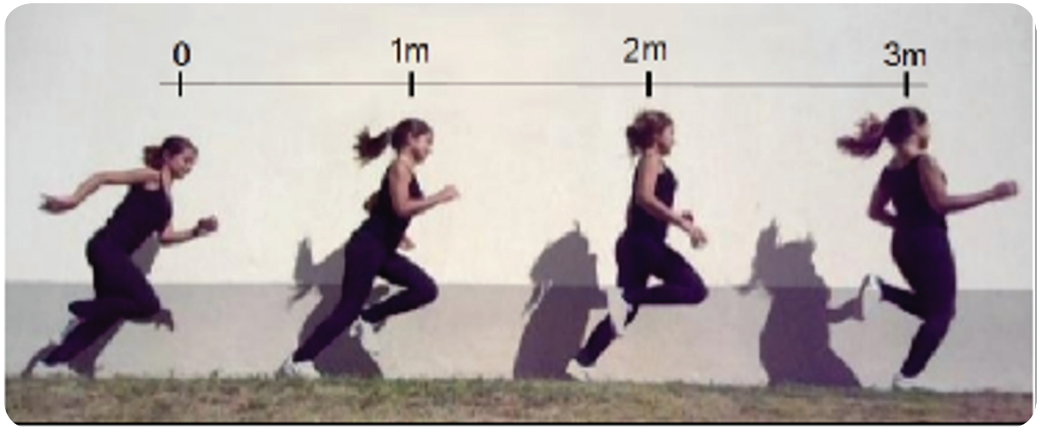


Figura 2: Imagem estroboscópica do movimento de uma menina.

Agora, é conveniente armarmos a expressão para velocidade:

$$v = \frac{\text{deslocamento}}{\text{tempo}}$$

O deslocamento será de 12 passos x 1 metro, pois cada passo mede 1 metro:

12 x1= 12m

Agora podemos fazer a conta:

$$v = \frac{12}{6} = 2m/s$$

Note que a velocidade encontrada é a mesma da situação anterior. Nós apenas aumentamos o intervalo de tempo de 1 para 6 segundos, contando o número de passos decorridos, que aumentaram proporcionalmente. Podemos dizer também que essa mesma pessoa dava 10 passos a cada 5 segundos, ou 20 passos a cada 10 segundos. Inúmeros exemplos são possíveis para essa mesma velocidade, inclusive com unidades diferentes das usadas. Podemos dizer que o passo dessa pessoa mede 100 cm ou 0,001 km.

Essa é uma primeira ideia do conceito de velocidade. Devemos entender que essa pessoa pode variar o ritmo da caminhada, fazendo com que a velocidade varie. Digamos que durante todo o trajeto esse indivíduo percorreu 5 km (ou 5000 m) e levou 1 hora (ou 3600 segundos). Com esses valores, podemos calcular a sua velocidade:

$$V = \frac{5000}{3600} = 1,39m/s$$

Isso não significa que a pessoa percorreu todo esse trajeto com essa velocidade. Na verdade, muitas coisas podem ter ocorrido: ele pode ter diminuído o ritmo, imprimindo menos passos por segundo; ter diminuído a distância entre as passadas ou até mesmo parado para tomar uma água de coco no caminho. Enfim, a velocidade que obtivemos para esse exemplo é apenas um valor que caracteriza, na média, a velocidade num certo caminho. Vamos agora apresentar a expressão que nos fornece a velocidade média desenvolvida em determinado percurso:

$$\text{velocidade média} = \frac{\text{distância total}}{\text{intervalo de tempo total}}$$

Lembre-se do exemplo que discutimos anteriormente. Aquele em que consideramos que uma pessoa caminhe a uma velocidade de 2 passos a cada segundo. Esta velocidade também representa uma velocidade média relativa ao movimento da pessoa. Entretanto, como o intervalo de tempo em questão é de apenas um segundo, podemos pensar que a velocidade desenvolvida pela pessoa corresponde à velocidade que ela, de fato, obtinha naquele instante.

Saiba Mais

Imagem estroboscópica

Na imagem a seguir, temos vários momentos distintos do movimento de uma bilha de aço que rola sobre um trilho de alumínio.



Imagem estroboscópica do movimento de uma bilha sobre uma superfície horizontal.

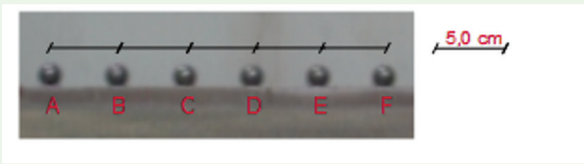
De que maneira podemos construir imagens como esta?

Uma solução é tirar várias fotografias, espaçadas em intervalos iguais de tempo, assim como fizemos na Figura 2 (e na figura anterior). Nesta, temos uma sequência de quatro fotografias, tiradas uma a cada segundo e "coladas" em uma mesma imagem. Chamamos este tipo de figura de imagem estroboscópica.

Repare que na figura da atividade 1 (mais à frente) as distâncias entre duas imagens sucessivas da bolinha são sempre iguais. Isso indica que a velocidade da bolinha praticamente não se altera. Ainda mais, a velocidade média da bolinha para qualquer par de imagens escolhida será a mesma.

Atividade 1

Velocidade média



Nessa figura, temos a imagem estroboscópica do movimento de uma bilha sobre um trilho de alumínio. Repare que a velocidade da bilha é constante.

Sabendo que cada uma das fotos da imagem estroboscópica acima (da bilha) foi tirada em intervalos de tempo iguais a 0,1 s, calcule a velocidade média entre os pontos:

a) A e B; b) C e D; c) B e E; d) A e F.

Anote suas respostas em seu caderno

Atividade 2

Indo para a batalha

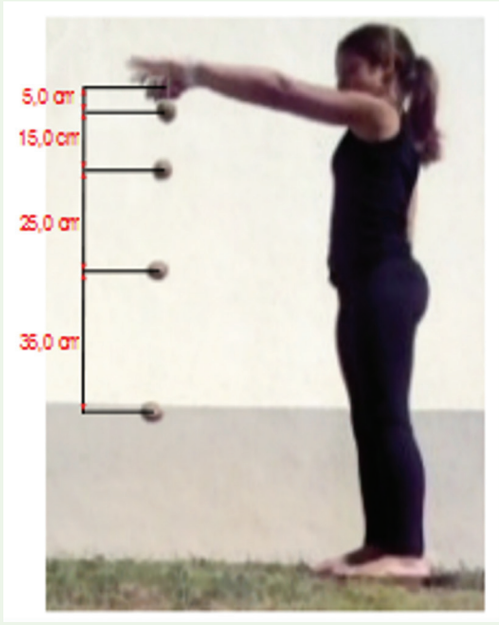
Suponha que você more a uma distância de 20 km do trabalho. Se o tempo que você levou para percorrer esta distância foi de 30 min, calcule a velocidade média da sua viagem.

Anote suas respostas em seu caderno

"Deixa Cair"

Atividade 3

Veja a imagem estroboscópica da figura.



Uma menina solta uma pedra de sua mão. As fotos estão espaçadas por um intervalo de tempo igual a 0,1 s.

a. Calcule a velocidade média da pedra para as distâncias representadas na figura da menina, sabendo-se que cada uma das fotografias da pedra nesta figura está espaçada em 0,1 s.

   Para cada um dos quatro intervalos do item anterior, calcule quanto a velocidade média aumentou (por exemplo, se num intervalo a velocidade média vale 1,0 cm/s e no intervalo seguinte ela passa a valer 5,0 cm/s, o aumento foi de 4,0 cm/s, porque 4,0 = 5,0 – 1,0).

Anote suas respostas em seu caderno

Na Atividade 3 você calculou a velocidade média da pedra em 4 intervalos de tempo distintos. Note que a velocidade calculada aumenta conforme a pedra cai, diferentemente do que vimos na figura da Atividade 1, em que a velocidade foi a mesma em todos os casos. Esses dois tipos de movimento são bastante diferentes. O primeiro deles, aquele em que a velocidade não se alterou (da Atividade 1), é o que chamamos de movimento uniforme. Já o segundo caso, em que a velocidade se modifica (da Atividade 3), é o que chamamos de movimento variado.

Todo movimento em que o valor da velocidade do objeto se modifica é chamado de movimento variado. O segundo caso apresentado, no qual a velocidade aumenta regularmente (isto é, em intervalos de tempo iguais, a velocidade aumenta sempre da mesma quantia), é somente um caso particular de movimento variado, que chamamos de movimento uniformemente variado. Mais à frente, trataremos este tipo de movimento com mais detalhes. Vamos agora introduzir de maneira mais precisa os conceitos de posição e deslocamento, juntamente com os gráficos de posição *por* tempo (S x t) e velocidade *por* tempo (v x t).

Seção 2
Posição, Deslocamento e Gráficos

Para discutir os conceitos de posição e deslocamento, vamos começar distinguindo os diferentes tipos de movimento que podem ocorrer no espaço. Observe a figura a seguir:

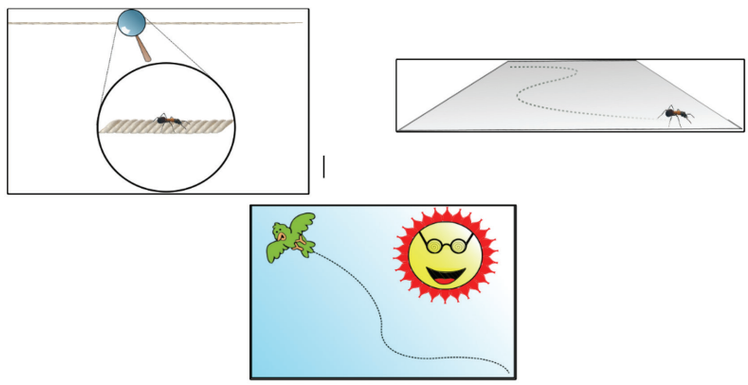


Figura 4: Exemplo de movimento em uma única dimensão (formiga na corda), em duas dimensões (formiga sobre o chão de cimento fresco) e em três dimensões (voo de um pássaro).

Perceba que um movimento pode se dar de três formas diferentes:

- Em linha reta (ou unidimensional), como uma formiga andando sobre um corda;

- em um plano (ou bidimensional), como o movimento de uma formiga sobre um piso com cimento fresco;
- ou pode ser tridimensional, como no caso do voo de um pássaro.

Devido às dificuldades operacionais envolvidas na análise dos movimentos bidimensional e tridimensional, vamos nos restringir ao movimento em uma linha reta (unidimensional), como na Figura 5.

Para começar a análise do movimento em uma linha reta (movimento retilíneo), é importante que a linha em questão possua marcações, para que possamos determinar em que posição se encontra um dado objeto. Entretanto, devemos escolher um ponto especial, que chamaremos de origem (ou marco zero), e a partir deste ponto marcaremos as posições restantes (veja a Figura 5).

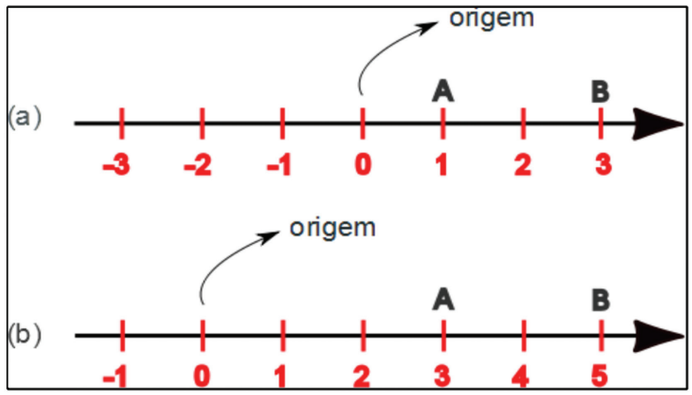


Figura 5: Movimento em uma linha reta (uma dimensão). Escolhendo origens distintas, as posições marcadas na reta se modificam. Entretanto, o deslocamento (distância entre dois pontos) não se altera, conforme podemos constatar pela distância entre os pontos A e B. Em ambos os casos, a distância entre estes pontos vale 2.

É importante ressaltar que quando fazemos isso todas as posições marcadas são relativas à origem que escolhemos. A escolha de outra origem altera o valor da posição de todos os pontos (veja a Figura 5).

Outra grandeza importante, relacionada à posição, é o deslocamento. O deslocamento percorrido por um corpo em certo intervalo de tempo é a diferença entre a posição ocupada pelo corpo ao final deste intervalo de tempo e a posição ocupada pelo mesmo no início do intervalo.

Por exemplo, se quisermos obter o deslocamento percorrido por um objeto que vai do ponto A ao ponto B da Figura 5, temos que subtrair sua posição final (em B) da sua posição inicial (em A). Repare que, considerando a origem indicada no item (a) desta figura, teremos:

$\Delta s = B - A = 3 - 1 = 2$

Δ

A letra grega Δ (delta) é utilizada em Ciências para representar intervalos ou variações.

Se repetirmos o procedimento considerando a origem indicada no item (b) desta mesma figura, também obteremos:

$\Delta s = B - A = 5 - 3 = 2$

Isso significa que o deslocamento percorrido por um corpo não depende do ponto que escolhemos para ser a origem, como podemos observar na Figura 5.

Formalizando um pouco mais o que acabamos de ver, podemos escrever, então, para um caso mais geral que o deslocamento percorrido por determinado corpo é dado por

$\Delta s = S_f - S_1$

onde temos que o deslocamento (dado pela variação no espaço Δs) é igual à posição final (dado por S_f) menos a posição inicial (dado por S_1).

Vamos agora iniciar uma nova discussão. Como podemos caracterizar o movimento de um certo corpo? Para ilustrar como fazer isso, considere o movimento estroboscópico representado na figura da atividade 1 (repetida a seguir).

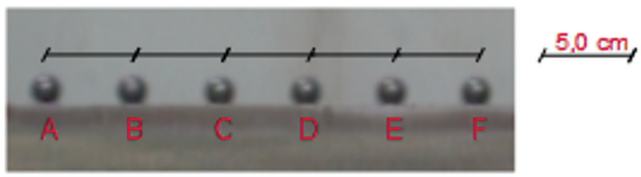


Figura 6: Imagem estroboscópica do movimento de uma bilha sobre um trilho de alumínio apresentada na Atividade 1.

Podemos construir uma tabela que forneça a posição do objeto em diferentes instantes de tempo. Sabendo que cada par de fotos sucessivas nesta figura está separada por um intervalo de tempo igual a 0,1 segundo, a tabela desejada terá a seguinte forma (escolhemos o ponto A da figura como sendo a origem):

Tabela 1: Posição e tempo relacionados a pontos indicados no gráfico

Ponto	Posição (cm)	Tempo (s)
A	0	0
B	5	0,1
C	10	0,2
D	15	0,3
E	20	0,4
F	25	0,5

Lembre-se de que o espaçamento temporal entre fotos sucessivas é sempre igual. Entretanto, essas imagens estroboscópicas têm em comum mais uma propriedade. A distância entre duas fotos sucessivas também é igual. Podemos ver este fato através da tabela construída.

É bastante comum o uso de tabelas para representar o movimento de certo corpo. Outra maneira muito comum de representar o movimento de um objeto é fazendo uso de gráficos. Utilizando a tabela, podemos construir um gráfico que dispõe a posição do objeto como função do tempo. A construção de um gráfico lembra um jogo bastante popular, que você provavelmente conhece: a batalha naval.

Cada ponto do gráfico corresponde a dois números: o primeiro deles está relacionado à coordenada horizontal, e o segundo, à coordenada vertical (a mesma coisa acontece no caso da batalha naval. Neste caso, a letra escolhida corresponde à coordenada horizontal, e o número subsequente, à coordenada vertical).

Repare que as curvas representadas no gráfico da Figura 7 correspondem ao movimento uniforme. Podemos ver isso de duas maneiras. A primeira delas vem do movimento estroboscópico associado a essas curvas. Em intervalos de tempo iguais, os objetos percorrem sempre a mesma distância.

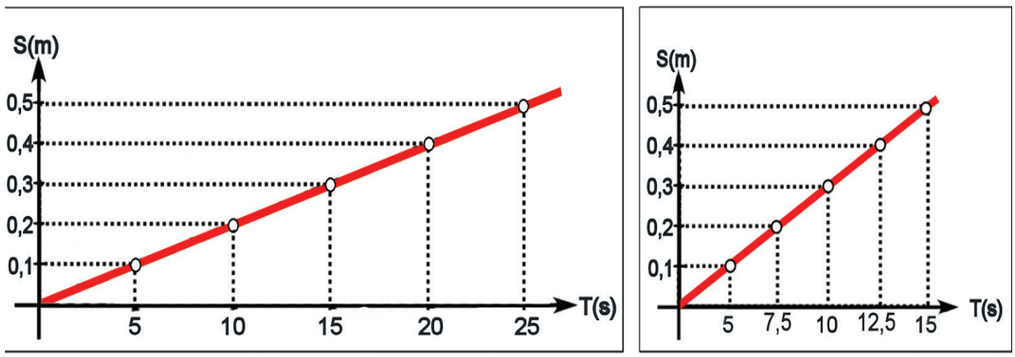


Figura 7: Dois gráficos S x t. Temos duas curvas distintas, correspondentes ao movimento de dois corpos distintos.

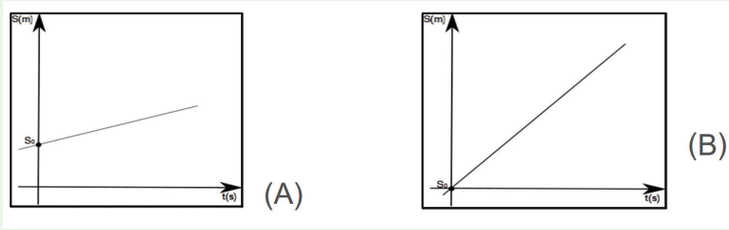
No gráfico, isso se reflete da seguinte forma: a curva associada ao movimento do objeto será uma reta. Perceba, entretanto, que, embora ambos os movimentos sejam uniformes, as retas associadas ao movimento de cada um deles têm inclinações distintas. O movimento estroboscópico em que a distância entre duas fotos consecutivas é maior corresponde à reta mais inclinada. Não é mera coincidência. Objetos que possuem grandes velocidades percorrem uma distância maior num pequeno intervalo de tempo. Isso nos permite concluir que a velocidade de um objeto está diretamente relacionada à inclinação da curva do gráfico associado ao seu movimento. Quanto maior a inclinação, maior será o valor da velocidade de um corpo. O motivo disso é que uma reta mais inclinada indica que o corpo percorre um grande deslocamento num pequeno intervalo de tempo, enquanto uma reta menos inclinada

corresponde a um movimento que percorre um deslocamento menor num intervalo de tempo maior. Podemos ver isso observando com detalhes a Figura 7.

Atividade 4

Quem é mais rápido?

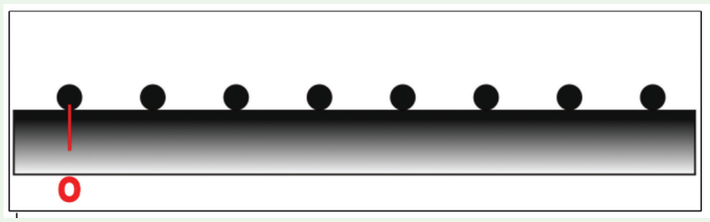
Considerando que os gráficos a seguir têm eixos com mesmos valores de tamanho, a qual das curvas corresponde o movimento do corpo mais rápido?



Anote suas respostas em seu caderno

Atividade 5

Para o movimento estroboscópico da figura a seguir, construa:



a. Uma tabela que disponha, para cada intervalo de tempo, a posição do objeto, sabendo que imagens consecutivas da bolinha estão separadas por um intervalo temporal de 0,1 s, que as marcações estão separadas por 5 cm e que o "0" indicado na figura é a origem.

b. Um gráfico de S x t.

Anote suas respostas em seu caderno

Seção 3
Saindo pela tangente

Na figura 8, temos um gráfico de posição contra tempo, de dois grandes recordistas numa corrida de 100 metros rasos, Usain Bolt e Richard Thompson.

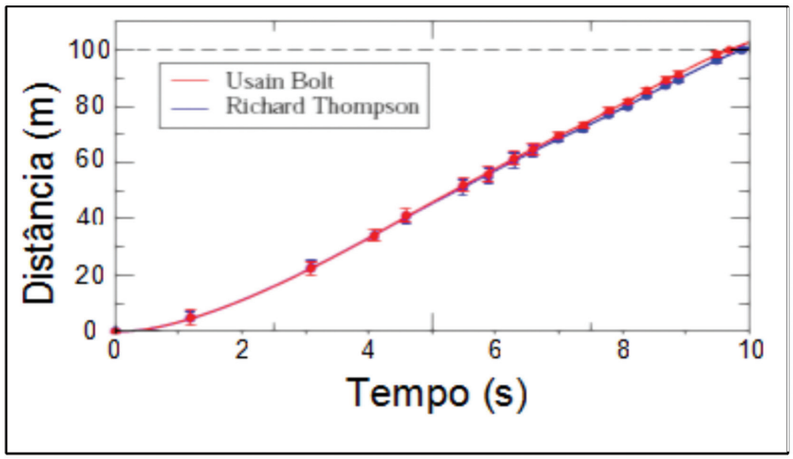


Figura 8: Gráfico do movimento de dois velocistas famosos, competidores dos 100 metros rasos.

Perceba que um movimento não idealizado é consideravelmente mais complicado do que os casos que analisamos até o momento. As curvas no gráfico S x t acima não são linhas retas, o que nos permite caracterizar o movimento como sendo não uniforme. Mesmo assim, apenas com o gráfico de S x t podemos comparar as velocidades dos corredores em diferentes instantes de tempo.

Para que possamos fazer tais comparações, vamos apresentar a ideia de velocidade instantânea, isto é, a velocidade que o objeto possui num momento exato. Por exemplo, imagine que você está acompanhando o velocímetro de um ônibus, conforme ele viaja. Se você quiser saber a velocidade do mesmo em determinado instante, basta ler a marcação no velocímetro. De maneira um pouco mais formal, dizemos que a velocidade instantânea corresponde à velocidade média de um certo corpo num intervalo de tempo muito pequeno, porque, sendo esse tempo muito pequeno, não há tempo para a velocidade variar consideravelmente. Primeiramente, lembre-se de que, em um gráfico S x t, associamos a velocidade do corpo à inclinação da reta. Podemos estender este conceito para o caso em que a curva relacionada ao movimento de um corpo não seja uma reta. Neste caso, temos que considerar a reta tangente a um ponto. Como podemos fazer isso?

Daremos a você um pequeno conjunto de instruções, que permite que você mesmo seja capaz de traçar uma reta tangente a uma curva em um certo ponto qualquer da mesma. Conforme veremos, este procedimento é bastan-

te simples. Considere a curva e o ponto A pertencente à mesma. Ambos estão representados na Figura 9.

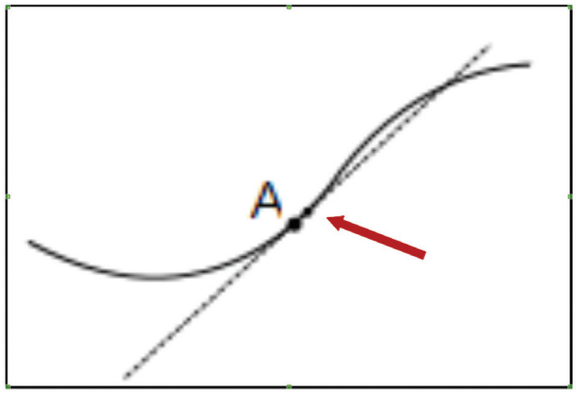


Figura 9: Uma curva e um ponto A pertencente à mesma. Desenhando um ponto muito próximo a A (indicado pela seta vermelha), somos capazes de traçar a reta tangente à curva no ponto A (é a reta que passa por ambos os pontos).

Se quisermos traçar a tangente à curva no ponto A da Figura 9, desenhamos um segundo ponto, que esteja bastante próximo do primeiro. Agora só precisamos traçar uma reta que passe pelo ponto A e pelo ponto próximo a ele, que acabamos de desenhar. Resumindo:

1. Escolha o ponto da curva onde você deseja traçar a tangente.

2. Desenhe um segundo ponto que esteja bastante próximo ao primeiro.

3. Trace uma reta que passa pelos dois pontos, e esta será a reta tangente.

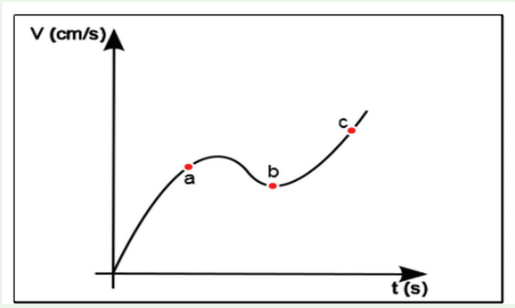
Observação: Repare que, na verdade, o que temos é uma aproximação de uma reta tangente. A reta verdadeiramente tangente precisa ser construída utilizando-se um ponto extremamente (infinitesimalmente) próximo ao ponto original. Entretanto, esses conceitos estão associados ao cálculo diferencial e integral, e portanto não nos aprofundaremos neles.

Agora que sabemos como traçar uma reta tangente a um ponto qualquer de uma curva, introduzimos a ideia de velocidade instantânea como sendo uma medida da inclinação da reta tangente à curva no instante desejado. Isso significa que podemos comparar as velocidades instantâneas em dois pontos quaisquer de uma curva, mesmo que ela não seja uma reta. A curva que possuir uma inclinação maior (isto é, aquela onde o ângulo formado pela reta tangente e a horizontal é maior) corresponde a maior velocidade instantânea.

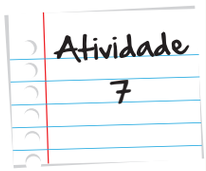
No parque de diversões

Atividade 6

O gráfico a seguir representa a velocidade de um carrinho bate-bate em um parque de diversões. Em qual dos instantes representados no gráfico a seguir a velocidade do móvel é maior? E menor? Coloque as velocidades em ordem crescente, da menor para a maior.



Anote suas respostas em seu caderno



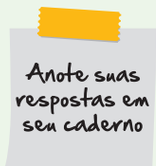
Pegando um ônibus

Suponha que você esteja em pé em um ônibus em movimento, ao lado do motorista. Suponha também que você esteja atrasado para um compromisso, e portanto está acompanhando ansiosamente o velocímetro do ônibus. A tabela a seguir mostra o que você observou no velocímetro.

v (km/h)	t(s)
0	0
2,5	1
10	2
22,5	3
40	4

a. Construa um gráfico que tenha no eixo vertical os valores da velocidade, e no eixo horizontal, os valores de tempo correspondentes.

b. Em qual dos instantes de tempo a inclinação da curva, logo a aceleração, obtida é maior?



Seção 4
Acelera, coração!

Conforme discutimos anteriormente, os movimentos reais, não idealizados, são muito mais complicados do que os casos simples que estudamos até aqui. O movimento de um velocista ou mesmo de um ônibus, por exemplo, não se dá à velocidade constante. O que vemos, na verdade, é que a velocidade se altera conforme o tempo passa (veja a Figura 10 a seguir retirada da atividade 3).

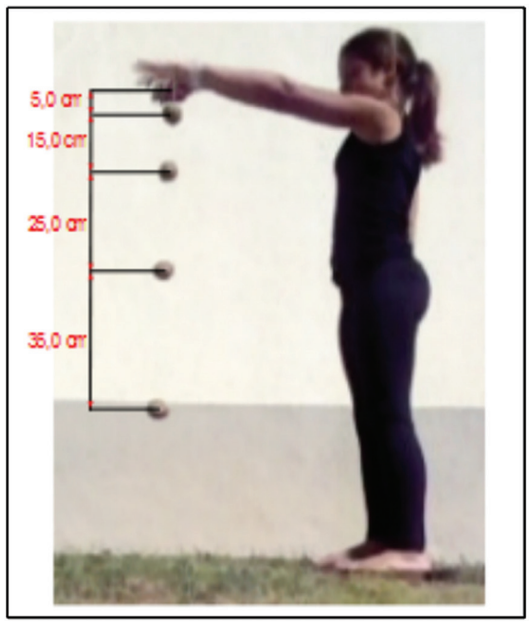


Figura 10: Queda livre de um corpo.

Lembre-se do que discutimos quando introduzimos o conceito de velocidade. Interpretamos este conceito como sendo a rapidez com que a posição de um corpo se altera. Podemos associar à velocidade uma grandeza muito parecida. A rapidez com que a velocidade de um corpo se altera à medida que o tempo passa é o que chamamos de aceleração. Para ilustrar de maneira simples este conceito, vamos voltar a analisar um dos tipos de movimento mais comuns, cuja velocidade do corpo se altera: a queda livre.

Lembre-se agora de como montamos a Tabela 1. Podemos construir uma tabela (Tabela 2) semelhante a esta, com base na Figura 10, e a partir desta tabela obter o gráfico S x t do movimento da pedra em queda (veja a Figura 11).

Tabela 2: Posição e tempo relacionados a pontos indicados na figura

Posição (cm)	Tempo (s)
0	0
5,0	0,1
20,0	0,2
45,0	0,3
80,0	0,4

Agora podemos calcular a velocidade média para os intervalos de décimo de segundo representados no gráfico da Figura 11. Para os intervalos, temos (veja a Atividade 1, onde foi montada a tabela do movimento) as seguintes velocidades médias: 50 cm/s , 150 cm/s,

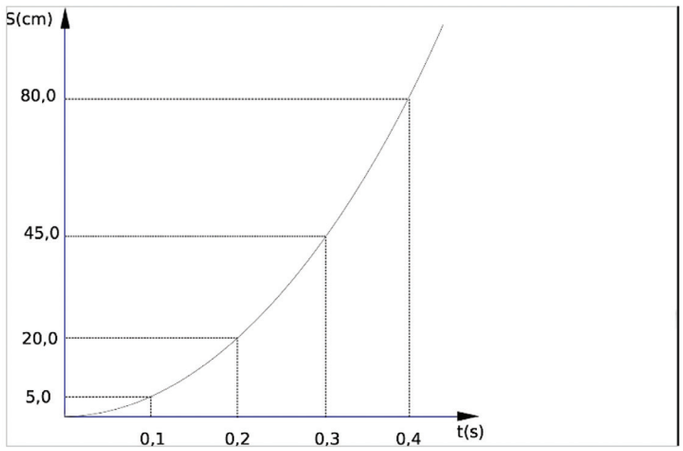


Figura 11: Gráfico da posição da pedra como função do tempo, para o movimento da pedra na imagem estroboscópica da Figura 10.

250 cm/s e 350 cm/s.

De posse dessas velocidades, podemos dispor de um gráfico da velocidade média como função do tempo. Primeiramente, construímos uma tabela da velocidade média em função do tempo:

Tabela 3: Velocidade média (em intervalos de 0,1 s) em função do tempo

Velocidade média (cm/s)	Tempo (s)
0	0
50	0,1
150	0,2
250	0,3
350	0,4

Perceba que a cada décimo de segundo (por exemplo, de 0,1 para 0,2 ou de 0,3 para 0,4) a velocidade é aumentada de 100 cm/s (excetuando-se o intervalo de 0 a 1 décimos de segundo). Quando o aumento na velocidade é igual para intervalos de tempo iguais, dizemos que o movimento é do tipo movimento uniformemente variado (MUV). Repare que a aceleração é a taxa com que a velocidade varia no tempo. Deste modo, podemos concluir que o MUV corresponde a uma aceleração constante, ou seja, que não varia no tempo. Uma vez com a Tabela 3 em mão, faça o gráfico v x t para o MUV.

Repare que a curva correspondente ao MUV no gráfico v x t é uma linha reta. Novamente frisamos que até mesmo o MUV é uma espécie de movimento idealizado. Excetuando-se a queda livre nas proximidades da superfície da terra,

a maioria dos movimentos que ocorrem na natureza não possui aceleração constante. Apresentamos como exemplo a velocidade dos corredores Usain Bolt e Richard Thompson como função do tempo, na corrida de 100 metros rasos.

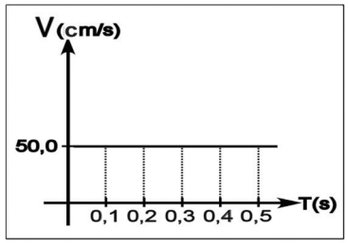
Saiba Mais

A área do gráfico pode nos dizer muita coisa

Vamos começar esta discussão construindo uma tabela referente a velocidade e tempo para o movimento da bilha da primeira figura da Atividade 1, como na Tabela 2.

Velocidade (cm/s)	Tempo (s)
50 cm/s	0
50 cm/s	0,1
50 cm/s	0,2
50 cm/s	0,3
50 cm/s	0,4
50 cm/s	0,5

Com a tabela em mãos, fica fácil construir um gráfico de v x t (veja na figura a seguir).



Repare que a curva correspondente a este movimento é uma linha reta horizontal. E mais, veja que, se calcularmos a área do retângulo formado, obteremos o seguinte:

Saiba Mais

Área = base x altura = 0,5s x 50cm/s = 25cm

que é exatamente a distância total percorrida pela bilha. Isso não é mera coincidência. Veja que a base deste retângulo é medida em segundos (já que o eixo horizontal é o eixo do tempo), e a altura é medida em m/s (porque o eixo vertical é a velocidade). Quando calculamos a área do retângulo, estamos multiplicando o intervalo de tempo pela velocidade:

cm/s x s = cm

Mesmo nos casos em que a curva correspondente ao movimento do objeto no gráfico v x t não for uma reta, ainda podemos aplicar a mesma técnica. O fato é que, no gráfico v x t, a área sob a curva será o deslocamento percorrido pelo corpo, mesmo que não saibamos como calculá-la.

Finalmente, pelo conceito apresentado de aceleração, podemos escrever a seguinte equação para a mesma:

$$a = \frac{\Delta V}{\Delta t}$$

Isto é, a aceleração é a razão entre a variação da velocidade (Δv) em determinado intervalo de tempo (Δt). Devido ao fato de medirmos velocidade em m/s e tempo em s no SI, a unidade de aceleração do SI é (m/s)/s = m/s x 1/s = m/s^2.

Seção 5
Queda Livre e o MUV

Discutiremos o problema de queda livre como o exemplo maior do MUV. Lembre-se do que vimos na seção anterior. Sob certas condições, a queda de um corpo corresponde a um movimento de aceleração constante. Chamamos esta aceleração de aceleração da gravidade (g). O valor da aceleração da gravidade é de aproximadamente 9,8 m/s^2, mas para simplificar possíveis contas consideraremos g = 10 m/s^2.

Desprezando a resistência do ar

Uma condição indispensável para que o movimento de queda possua uma aceleração constante g = 10 m/s² é que a resistência do ar possa ser desprezada. Você já deve ter percebido que objetos tais como folhas de papel caem de maneira bastante peculiar. Entretanto, se não houvesse atmosfera aqui na Terra, esses objetos cairiam com a mesma aceleração g = 10 m/s². Na verdade, na ausência da resistência do ar, qualquer corpo, independente do valor da sua massa, cai com a mesma aceleração da gravidade. A resistência do ar faz com que detalhes, como o formato do corpo, passem a influenciar no movimento de queda do mesmo. Tanto é assim que uma folha de papel, uma vez amassada de modo a virar uma bolinha, cai da mesma forma que outro objeto de maior massa, conforme você pode constatar largando ambos juntos de uma mesma altura. Antes de ser amassada, a folha teria uma queda bastante diferente. Um vídeo bem interessante que ilustra esse fato é o seguinte:

http://www.youtube.com/watch?v=KDp1tiUsZw8

Ao final da última caminhada na superfície lunar feita pela equipe da Apolo XV, o comandante David Scott faz a seguinte experiência: diante das câmeras, ele larga ao mesmo tempo uma pluma e um martelo. Conforme podemos constatar, ambos os corpos atingem o solo ao mesmo tempo. Esse vídeo serve como justificativa para a afirmativa de que a Lua não possui uma atmosfera (o que não é de todo verdade; a diferença essencial, além das composições diferentes de gases, é que a atmosfera da Lua é consideravelmente menos densa que a da Terra).

Multimídia

Vamos abordar outras informações acerca do MUV. Lembre-se de como construímos o gráfico de S x t para a queda da pedra na Figura 11. Perceba que a posição S como função do tempo obedece à seguinte equação:

$$S = \frac{1}{2}gt^2$$

onde g é a aceleração da gravidade (g = 10 m/s²) e t indica tempo. É simples verificar isso. Utilizando uma calculadora, veja que, se substituirmos g = 10 m/s² na equação e os valores de tempo t = 0, 0,1, 0,2, 0,3 e 0,4 s, obteremos:

$S(0) = (½)\ 10 \times 0^2 = 0$ m

$S(0.1) = (½)\ 10 \times 0.1^2 = 0{,}05$ m = 5 cm

$S(0.2) = (½)\ 10 \times 0.2^2 = 0{,}20$ m = 20 cm

$S(0.3) = (½)\ 10 \times 0.3^2 = 0{,}45$ m = 45 cm

$S(0.4) = (½)\ 10 \times 0.4^2 = 0{,}80$ m = 80 cm

Que são exatamente os valores das posições ocupadas pela pedra na Figura 10.

Sempre que um objeto executar um MUV, sua posição exibirá um comportamento quadrático no tempo. Já com respeito à velocidade, como vimos anteriormente, existe uma relação linear com o tempo. Como seria a forma da

curva da aceleração em função do tempo?

Bem, podemos construir uma tabela, como nos outros casos, dos valores da aceleração para intervalos iguais de tempo. Entretanto, conforme vimos, a aceleração no MUV é constante, o que facilita muito na hora de construir o gráfico a x t.

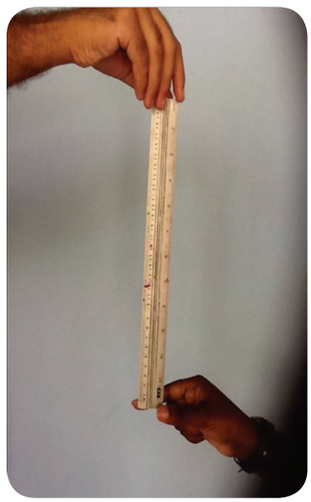
Podemos perceber que a forma da curva, nesse gráfico, é a de uma linha reta horizontal (paralela ao eixo do tempo), pois à medida que o tempo passa o valor da aceleração não se altera.

Por fim, podemos resumir o MUV da seguinte maneira: no MUV, a velocidade do corpo se altera. Entretanto, a variação de velocidade do corpo, em um mesmo intervalo de tempo, será sempre igual (basta se lembrar do que observamos no exemplo da Seção 4**.** Naquele caso, a velocidade média em janelas temporais iguais aumentou sempre do mesmo valor). Podemos dizer que este é um traço marcante do MUV.

Saiba Mais

Testando seus reflexos!

Como uma aplicação interessante do que vimos no MUV, sugerimos a você a seguinte atividade: pegue uma régua de 30 cm e peça auxílio de outra pessoa para que segure a régua. Em seguida, posicione uma de suas mãos em forma de garra, em torno da régua, na marcação "0" da mesma. Agora, peça que esta outra pessoa largue a régua, sem lhe avisar quando, e tente agarrar a mesma, antes de ela cair no chão (veja a figura a seguir para uma descrição visual do que está escrito nesta atividade).



Lendo na régua qual foi a marcação onde você a agarrou, você será capaz de dizer o quanto a régua caiu (um exemplo típico seria algo em torno de 20 cm). Finalmente, utilizando a fórmula $S = 5t^2$ (onde já utilizamos $g = 10\ m/s^2$ para o valor da aceleração), você saberá aproximadamente o quão rápido é o seu reflexo.

Resumo

Nessa unidade adentramos o estudo da cinemática, onde aprendemos conceitos como velocidade e aceleração. Podemos definir a velocidade como sendo a rapidez com que um corpo se move. Matematicamente, traduzimos como a razão entre a distância percorrida por um corpo e o tempo gasto nesse trajeto. Mas bem sabemos que essa é a velocidade média. Existe outro conceito de velocidade, que é a velocidade instantânea. Essa exprime o quão rápido

um corpo se move em um intervalo curto de tempo. Já a aceleração diríamos que é a velocidade da velocidade, ou seja, o quão rápido um corpo varia a sua velocidade. De certo, a grande maioria dos movimentos que presenciamos em nosso cotidiano não é constante ou uniformemente variado. A aceleração varia também, entretanto, todo estudo de física, ou até mesmo de ciências, é uma adaptação de simplificação da realidade. E isso nos permite prever e controlar fenômenos naturais.

Veja Ainda

Tudo não passa de um ponto de vista!

Apesar de termos estudado os conceitos de velocidade, posição, deslocamento etc., há um conceito muito importante e fundamental que ainda não vimos: a ideia de velocidade relativa.

Talvez você já tenha ouvido alguém dizer, em tom informal, que "tudo é relativo". Esta frase estabelece a ideia de que não há valores fundamentais por si mesmos, e sim que os valores se estabelecem de uma certa perspectiva. Não entraremos nos pormenores do relativismo cultural, mas focaremos na relatividade de Galileu.

Sugerimos que aprecie um vídeo que conta um pouco da história de Galileu Galilei, tido por muitos como o pai da física e de toda a ciência moderna:

- http://www.youtube.com/watch?v=m84brvmGgs0

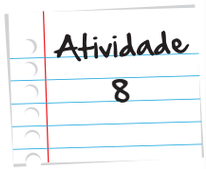
Galileu foi um pesquisador bastante prolífico. Dentre os diversos assuntos estudados por ele, o movimento dos corpos tem um papel fundamental. Podemos, inclusive, atribuir a ele a criação da física recente. Dizemos isso por que ele foi o primeiro a associar a física a constantes práticas experimentais. Antes dele, os filósofos gregos já elaboravam uma série de modelos complexos. Entretanto, pouquíssimos deles confrontavam as proposições de seus modelos experimentalmente.

A ideia é a seguinte: imagine que você está viajando no banco do carona de um carro. Olhando para o motorista, você deve ter a nítida impressão de que ele está em repouso, assim como você. Ao olhar pela janela e focar num poste, entretanto, o mesmo lhe dará a impressão de se mover. Quando questionado a respeito do estado de movimento real dos objetos, você provavelmente diria:

"Eu, o carro e o motorista é que estamos em movimento. Os postes estão presos ao chão, então são eles que estão em repouso, assim como a estrada."

À luz da relatividade galileana, esta seria uma resposta equivocada. Sempre que dizemos que um objeto está

em movimento, devemos dizer também em relação a qual outro corpo (que chamaremos de referencial) este movimento se dá. Dizemos então que a velocidade do corpo que estamos estudando é sempre relativa a um referencial. Quando você imagina que o poste está em repouso, lembre-se de que na verdade o poste, você e todas as pessoas que você conhece estão no planeta Terra. Este, por sua vez, movimenta-se em nosso sistema solar, com uma velocidade de cerca de 30 km/s em relação ao Sol. Deste modo, sempre que dissermos que um objeto possui certa velocidade, devemos ter em mente que esta velocidade é relativa a um determinado referencial, mesmo que não falemos isso explicitamente. Assim, o conceito de referencial é fundamental em física. Veremos no próximo módulo a relação que existe entre referenciais e as leis de Newton.



Movimento relativo! – Pense e responda

1. Suponha que uma pessoa M esteja sentada em um ônibus que se move em relação à Terra. Duas cadeiras à frente, uma pessoa N também está sentada.
   a. A pessoa N está parada ou está em movimento em relação à Terra?
   b. E em relação à pessoa M?
2. Uma pessoa, em um carro, observa um poste na calçada de uma rua, ao passar por ele. O poste está em repouso ou em movimento? Explique.
3. De acordo com as ideias da física atual (nem tão atual assim, pois sabemos disso desde a época de Galileu), a diferença fundamental entre os modelos heliocêntrico (Copérnico) e geocêntrico (Ptolomeu) era simplesmente uma escolha de referenciais diferentes. Qual o referencial que Copérnico estava adotando ao propor o sistema heliocêntrico?

Referências

HEWITT, Paul. Física Conceitual, 9ª. Edição. Porto Alegre: ARTMED Ed., 2002

LUZ, Antonio Máximo Ribeiro da e ÁLVARES, Beatriz Alvarenga. Curso de física. São Paulo: Scipione. 2007.

Boa, M. F. & Guimarães, L. A. Física: Termologia e óptica Ensino Médio São Paulo: Harbra, 2007

Imagens


• André Guimarães


• http://www.sxc.hu/photo/1239807.


• http://www.sxc.hu/photo/956386.


• http://www.sxc.hu/photo/1056593.


• Leonardo Pereira Vieira e Vitor Lara.


• Leonardo Pereira Vieira e Vitor Lara.


• Leonardo Pereira Vieira e Vitor Lara.


• Leonardo Pereira Vieira e Vitor Lara.

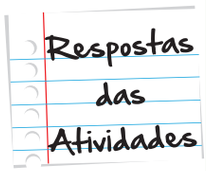

• Leonardo Pereira Vieira e Vitor Lara.


• Leonardo Pereira Vieira e Vitor Lara.


• Leonardo Pereira Vieira e Vitor Lara.


• http://www.sxc.hu/photo/517386 • David Hartman.


• http://www.sxc.hu/985516_96035528.



Atividade 1

c. Como estudamos nesse início de aula, a velocidade média é uma razão entre o espaço percorrido, pela esfera de aço, e o tempo que ela levou para percorrer essa distância. Logo, entre os pontos A e B temos d = 5,0 cm e t = 0,1 s. Note que o intervalo de tempo decorrido entre uma foto e outra é de 0,1, exatamente o tempo gasto para a esfera percorrer 5,0 m. Logo, temos: Vm = 5 / 0,1 = 50 cm/s.

d. Entre os pontos C e D a distância também é de 5,0 cm e ocorreram apenas duas fotos, cujo intervalo de tempo entre elas é de 0,1s. Portanto, teremos a mesma conta da letra a) e a velocidade média vale 50,0 cm/s.

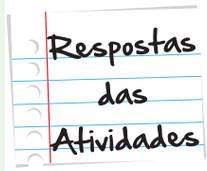
c. Entre os pontos B e E temos três fotos, logo 3 x 1,0 = 0,3 s para o tempo e 15,0 cm para a distância. Dessa forma, a velocidade média = 15/0,3 = 50 cm/s.

d. Entre os pontos A e F vemos que ocorreram 5 fotos, ou seja, toda a imagem estroboscópica. Logo, temos: 5 x 0,1 para o tempo e 5 x 5 para a distância. Vemos que a velocidade média vale 50 cm/s.

Atividade 2

Nesse caso, não poderemos dividir o espaço pelo tempo indiscriminadamente. Você já viu alguma velocidade cuja unidade era dada em km/min? Muito provavelmente não! Vamos dar essa resposta em km/h e para isso temos que passar 30 min para hora. Bem, 1 h tem 60 min, logo 30 min nada mais é que 0,5 h. Agora basta aplicarmos a definição: Vm = 20/0,5 = 40 km/h.

Atividade 3



a. Aplicando o conceito de velocidade média, podemos resolver esse problema rapidamente. Podemos notar que a primeira distância vale 5 cm, e o tempo que a bolinha levou para percorrer essa distância é de 0,1 s (esse tempo é igual para todo percurso consecutivo de bolinhas). Logo, $Vm^1 = 5/0,1 = 50$ cm/s. Para o segundo, $Vm^2 = 15/0,1 = 150$ cm/s. Você já deve ter notado que, nesse caso, basta dividir a distância entre uma foto e outra pelo tempo, que é de 0,1! Daí teremos $Vm^3 = 250$ cm/s, Vm4 = 350 cm/s.

b. Note que há aumento de 100 cm/s na velocidade em cada passo que damos no tempo! Isso gera uma aceleração de 100 cm/s^2, como veremos na próxima seção.

Atividade 4

O gráfico da direita representa o movimento de maior, pois tem maior inclinação. Isso nos mostra que, para intervalos iguais de tempo, o móvel desse gráfico percorre uma distância maior que a do gráfico da esquerda.

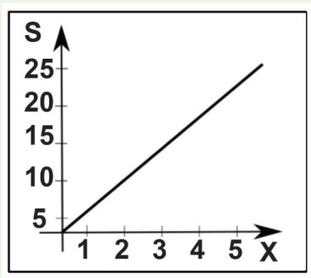
Respostas das Atividades

Atividade 5

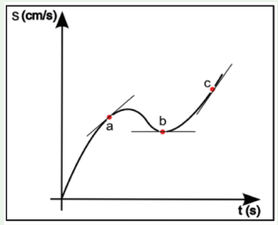
a.

Tempo (s)	Distância (cm)
0,0	0
0,1	5
0,2	10
0,3	15
0,4	20
0,5	25

b.



Atividade 6

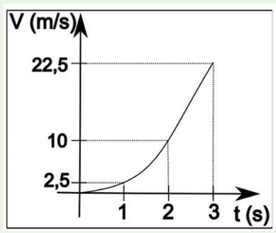


Note que na imagem acima traçamos uma reta tangente em cada ponto. Com essa reta podemos comparar as velocidades em cada um desses instantes. O que tiver a maior inclinação tem a maior velocidade, que é o ponto c.

Atividade 7

Respostas das Atividades

a.



b. No instante t = 3 s.

Atividade 8

1.

a. Em movimento.

b. Parada.

2. Em movimento, pois a pergunta refere-se ao passageiro. Logo, do ponto de vista do passageiro, quem está em movimento é o poste.

3. O Sol, pois supunha que a Terra e os demais planetas do Sistema Solar estavam em movimento em relação ao Astro Rei.



O que perguntam por aí?

Atividade 1 (ENEM 2011)

Para medir o tempo de reação de uma pessoa, pode-se realizar a seguinte experiência:

I. Mantenha uma régua (com cerca de 30 cm) suspensa verticalmente, segurando-a pela extremidade superior, de modo que o zero da régua esteja situado na extremidade inferior.

II. A pessoa deve colocar os dedos de sua mão, em forma de pinça, próximos do zero da régua, sem tocá-la.

III. Sem aviso prévio, a pessoa que estiver segurando a régua deve soltá-la. A outra pessoa deve procurar segurá-la o mais rapidamente possível e observar a posição onde conseguiu segurar a régua, isto é, a distância que ela percorre durante a queda.

O quadro seguinte mostra a posição em que três pessoas conseguiram segurar a régua e os respectivos tempos de reação.

Distância percorrida pela régua durante a queda (metro)	Tempo de reação (segundo)
0,30	0,24
0,15	0,17
0,10	0,14

Disponível em: http://br.geocities.com. Acesso em: 1 fev. 2009.

A distância percorrida pela régua aumenta mais rapidamente que o tempo de reação porque a

A) energia mecânica da régua aumenta, o que a faz cair mais rápido.
B) resistência do ar aumenta, o que faz a régua cair com menor velocidade.
C) aceleração de queda da régua varia, o que provoca um movimento acelerado.
D) força peso da régua tem valor constante, o que gera um movimento acelerado.
E) velocidade da régua é constante, o que provoca uma passagem linear de tempo.

Resposta: Por eliminação, podemos marcar o item d nesta primeira atividade. Entretanto, vale a pena entender a afirmação deste item. Ele afirma que a régua sofre a ação de uma força Peso constante, isto é, que não varia no decorrer de sua queda. Ainda não discutimos o conceito de forças (veja a Unidade 2), mas sabemos que a aceleração

de queda livre vale g = 10 m/s^2, independente da massa do objeto (contanto que se possa desprezar a resistência do ar). Na Unidade 3 vamos associar a Resultante das forças que atuam sobre um corpo com a aceleração adquirida por ele (Segunda Lei de Newton), de modo que a resposta a esta atividade ficará ainda mais clara, uma vez que o leitor estudará a Segunda Lei de Newton.

Eu tenho a força!

Para Início de conversa...

Você já praticou musculação? Se a resposta for positiva, você deve ter visto na sua academia algumas pessoas bastante fortes, capazes de erguer uma carga bem acima do que uma pessoa normal é capaz (isto se você mesmo já não se encaixa nessa categoria). Também se costuma associar a palavra força a estivadores de porto, caminhoneiros e halterofilistas. O que essa palavra significa na Física?

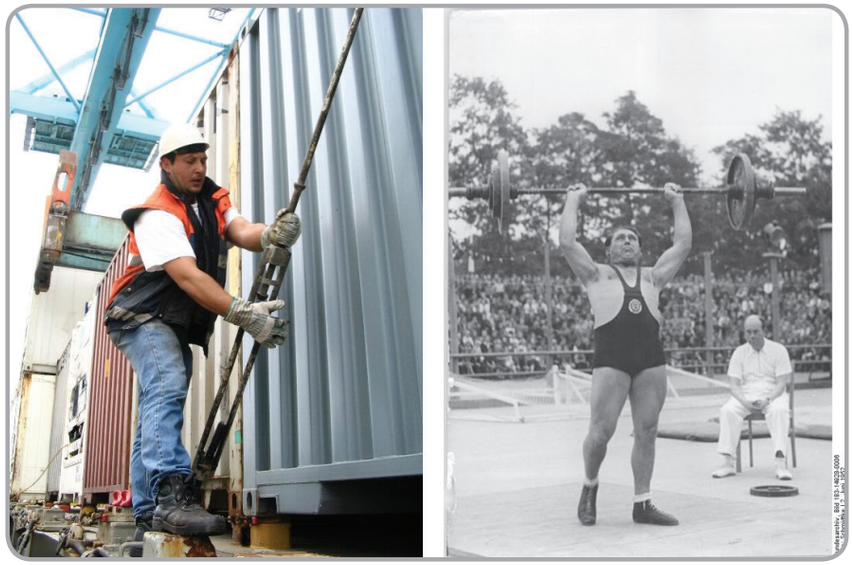


Figura 1: Estivador de porto à esquerda e à direita, um halterofilista.

Conforme veremos neste módulo, as forças são responsáveis por alterar o *estado de movimento* dos corpos. Lembre-se que no módulo passado vimos diversos tipos de movimentos, mas em nenhum momento nos perguntamos o porquê destes movimentos ocorrerem. Desta vez, iremos mais a fundo e traçaremos relações entre o movimento dos corpos e as forças que agem neles.

Objetivos de aprendizagem

- Identificar em quais condições um corpo realiza um movimento retilíneo uniforme;
- Associar o conceito de força a interações entre os corpos;
- Desenvolver diagramas de corpo livre;
- Explicar fenômenos simples, utilizando a Lei da ação-reação;
- Associar a força peso à interação entre o planeta Terra e os objetos que nele residem;
- Diferenciar força normal de força peso;
- Associar a força normal a uma força perpendicular à superfície em questão.

Seção 1
Forçando a barra

Bem, no início desta unidade, vimos que empregamos constantemente a palavra força no nosso dia a dia. Um outro exemplo do emprego desta palavra em nosso cotidiano é quando pedimos uma força para um camarada. Na Física, associamos a palavra força à interação entre os corpos. Eventualmente, as forças que atuam num determinado objeto podem até mesmo deformá-lo.

Existe uma categoria de forças que atuam mesmo que os corpos em questão estejam separados por uma certa distância. É o caso, por exemplo, da força de atração entre um prego e um ímã. Mesmo quando estão um pouco distantes um do outro, o prego e o ímã atraem-se mutuamente, mesmo que estivessem em uma câmara evacuada (sem nenhum ar em seu interior). Veja a Figura 2.

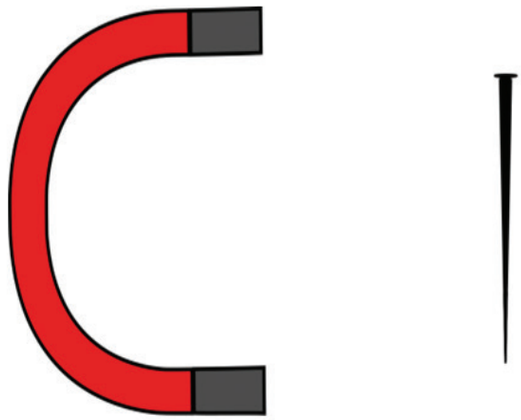


Figura 2: Imagem de um ímã e um prego. Mesmo afastados a uma certa distância, há uma interação (força) entre eles. Distantes aqui é um certo exagero. Se os corpos em questão estiverem suficientemente afastados, o pedaço de ferro praticamente não sente a ação do ímã.

Chamamos esta interação, entre o ímã e o prego, de *força magnética*. Forças como a magnética, que atuam mesmo que os corpos não estejam em contato direto, são chamadas de *forças de campo*. Outros exemplos de forças de campo são a força peso (a força de atração gravitacional entre a Terra e todos nós), a força eletrostática e a força nuclear.

Para dar prosseguimento aos nossos estudos, é importante que saibamos como podemos medir na prática uma força. Para fazer isto, utilizaremos um dispositivo composto por um tubo, com uma **gradação** em milímetros em seu exterior e em seu interior uma mola, tal como pode ser visto na **Figura 3**. Chamamos este tipo de aparelho, que

mede forças, de *dinamômetro*. Um tipo de dinamômetro muito conhecido é o utilizado em pesca, para medir o peso de um peixe capturado.

Gradação

Gradação – marcação de unidades de medida em um determinado objeto, como em uma régua onde há a marcação de cada milímetro, ou em uma balança onde há a marcação de cada grama.



Figura 3: Imagens de um dinamômetro com diferentes pesinhos. Cada um dos pesinhos tem 100g de massa. Podemos ver também a marcação apontada pelo dinamômetro, conforme vamos acrescentando os pesinhos, de um em um.

Utilizando alguns pesinhos, cada um de 100 gramas, realizamos a seguinte experiência: colocamos um único pesinho e constatamos que a marcação na gradação exterior do dinamômetro está em 1,0 cm. Colocando 2 pesinhos, vemos que a marcação na balança dobrou. Se pusermos um trio ao invés de um par, a marcação do dinamômetro passa a estar em 3 cm e, finalmente, quando dependuramos 400 g no total (4 pesinhos de 100 g cada), a marcação do dinamômetro passa a apontar para 4 cm. Utilizando um dispositivo como este, podemos medir diversos tipos de forças.

Podemos montar um gráfico que contém a massa posta no dinamômetro e a deformação (expansão ou contração) correspondente, que é lida na marcação feita no mesmo (veja a Figura 4).

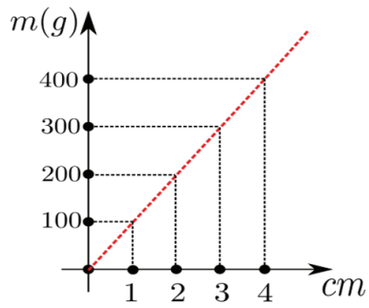


Figura 4: Gráfico construído a partir da utilização do dinamômetro da figura 3.

Como você pode observar no gráfico, conforme aumentamos gradativamente a quantidade de pesinhos, a deformação do dinamômetro aumenta proporcionalmente à massa dependurada.

Podemos então expressar esta relação como:

Força = constante x deformação da mola **(1)**



Esta fórmula é conhecida como *lei de Hooke*.

Você pode observar que há diferentes tipos de mola, desde espirais de caderno até molas utilizadas em suspensões de automóveis. O que diferencia estes tipos de mola? Certamente, será a resistência oferecida à força aplicada na mola. Por exemplo, com pouco esforço somos capazes de deformar a espiral de um caderno (a ponto, inclusive, de estragar a mola). Porém, para deformar uma mola, utilizada em suspensões de ônibus, teríamos de fazer uma força imensa, para verificar uma pequena deformação na mesma (lembre-se que elas são feitas para aguentar o peso da carroceria do ônibus e de mais de 40 passageiros ao mesmo tempo, dos mais variados pesos). O que caracteriza a resistência de uma mola é a constante que aparece na equação 1. Chamamos esta constante de *constante elástica*. Veja um exemplo de mola típico na **Figura 4**.

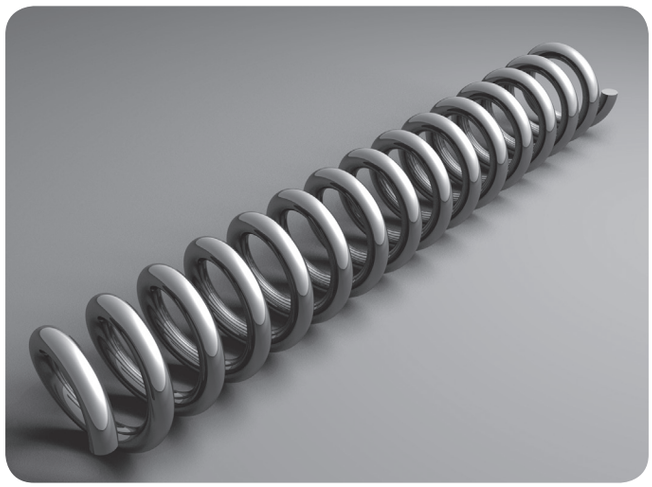


Figura 4: Exemplo típico de uma mola. Há diversas aplicações, como molas de espirais de caderno etc.

A unidade do Sistema Internacional para medir uma força é o Newton, representada pela letra N. Conforme veremos mais adiante, para determinar qual é a força peso que atua em um determinado objeto, devemos multiplicar o valor da sua massa pela aceleração da gravidade ($g = 9{,}8\ m/s^2$, que aproximaremos por 10, para facilitar as contas), isto é, temos que

Peso = Massa x Aceleração da gravidade **(2)**

Deste modo, temos que cada um dos pesinhos do experimento anterior tem o seguinte peso:

$P = 100\ (g) \times 10\ (m/s^2) = 0{,}1\ (kg) \times 10 = 1\ kg\ m/s^2 = 1$ Newton (N).

Logo, se cada pesinho colocado no dinamômetro do experimento exerce uma força de 1 Newton na mola, podemos descobrir a constante da fórmula (1) da seguinte forma:

Força = constante x deformação da mola

$1N = \text{constante} \times 1cm \rightarrow \text{constante} = 1N/cm$.

Agora que sabemos medir forças, podemos representá-las em algumas situações. Com um dinamômetro, podemos determinar a *intensidade* **(**também chamada de **módulo)** de uma força. Entretanto, só a intensidade não nos permite caracterizar completamente uma força. Forças com mesma intensidade podem ter diferentes efeitos num objeto. Veja o exemplo da **Figura 5**.

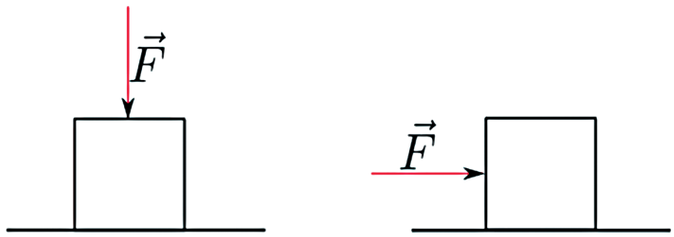


Figura 5: Uma mesma força F é aplicada em duas direções diferentes. Veja que o efeito causado pela força depende da direção e do sentido da mesma!

Duas forças com mesma intensidade tiveram efeitos bastante distintos no objeto da figura. Qual o motivo dessa diferença? Em um dos casos, a força aponta para a direita, enquanto que no outro, a mesma aponta para baixo. Por causa disto, precisamos sempre dizer em qual *direção e sentido* uma certa força aponta.

A *direção* de uma força nada mais é do que a linha reta onde a força se encontra. No caso do bloco que está à esquerda na **Figura 5**, esta linha é uma reta vertical**,** enquanto que para o bloco da direita, a força está na horizontal. Para representar a direção de uma força, você só precisa desenhar a linha reta sobre a qual a força se encontra.

Só que dizer apenas a linha reta onde a força localiza-se não é o bastante. Uma vez que fixamos a direção, sabemos apenas qual é a reta onde ela se encontra. Entretanto, um vetor sempre pode apontar para cada um dos dois lados de uma reta. Cada um destes lados vem a ser o que chamamos de *sentido*. Quando dizemos qual a *intensidade, direção e sentido* de uma força, caracterizamos esta força completamente. Grandezas deste tipo, que precisam destas três informações para ser efetivamente determinadas, são chamadas de *grandezas vetoriais*. Já vimos anteriormente outros exemplos de grandezas vetoriais, como, por exemplo, velocidade e aceleração. A partir de agora, utilizaremos setinhas para representar forças. O tamanho da seta indicará a intensidade da força, enquanto que a própria seta mostra a sua direção e sentido. Veja o exemplo da **Figura 6**.

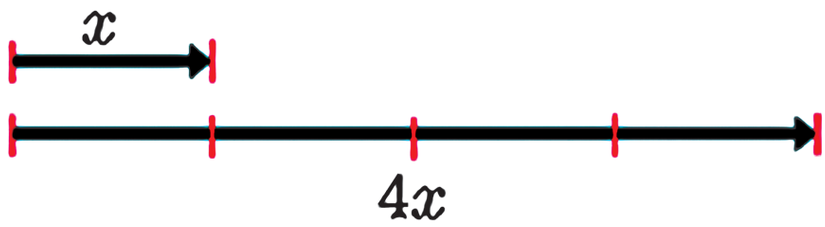


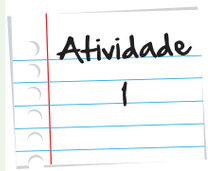
Figura 6: Temos dois vetores. Como o tamanho do vetor está relacionado ao seu módulo, temos que o módulo do de baixo é quatro (4) vezes maior que o do de cima.

Finalmente, vale a pena acrescentar que a representação de uma grandeza vetorial será feita, utilizando-se uma seta em cima da grandeza em questão. Exemplos: ($\vec{F}$), ($\vec{V}$), ($\vec{S}$), dentre outros.

Está perto ou distante?

Dê 3 exemplos de situações onde encontramos uma força de contato e outros 3 onde encontramos forças que atuam a distância, ou seja, forças de campo.

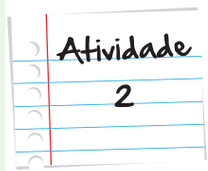
Anote suas respostas em seu caderno



Mudando de forma

Um objeto pode ter a sua forma deformada sem a aplicação de uma força?

Anote suas respostas em seu caderno



Seção 2
2 + 2 é mesmo igual a 4?

Como vimos anteriormente, a força é uma grandeza física que se comporta vetorialmente. Ela tem módulo (a sua intensidade, que é representada pelo tamanho da "setinha"), direção (que é a reta onde o vetor se encontra) e sentido (que é um dos dois lados da reta que se pode seguir).

Pelo fato das forças serem representadas por vetores, precisamos aprender como fazer operações matemáticas com eles. Todas as grandezas vetoriais (como a força e a velocidade, por exemplo) não seguem a mesma forma da soma e da multiplicação de grandezas escalares (os números que conhecemos 0, 1, -15, pi, 357.18, ...), como estamos acostumados.

Dois vetores cujos módulos valem 2N podem ter como resultado de sua soma 4N ou qualquer valor que vá de 0 (zero) a 4N. Achou estranho? Então, veja o exemplo da figura 7.

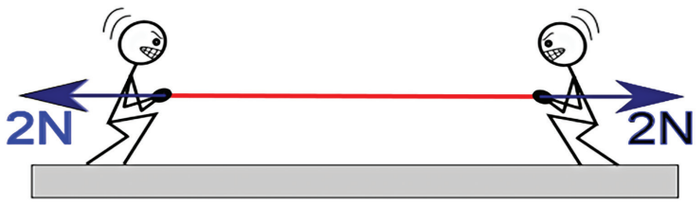


Figura 7: Dois amigos puxam uma corda, um da esquerda para direita e outro da direita para esquerda, com uma força de 2N cada.

Nesse caso, a soma das forças desses competitivos amigos vale zero. Veja por que: ambas as forças aplicadas valem 2N, as direções são iguais (neste caso, a direção seria a linha horizontal) e os sentidos são opostos. Para efetuar essa soma, precisamos escolher um sentido que indique qual das forças está em sentido positivo. Vamos escolher que o sentido positivo é o **da esquerda para a direita**. Sendo assim uma força é positiva (a que o amigo da direita faz) e outra é negativa, por que tem sentido oposto. Matematicamente, escrevemos:

$$2 + (-2) = 2 - 2 = 0 \quad \textbf{(3)}$$

Assim, podemos ver que o sinal da força depende do sentido da mesma. Se ela está no mesmo sentido ou no sentido oposto do que escolhemos como positivo.

Imagine agora que um dos amigos enfezou-se e aumentou a força que aplica na corda, e que o outro a manteve igual. Neste caso, essa soma deixará de ter resultado zero. Digamos que o rapaz da direita aumente a sua força para 5N. Agora a força que está no sentido positivo é maior que a que está no sentido negativo. Matematicamente, temos:

$$5 + (-2) = 5 - 2 = 3N \quad \textbf{(4)}$$

Desta vez, a resultante das forças vale 3N, que acarretará numa aceleração (mudança na velocidade) da esquerda para direita (sentido que escolhemos como negativo. Note que se escolhêssemos o sentido oposto como positivo, o resultado não mudaria em módulo).

Neste caso, em que ambas as forças possuem a mesma direção (no caso a horizontal), foi simples determinar a soma vetorial. Mas se considerarmos vetores que podem ter direções diferentes, a soma vetorial já fica mais complicada. Por causa disso, apresentaremos a seguir um conjunto de instruções (também chamado de algoritmo, ou de "receita de bolo") que nos permitirá determinar geometricamente a soma vetorial de uma quantidade qualquer de vetores.

2.1 - Soma Vetorial: A Regra do Polígono

Agora, apresentaremos um conjunto de instruções que, se seguidas, permitirão que somemos uma quantidade qualquer de vetores. A soma de vetores também é um vetor (do mesmo jeito que a soma de dois números fornece outro número). Assim, imagine que queremos somar os vetores $\vec{A}$, $\vec{B}$, $\vec{C}$ ..., isto é, obteremos o vetor $\overrightarrow{SOMA}=\vec{A}+\vec{B}+\vec{C}+...$:

Primeiro, represente (desenhe) o primeiro vetor (no caso o $\vec{A}$) num espaço em branco;

Agora, pegue o próximo vetor da lista ($\vec{B}$, $\vec{C}$, $\vec{D}$, ...) e coloque a ponta final (início) deste vetor na cabeça do vetor anterior ($\vec{A}$, $\vec{B}$, $\vec{C}$, ...);

Repita o passo 2) até que não haja mais nenhum vetor que desejamos somar;

Finalmente, representaremos o vetor final. Ele será um vetor cuja ponta final sai do início do primeiro vetor da lista (no caso o A) e vai terminar na cabeça do último vetor da lista.

Como aplicação deste algoritmo, considere que desejamos somar os três (3) vetores $\vec{A}$, $\vec{B}$ e $\vec{C}$ da **Figura 8** do exemplo a seguir.

Exemplo:

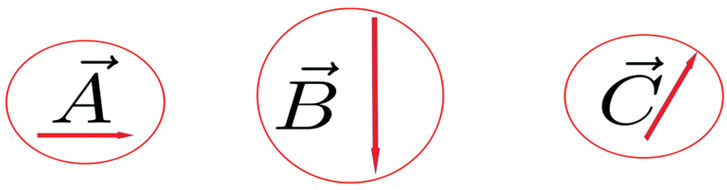


Figura 8: Representação de três vetores, $\vec{A}$, $\vec{B}$ e $\vec{C}$, onde a soma é mostrada passo a passo na **Figura 9**.

Na **Figura 9**, temos a aplicação do algoritmo apresentado passo a passo.

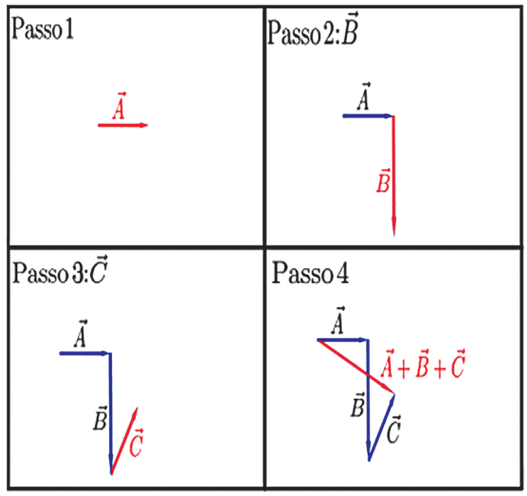


Figura 9: Diagrama que mostra passo a passo como aplicamos o algoritmo apresentado para os vetores da **Figura 8.**

Há um outro método que nos permite determinar o vetor soma resultante da soma de dois vetores, conhecido como *Regra do Paralelogramo*. Entretanto, não discutiremos esta regra aqui.

2

Multimídia

Para você entender melhor como uma força age, como funciona um vetor e como podemos realizar sua soma, veja a tele-aula do Telecurso 2000 que está disponível no *link* a seguir:

http://youtu.be/f05sYSYb5fc

Propomos agora que você aplique a regra do polígono em algumas situações simples.

Atividade 3

Faça sua lista!

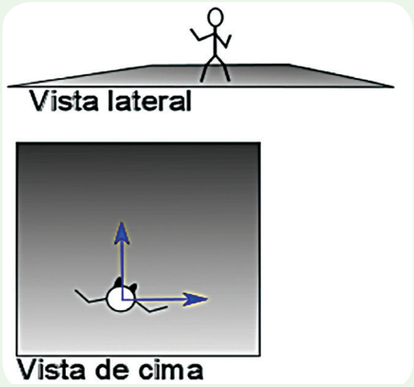
Liste as três características de um vetor que devem ser levadas em consideração numa operação como a soma.

Anote suas respostas em seu caderno

Indicando a direção

Atividade 4

Se uma pessoa sofre a ação de duas forças (indicadas pelas setas azuis), como mostra a figura a seguir, qual deve ser a direção para qual ela acelerará?



Anote suas respostas em seu caderno

Seção 3
Saindo do normal

Um tipo bastante comum de força é a força perpendicular (também chamada de normal). Esta força existe para impedir que os corpos penetrem uns nos outros. Por exemplo, se você está lendo este texto, sentado em uma cadeira, esta impede que você penetre nela, fazendo uma força em você para cima. Quando você empurra um carro com as mãos, para ajudar um motorista com problemas em seu automóvel, a carroceria do carro impede que suas mãos penetrem no mesmo. Neste caso, a força também será a normal. Por que este tipo de força, que impede penetrações, leva este nome? Como o nome indica, o motivo deve-se ao fato de esta força ser sempre perpendicular (em Matemática, a palavra normal é sinônimo de perpendicular) à superfície de contato entre os corpos (veja a **Figura 10**).

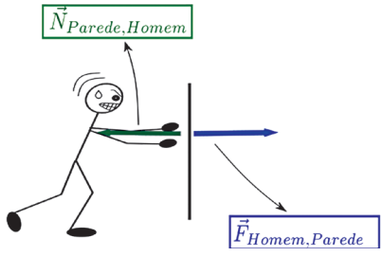


Figura 10: Um homem faz força sobre uma parede com suas mãos. Para evitar que as mãos do homem penetrem na parede, a parede exerce uma força Normal à sua superfície, nas mãos do homem.

A força *Normal* é sempre perpendicular à superfície onde ela atua (veja a **Figura 11**).



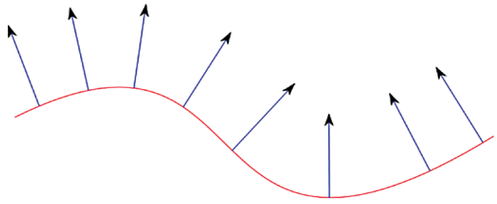


Figura 11: Temos uma linha sinuosa, para ilustrar o conceito de perpendicularidade. A força normal num ponto qualquer de uma superfície será sempre perpendicular à própria superfície naquele ponto.

Seção 4
Vale o quanto pesa

Você deve atentar para um fato importante. Quando subimos em uma balança, esse aparelho indica uma grandeza que não é o **peso** (como comumente chamamos), mas sim a intensidade da força de interação entre seus pés e a balança, que chamamos de *Normal*.

Uma maneira de visualizar o quanto essas duas grandezas (Peso e Normal) são diferentes é a seguinte. Fique em cima de uma balança e dê alguns pulinhos. Conforme você poderá constatar, a marcação da balança sofrerá alterações, à medida que você executa estes pequenos saltos. Entretanto, o seu peso não se altera neste processo. Isto acontece por que o contato entre seus pés e a plataforma da balança, e por conseguinte a força Normal, fica ora mais ora menos intensa.

No início desta aula, vimos que existem alguns tipos de força. O peso na verdade é uma força, do tipo força de campo. Essa força não precisa de contato para existir: ela surge da interação entre dois corpos, mesmo a distância.

A força Peso sempre estará direcionada ao centro da terra. É ela a responsável pela queda das coisas. Quando deixamos um objeto cair, a força Peso faz com que ele acelere com o valor de g, o que corresponde a um acréscimo de 10 m/s em sua velocidade, a cada segundo (se não houver resistência do ar).



Treinando pesado!

Atividade 5

Durante sua preparação para superar o conquistador de planetas Freeza, Goku fez um treinamento rigorosíssimo, onde o mesmo estava sujeito a uma gravidade 100 vezes a da Terra. Supondo que Goku tenha uma massa de 100 kg, qual seria o valor da força Peso, exercida sobre ele, enquanto está sob essa gravidade aumentada de 100 vezes (100 x g). Na nossa gravidade, que objetos poderiam ter o valor do peso calculado de Goku na gravidade de 100 x g?

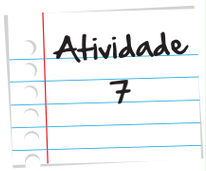
Anote suas respostas em seu caderno

Treinando PESADO: O Retorno!

Atividade 6

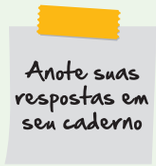
Agora, suponha que Goku vá até uma anã branca (um objeto celeste que resulta da evolução de diversos tipos de estrelas, tais como o nosso Sol. Esta evolução dura bilhões de anos). A gravidade na superfície de uma Anã Branca pode chegar a até 100.000 vezes o valor da aceleração da gravidade na Terra (100.000 x g). Se Goku conseguisse suportar essa gravidade, qual seria o valor da força Peso exercida sobre ele na superfície da Anã Branca? Na nossa gravidade, que objetos poderiam ter o valor do peso calculado de Goku na Anã Branca?

Anote suas respostas em seu caderno



Será que estou no sobrepeso?

Em que situação uma balança funciona corretamente, expressando o valor da massa do objeto que repousa sobre ele?



Seção 5
Diagramas de corpo livre

Para determinar o movimento de um corpo, é importante que primeiro saibamos quais são as forças que atuam sobre o mesmo. Para fazer isto, precisamos representar um *diagrama de corpo livre* (também chamado de *isolamento de forças*). Apresentaremos a seguir uma receita de bolo, que deverá ser sempre seguida, quando formos isolar as forças que atuam num objeto.

1. Represente *apenas* o corpo que será isolado. Não desenhe qualquer outro objeto no diagrama;

2. Identifique e marque primeiro quais forças de campo atuam no corpo em questão, utilizando sempre subíndices para representar o corpo que exerce a força e o corpo que a sofre (por exemplo, se estamos isolando um prego que está próximo de um ímã, a força exercida pelo ímã no prego será indicada como $F_{ímã,\,prego}$);

3. Veja quantos objetos estão em contato com o corpo que está sendo isolado. Marque *uma única* força para cada contato, usando a convenção de subíndices da regra 2 (por exemplo, se estamos isolando um livro que está sobre uma mesa, a força exercida pela mesa sobre o livro seria representada como $N_{mesa,\,livro}$. Utilizamos N neste caso por que a força é uma normal, que impede que o livro penetre na mesa). Vale a pena dar uma dica, que pode nos ajudar a verificar se realizamos o isolamento corretamente. Imagine que estamos isolando uma caneca que está sobre a mesa, conforme pode-se ver na **Figura 12**.

Lembre-se que quando isolamos um corpo, marcamos APENAS as forças que atuam SOBRE ele. Isto significa que, se seguimos corretamente os 3 passos da receita de bolo fornecida anteriormente, todas as forças devem ser do tipo $\vec{F}_{mesa,\,caneca}$, por que estamos isolando a caneca. Em outras palavras, se o segundo nome que aparece no subíndice das forças não for o mesmo nome do corpo que estamos isolando (neste caso, a caneca), comece a questionar o seu diagrama.

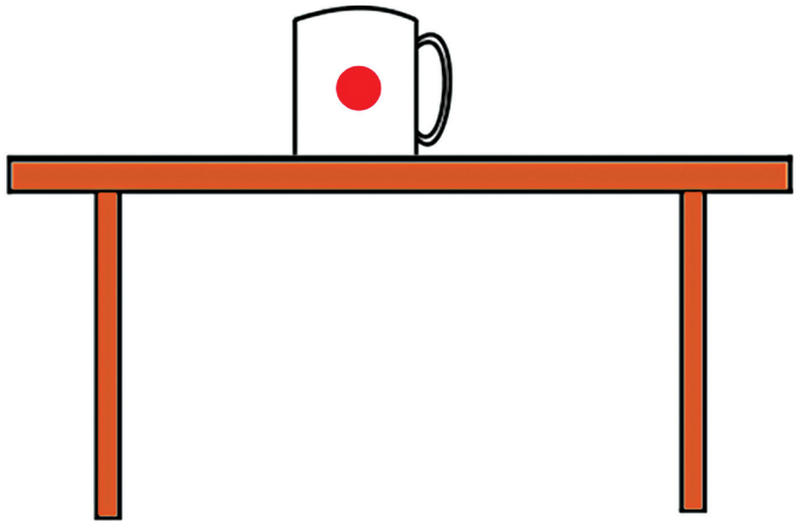


Figura 12: Figura de uma caneca sobre uma mesa.

Deste modo, o isolamento da caneca é representado na Figura 13.

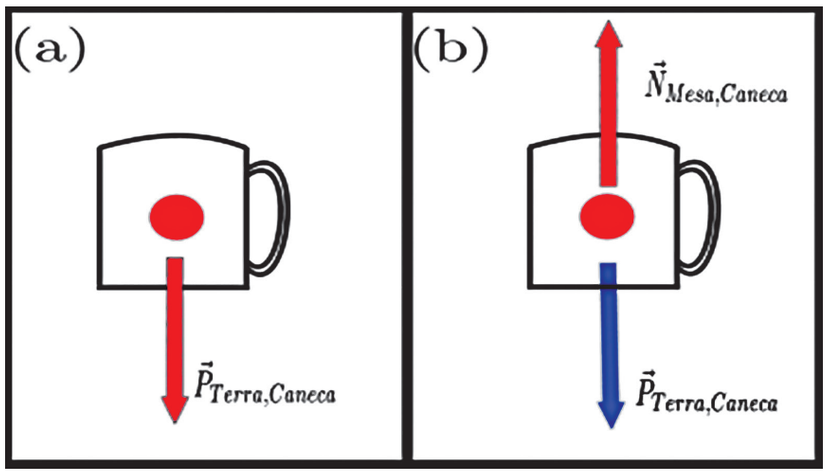


Figura 13: Representação do isolamento da caneca da Figura 12 passo a passo.

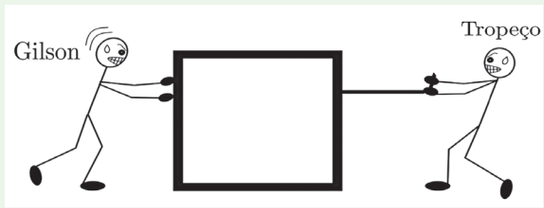
Atividade 8

Bate na madeira! Isola!

Considere que dois amigos truculentos, Tropeço e Gilson, desejam transportar uma caixa muito pesada, tal como na figura desta atividade. Faça o diagrama de forças para Gilson, Tropeço e para a caixa, e responda à seguinte pergunta:

a. Tropeço está fazendo alguma força na caixa? E em Gilson? Justifique.

Agora que conhecemos alguns tipos de forças e sabemos como isolar os corpos, podemos nos perguntar qual a relação entre força e movimento. Esta pergunta será apenas parcialmente respondida neste módulo.



Anote suas respostas em seu caderno

Seção 6

A Lei do movimento (Primeira Lei de Newton, ou ainda Lei do Movimento de Galileu)

O que acontece quando a resultante das forças que atuam sobre um objeto não é nula? Por exemplo, considere o caso de um livro, que está sobre uma mesa áspera e que sofre um empurrão, de modo a entrar em movimento (veja a **Figura 14**).

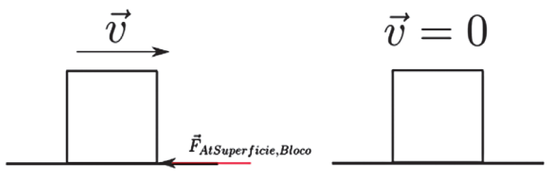


Figura 14: Imagem que representa um livro que é posto a entrar em movimento, da esquerda para a direita com uma velocidade inicial v, numa mesa áspera. Uma força de atrito atuará sobre o livro, até o mesmo entrar em repouso.

Podemos constatar, através da experiência, que existe uma força de contato, chamada força de atrito, que a mesa exerce sobre o livro, enquanto este desliza sobre a superfície da mesa. Quanto maior for a força de atrito, mais rápido ele entrará em repouso. Agora, imagine que a mesa fosse de gelo. Neste caso, o coeficiente de atrito seria muito pequeno! Ao experimentar um empurrão numa mesa como essa, o livro iria percorrer uma distância enorme antes de parar.

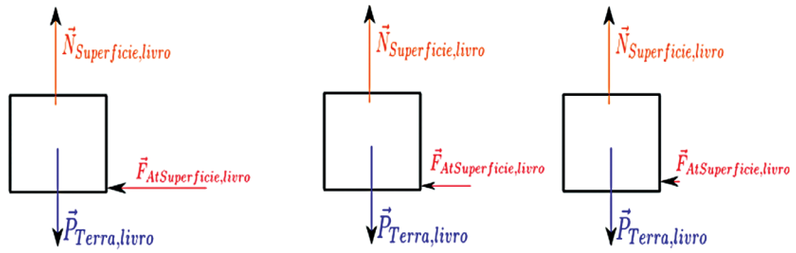


Figura 15: Representação do isolamento de forças para o livro, que está sobre a mesa áspera. Temos representadas três situações diferentes, onde variamos a aspereza entre o livro e a mesa. Quanto maior o coeficiente de atrito, maior será a força de atrito que o livro exerce na mesma.

Se representássemos a velocidade do livro como função do tempo, para as três situações descritas na **Figura 15**, obteríamos algo muito parecido com o descrito a seguir.

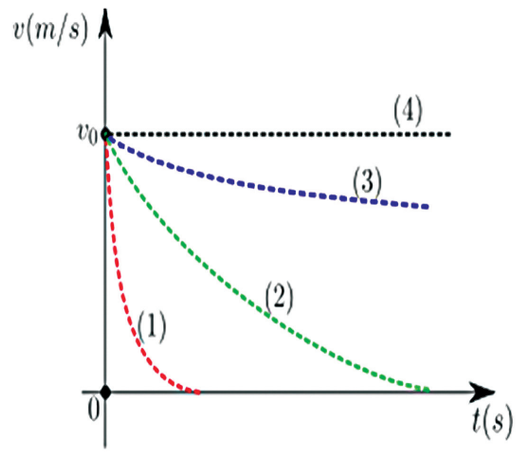


Figura 16: Curvas correspondentes às situações da **Figura 15** e ao caso limite [curva (4)], onde o atrito é nulo.

Quanto maior a força de atrito, mais rapidamente o livro atingirá a sua velocidade final, de repouso (v = 0). Então, relacionando as situações da **Figura 15** com as da **16**, temos que a curva (1) corresponde ao caso onde a força de atrito é a maior de todas, enquanto que a curva (2) equivale ao caso intermediário da **Figura 15**. Já o caso onde o livro (ou a superfície) é de gelo, o gráfico mais adequado seria o da curva (3).

Newton imaginou o seguinte. Se fosse possível fazer com que o atrito fosse realmente nulo, isto é, se existisse uma superfície *plana e perfeitamente lisa*, o objeto que sofre um empurrão, obtendo uma certa velocidade inicial v_0 teria essa *velocidade constante* a partir daí, como na curva (4) da **Figura 16**. Isto significa que neste caso ideal, a velocidade do corpo não se altera.

E mais ainda, Newton generalizou o que discutimos com esse exemplo específico, dizendo que isto não ocorre apenas no caso de um livro deslizando sobre uma mesa. Esta vem a ser a chamada primeira lei de Newton: sempre que a resultante das forças que atuam num corpo for nula, o corpo em questão ou estará em repouso (conforme discutimos anteriormente), ou executará um Movimento Retilíneo Uniforme (M.R.U.- movimento em linha reta, com velocidade constante). Perceba que se um objeto está em repouso, sua velocidade vale *zero* (e portanto, é constante), então podemos dizer, de maneira mais geral, que se a resultante das forças que atuam sobre um corpo vale zero, a velocidade do corpo será *constante*.

Agora está na hora de aplicar o isolamento de forças em algumas situações diferentes e discutir a primeira Lei de Newton a estas situações.

Considere que uma pessoa empurra uma caixa (que poderia ser um tijolo ou um livro, por exemplo) sobre uma superfície, de tal maneira que a velocidade da caixa seja constante, como vemos na **Figura 17**.

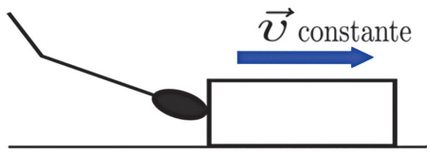


Figura 17: Imagem de uma pessoa que empurra uma caixa, de tal maneira que esta caixa desloca-se com velocidade constante sobre uma superfície.

Primeiro, vamos isolar as forças que atuam na caixa da **Figura 17**. Seguindo o procedimento descrito anteriormente, temos na **Figura 18** o isolamento da caixa.

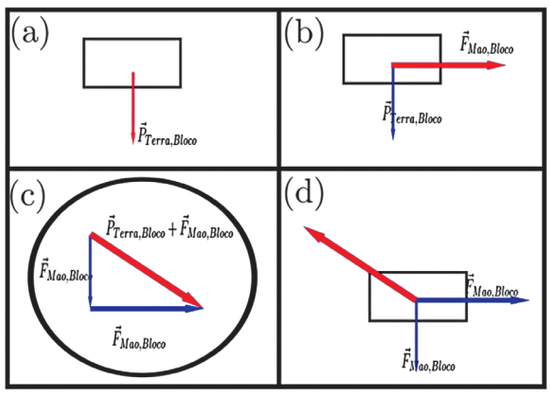
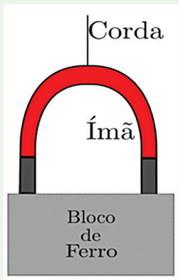


Figura 18: Representação esquemática do isolamento do bloco da **Figura 17** passo a passo.

Veja que por causa da Primeira Lei de Newton, a soma das forças que atuam no corpo deve ser nula. Por isso, em (c) primeiro vimos qual é a soma da força peso e da força aplicada pela mão no bloco. Assim, em (d) representamos uma força idêntica à soma de (c), mas com sentido oposto. Deste modo, a soma das três forças anular-se-á.

Repare que só pelo desenho, nós sabemos que a força exercida pela superfície sobre o bloco é maior que as outras duas forças que atuam sobre ele (a força peso e a força que a mão faz no bloco). Neste caso, não é possível dizer se a força peso é maior ou menor que a força que a mão faz no bloco, ou seja, a força em vermelho em (D) é igual à soma de da força de atrito e da força normal que já foram apresentadas anteriormente.



Saia da Inércia

Atividade 9

Na figura ao lado, temos um bloco de ferro que está preso a um ímã, sendo sustentado pelo magneto. O ímã encontra-se amarrado a um fio de massa desprezível, preso ao teto.

Isole, separadamente as forças que atuam no ímã e no bloco de ferro, e utilizando a Primeira Lei de Newton, compare o módulo das forças que aparecem no diagrama de corpo livre do ímã. Em seguida, repita o procedimento para as forças que aparecem no isolamento do bloco de ferro.

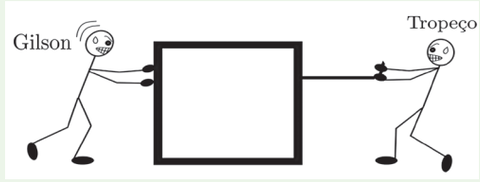
Anote suas respostas em seu caderno

Puxa que vai!

Atividade 10

Considere novamente a caixa, carregada por Gilson e Tropeço.

Sabendo que a caixa desliza à velocidade constante, compare algumas das forças que atuam na mesma.



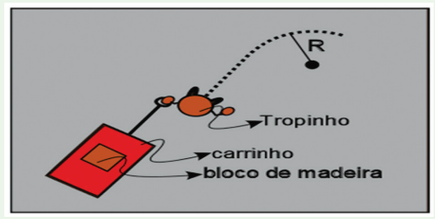
Anote suas respostas em seu caderno

Atividade 11

Saindo pela tangente!

Tropinho brinca com um carrinho que possui um bloco de madeira sobre ele, conforme pode-se ver na figura ao lado.

Num determinado instante Joaquim faz uma curva bem fechada. Diga o que pode acontecer com o bloco, utilizando a primeira lei de Newton, que estudamos há pouco.



Anote suas respostas em seu caderno

Seção 7
Tração nas 4, pra aumentar a Tensão!

Certamente, você já viu em algum lugar onde há uma obra em andamento (isto se você mesmo já não colocou/coloca a mão na massa), que há alguns dispositivos que se utilizam de cordas para realizar algumas atividades, tais como erguer um balde com cimento do térreo para um andar superior. Esses artefatos utilizam algumas propriedades de cordas para realizar este trabalho. Para entender como se pode utilizar um cabo para este tipo de fim, considere que temos uma corda de aço, amarrada de modo a ficar dependurada e presa nas suas extremidades, tal como na Figura 19.

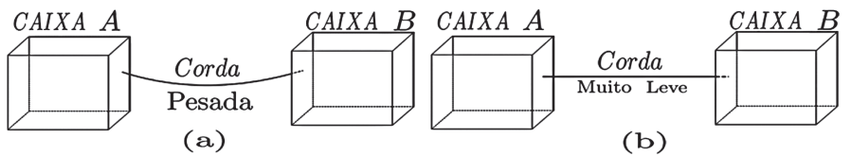


Figura 19: Em (a), temos uma corda que está presa a duas caixas, que chamamos de A (a da esquerda) e B (a da direita). Em (b), temos a mesma situação, mas dessa vez a corda é muito leve.

Por que representamos a corda curvada para baixo? Como no exemplo a corda que está presa aos blocos A e B da Figura 19 é de aço, temos que a massa da mesma (e consequentemente a força Peso) será elevada. Se a corda está em repouso, como seria o diagrama de corpo livre da mesma? Veja na Figura 20.

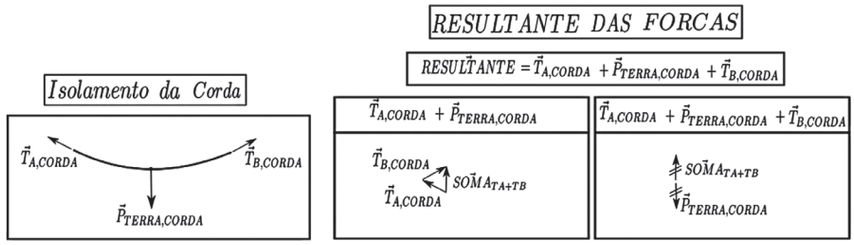


Figura 20: À esquerda, temos o isolamento da corda, que sofre o Peso.

Para que a soma das forças que atuam na corda anule-se, as trações, nas duas extremidades da corda devem ser inclinadas, como vemos no isolamento da corda na Figura 20. O motivo disto é que a força Peso, que a Terra exerce na corda e que aponta para baixo, deve ser cancelada, já que a corda está em repouso. Entretanto, em alguns casos somos capazes de jurar que não há nenhuma "barriga" na corda formada, devido ao seu peso. Veja o caso da corda de um violão: uma vez que ela esteja devidamente tensionada no instrumento, não somos capazes de perceber a olho nu nenhuma barriga. Para que não seja formada nenhuma barriga na corda, é necessário que a força Peso exercida sobre a mesma, que aponta para baixo, seja muito menor que as trações que mantém a corda tensionada. Neste caso, podemos desprezar a força Peso da corda, e assim, nenhuma barriga se formará. Nesta situação, em que a massa da corda pode ser desprezada, a tração passa a ser a mesma em todos os pontos da corda. Este será o caso da esmagadora maioria (se não for de fato a totalidade) dos problemas que envolvem cordas nos problemas de física que você verá. Então, quando você ler num enunciado que a corda tem massa desprezível (ou algo parecido), só há uma tração na corda, independente do ponto, e a corda poderá ficar perfeitamente estirada na horizontal, sem formar nenhuma barriga (veja a Figura 19, à direita).

Como podemos utilizar cordas e fios para facilitar nossas atividades cotidianas? Veja que utilizamos fios e cordas para diversos fins: para formar as cordas de um instrumento musical, para amarrar seus calçados e até mesmo para sua higiene bucal. Uma aplicação interessante de cordas é a chamada *roldana*. Este instrumento é frequentemente utilizado em construções e obras. Nesses ambientes de trabalho, desejamos erguer objetos de grande peso, como sacos de cimento etc. (veja a **Figura 21**).

Vimos anteriormente que se submetemos uma tração na corda que seja muito maior que o peso dela, podemos considerar que a mesma não forma barriga (embora nesse caso ela não formaria barriga), e que nesse caso, temos que só existe uma tração na corda. Desprezando a massa da corda, temos então que a força que o rapaz da **Figura 21** faz na

extremidade esquerda da corda é a mesma força em todos os pontos da mesma. Para entender o que está acontecendo em mais detalhes, vamos representar o diagrama de forças para a roldana e para o balde (veja a **Figura 22**).

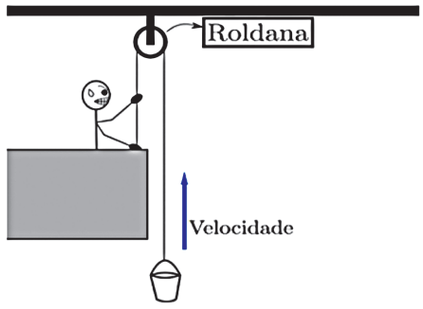


Figura 21: Imagem do uso de uma roldana para erguer diversos objetos

Conforme o que discutimos anteriormente, se a massa da corda for muito pequena, podemos dizer que a tração é a mesma em todos os pontos da corda. Se o balde da **Figura 21** sobe com velocidade constante, sabemos que a resultante das forças que atuam sobre ele é **zero**. Nesse caso, a tração na corda é igual ao peso do balde (veja a **Figura 22 b**). Então, se a massa do balde é de 20 kg, seu Peso (e a tração na corda) vale

$P = mg = 200$ N.

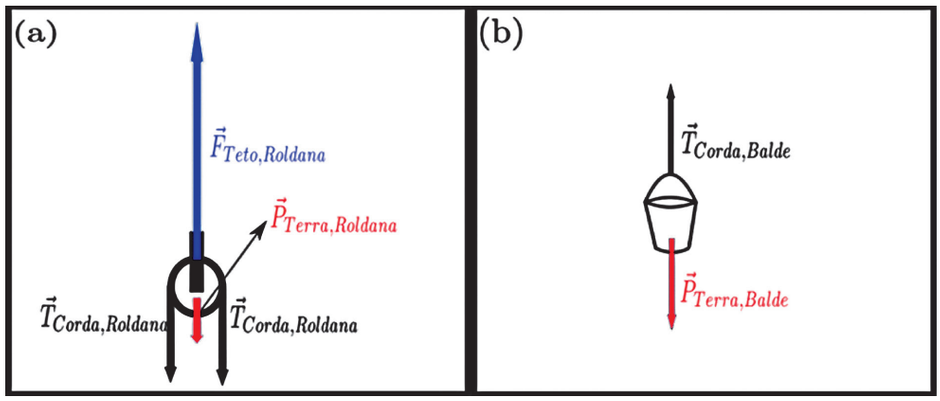


Figura 22: Em (a), temos o diagrama de forças para a roldana. Temos o mesmo em (b), desta vez para o balde.

Por sua vez, este será o valor da força exercida pelo rapaz, já que a tração na corda é a mesma em todos os pontos. Repare que se a roldana está parada (velocidade nula), pela primeira Lei de Newton a força que o teto faz na roldana para cima deve ser igual ao Peso da roldana mais duas vezes a tração na corda.



Quero ver se tu és brabo!

Atividade 12

Imagine que você e um amigo estão competindo para ver quem é mais forte. Na procura de desafios, vocês fizeram queda de braço, cabo de guerra e até foram a uma academia para ver quem aguentava mais peso. Entretanto, em todos esses desafios vocês empataram! Ao comentar dessa disputa com o professor de Física, ele resolveu ajudar, passando-lhes um desafio final. O desafio consistia em arrumar uma pedra com mais de 5kg e amarrar uma corda, de maneira que sobrem duas pontas de tamanhos iguais e grandes o suficiente para que vocês possam segurar em ambas, veja a figura ao lado.

Então os participantes teriam que puxar nas duas pontas até que a corda fique totalmente reta na horizontal. Pergunta: algum dos dois amigos será capaz de completar a tarefa? Justifique a sua resposta.

Anote suas respostas em seu caderno

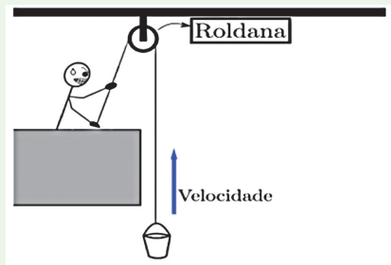
Puxa que sobe!

Atividade 13

Um trabalhador puxa um balde cheio de argamassa, pesando 150N, com auxílio de uma corda e uma roldana (veja figura a seguir).

Na primeira situação, o trabalhador puxa a corda de maneira vertical, já na segunda ele se inclina um pouco. Diga em qual das situações o rapaz tem de fazer mais força para erguer o balde. Justifique a sua resposta.

Anote suas respostas em seu caderno



SEÇÃO 8
A Terceira Lei de Newton ("Já está quase no fim! Ânimo! Reaja!")

Conforme já adiantamos anteriormente, na discussão relativa à força Peso (força de interação gravitacional), quando consideramos a interação, referente a um par de corpos, temos que: a força que o corpo 1 faz no corpo 2 é a mesma força que o corpo 2 faz no corpo 1, independente do valor das massas dos corpos 1 e 2. Esta vem a ser a Terceira Lei de Newton (também conhecida como Lei da Ação-Reação):

> "Quando dois corpos interagem, exercendo-se forças mutuamente, temos que a força exercida pelo corpo A sobre o corpo B tem o mesmo módulo, mesma direção, mas sentido oposto ao da força exercida pelo corpo B sobre o corpo A."

Um argumento interessante, que serve para argumentar em favor da Terceira Lei de Newton é o seguinte. considere o seguinte caso, relatado pelo chamado Barão de Munchausen. Este homem afirma ter conseguido escapar de uma maneira muito peculiar, por certa vez, de um pântano similar à areia movediça. Quando estava prestes a submergir completamente no lodo do pântano juntamente com seu cavalo, ele recorre à força que ainda guardava e ergue a si e à sua montaria, puxando-se pelos cabelos, para fora da armadilha mortal (veja a **Figura 23**).

O que você acha dos relatos deste homem? Eles são razoáveis? Ao refletirmos um pouco sobre a possibilidade de o acontecimento narrado pelo Barão ser de fato verídico, chegamos à conclusão de que este caso não passa de uma história de pescador. Se tivesse sido possível ao Barão tal ato, não haveria necessidade do mesmo utilizar carruagens de qualquer tipo. Bastaria erguer-se a si e viajar tal como o Peter Pan, cruzando os ares. De um ponto de vista lógico, podemos refutar esta história, baseando-nos na Terceira Lei de Newton. Para simplificar, vamos considerar que o Barão está sozinho, sem seu cavalo. Vamos então isolar a região do corpo do Barão em que ele pretende realizar sua "mágica", isto é, suas mãos e seu cabelo (veja a Figura 24).



Figura 23: Temos o Barão de Munchausen erguendo-se pelos cabelos e retirando a si e ao seu cavalo de uma armadilha movediça, tal como descrito no texto.

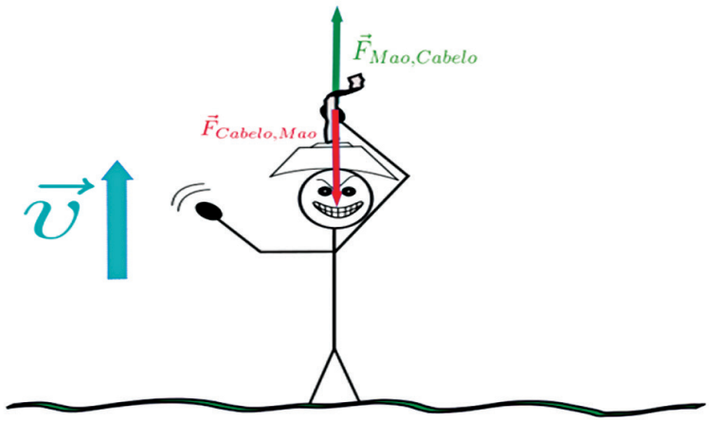
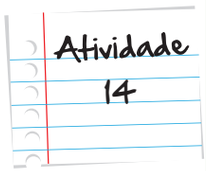


Figura 24: Isolamento de forças do Barão

Da figura 24, podemos concluir algumas coisas. Uma vez que os cabelos do Barão estão presos ao seu próprio corpo, temos que:

- As mãos do Barão exercerão uma força nos cabelos para cima;
- Os cabelos do Barão exercerão uma força nas mãos para baixo.

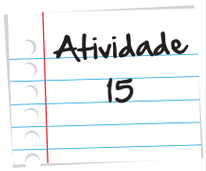
Deste modo, o corpo do Barão sofre a atuação de duas forças, que de acordo com a Terceira Lei de Newton, são iguais em módulo, direção e têm sentidos opostos, anulam-se. **NESSE** caso, por que o par ação-reação atua sobre um mesmo corpo (força da mão sobre os cabelos ou força dos cabelos sobre a mão: pouco importa. Não devemos pensar nos pares ação-reação como uma relação de causa-consequência. Em outras palavras, tanto faz a ação ser a força da mão sobre o cabelo ou a força do cabelo sobre a mão.



Bate-rebate

Um par ação-reação pode ser aplicado em um único corpo?

Anote suas respostas em seu caderno



Natureza das forças

Existe par ação-reação de naturezas distintas?

Anote suas respostas em seu caderno

Resumo

Nesta unidade, começamos o estudo de diversos tipos de força que existem na Física, tais como: a força Peso, Tração, Normal e Força de Atrito. Vimos que de um modo geral as forças provocam alterações no estado de movimento de um corpo, ou causam-lhe deformações. Além disso, classificamos as forças em duas categorias distintas: forças de

campo, que atuam mesmo que os corpos não estejam em contato direto e forças de contato, que existem apenas quando os corpos em questão estão encostados um no outro. Exploramos as três qualidades que caracterizam uma força: seu módulo, sua direção e seu sentido.

Finalmente, relacionamos a soma de todas as forças que atuam sobre um corpo (Força Resultante) com o movimento adquirido por este corpo, através da Primeira Lei de Newton. Por fim, fomos capazes de relacionar as forças que um objeto exerce sobre outro (e vice-versa), utilizando a Terceira Lei de Newton (Lei da Ação-Reação). Aplicamos todos estes conceitos a diversas circunstâncias simples, tentando tomar como exemplos situações próximas à realidade do leitor.

Veja ainda

Caso você deseje aprofundar-se ainda mais no tema, dispomos a seguir um link que mostra como é possível construir materiais que facilitam a compreensão das Leis de Newton.

http://www.educared.org/educa/index.cfm?pg=ensinar_e_aprender.turbine_interna&id_dica=233

Referências

- HEWITTT, P. G. **Física Conceitual**. Ed. Bookman, 2008.
- GUIMARAES, L. A. M., FONTE BOA, M. C. Física Mecânica. Ed. Futura, 2004.

Imagens

 • André Guimarães

 • http://pt.wikipedia.org/wiki/Ficheiro:Dockworker_lashing_a_container.jpg

 • http://pt.wikipedia.org/wiki/Ficheiro:Bundesarchiv_Bild_183-14928-0006,_Wuhlheide,_Volksfest,_DDR-Meister_Ludwig.jpg

 • Vitor Lara

 • Leonardo Pereira Vieira e Vitor Lara.



• Leonardo Pereira Vieira e Vitor Lara.


• http://www.sxc.hu/photo/935741



• Leonardo Pereira Vieira e Vitor Lara.



• Leonardo Pereira Vieira e Vitor Lara.

• Leonardo Pereira Vieira e Vitor Lara.



• Leonardo Pereira Vieira e Vitor Lara.



• Leonardo Pereira Vieira e Vitor Lara.


• Leonardo Pereira Vieira e Vitor Lara.


• Fonte: http://www.flickr.com/photos/memoriesofyami/6681736257/sizes/m/in/photostream/ • Yami Ghor


• Leonardo Pereira Vieira e Vitor Lara.



• Leonardo Pereira Vieira e Vitor Lara.



• Leonardo Pereira Vieira e Vitor Lara.


• Leonardo Pereira Vieira e Vitor Lara.



• Leonardo Pereira Vieira e Vitor Lara.


• Leonardo Pereira Vieira e Vitor Lara.



• Leonardo Pereira Vieira e Vitor Lara.



• Leonardo Pereira Vieira e Vitor Lara.

 • Leonardo Pereira Vieira e Vitor Lara.

 • Leonardo Pereira Vieira e Vitor Lara.

 • Leonardo Pereira Vieira e Vitor Lara.

 • Leonardo Pereira Vieira e Vitor Lara.

 • Leonardo Pereira Vieira e Vitor Lara.

 • Leonardo Pereira Vieira e Vitor Lara.

 • Fonte: http://www.ils.uec.ac.jp/~dima/D/gravitsapa.htm

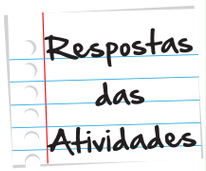
 • Leonardo Pereira Vieira e Vitor Lara.

 • Leonardo Pereira Vieira e Vitor Lara.

 • Leonardo Pereira Vieira e Vitor Lara.

 • http://www.sxc.hu/photo/517386 • David Hartman.

 • http://www.sxc.hu/985516_96035528.



Atividade 1

Encontramos forças de contato em diversas circunstâncias. Basicamente, todas as forças que exercemos são forças de contato. Quando seguramos ou empurramos um objeto, realizamos uma força de contato sobre o mesmo.

As forças de campo também não são incomuns. Todos os objetos na superfície da Terra sentem uma força de campo, a força Peso. Outro exemplo bastante comum é a força magnética, responsável pela atração entre ímãs e alguns tipos de objeto (como o ferro, por exemplo).

Atividade 2

Pode. Quando alteramos a temperatura de um corpo, o mesmo normalmente tem seu volume alterado. Este efeito é conhecido como dilatação térmica. Excetuando-se este e possivelmente mais um ou outro caso isolado, as forças é que são responsáveis pelas deformações dos objetos.

Atividade 3

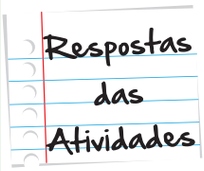
Na soma vetorial, devemos levar em consideração o módulo, o sentido e a direção dos vetores.

Atividade 4

Para responder a essa pergunta, devemos somar os vetores indicados na pessoa e tomar como referencia a direção e o sentido do vetor resultante, pois é nessa direção que ele acelerará! Ao fazer essa soma, você verá que será na diagonal, direita para cima.

Atividade 5

Temos que a força Peso exercida pelo planeta Terra sobre um corpo nas proximidades de sua superfície é dada por $P = mg$.



Neste caso, a gravidade é aumentada de 100 vezes e; portanto, g = 100 x 10 = 1000 m/s^2. Temos então que P = 100 (kg) x 1000 (m/s^2) = 100.000 N

Portanto, devemos procurar objetos que tenham um peso de 100.000 N na Terra, onde a gravidade vale 10 m/s^2. Assim, podemos escrever P = m x g

100.000 = m x 10

m = 10.000 kg = 10 toneladas.

Como objetos ou corpos que tenham uma massa desta magnitude, podemos citar algumas espécies de baleia ou um ônibus.

Atividade 6

Neste caso, a gravidade é 100.000 vezes maior que a da Terra. Portanto, o peso de Goku na superfície de uma Anã Branca valeria P = m x g = 100 x 1000 000 = 10^8N.

Para determinarmos a massa de um objeto que teria este peso na Terra, usamos novamente a fórmula P = m x g

10^8 = m x 10

m = 10^7 kg (10 milhões de quilogramas – ou 10.000 toneladas).

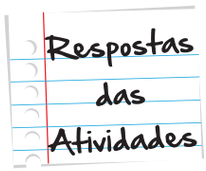
Para se ter uma ideia do valor desta massa, ela é equivalente ao peso da água de 4 piscinas olímpicas cheias até a borda.

Atividade 7

A balança funcionará corretamente, se você estiver em repouso sobre a mesma. Ela também funcionará corretamente, se você e ela estiverem se movimentando com velocidade constante.

Atividade 8

Tropeço não é capaz de realizar força nem em Gilson, e nem na caixa, afinal, ele não está em contato direto com estes objetos. Entretanto, Tropeço realiza uma força na corda, e esta sim, exerce força na caixa.



Atividade 9

No ímã, a força de tração deve ter o mesmo módulo que a soma entre as força peso do imã e a força que o bloco faz no ímã. Assim ele estará em repouso. Já no bloco de ferro a força peso do bloco deve ter o mesmo módulo da força que o ímã faz no bloco.

Atividade 10

Bem, se o bloco viaja com velocidade constante, sabemos que o somatório das forças deve ser zero! Logo, temos que o peso do bloco anulará a normal (força de contato entre o bloco e o chão) e a soma das forças que os homens aplicam deve ter sentido oposto e módulo igual a força de atrito entre a caixa e o chão. Assim, garantimos que a força resultante vale zero! Logo, o bloco só poderá estar parado ou se movimentando com velocidade constante.

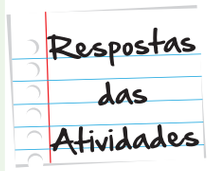
Atividade 11

Antes de realizar a curva o bloco tenderá a se mover em linha reta e com velocidade constante, como diz a primeira lei de Newton. Logo, para que o bloco realize a curva, terá de surgir uma força que o acelere. Essa força é a força de atrito entre o fundo do carrinho e o bloco, que apontará para o centro da curva. Mas, se a rapidez com que Tropinho realizar a curva for muito grande, o bloco pode seguir em linha reta, pois assim a força de atrito será muito pequena para mudar a trajetória do bloco.

Atividade 12

Não! Note que ao puxar a corda estaremos aplicando duas forças, cujas componentes verticais têm de anular o peso da pedra. Entretanto, ao aplicar essa força, de inicio a pedra tenderá a subir. Pois o somatório dessas duas componentes será maior que o peso da pedra.

À medida que ela sobe maior tem de ser a força aplicada por você, pois menor será a componente. Em verdade podemos dizer que para deixar a corda totalmente n horizontal a força aplicada por você terá de ser infinita.



Atividade 13

Na verdade, ele terá de aplicar a mesma força. Pois a inclinação obtida não influenciará na resultante. Talvez um desconforto, mas a força é a mesma e tem de ser igual a força peso.

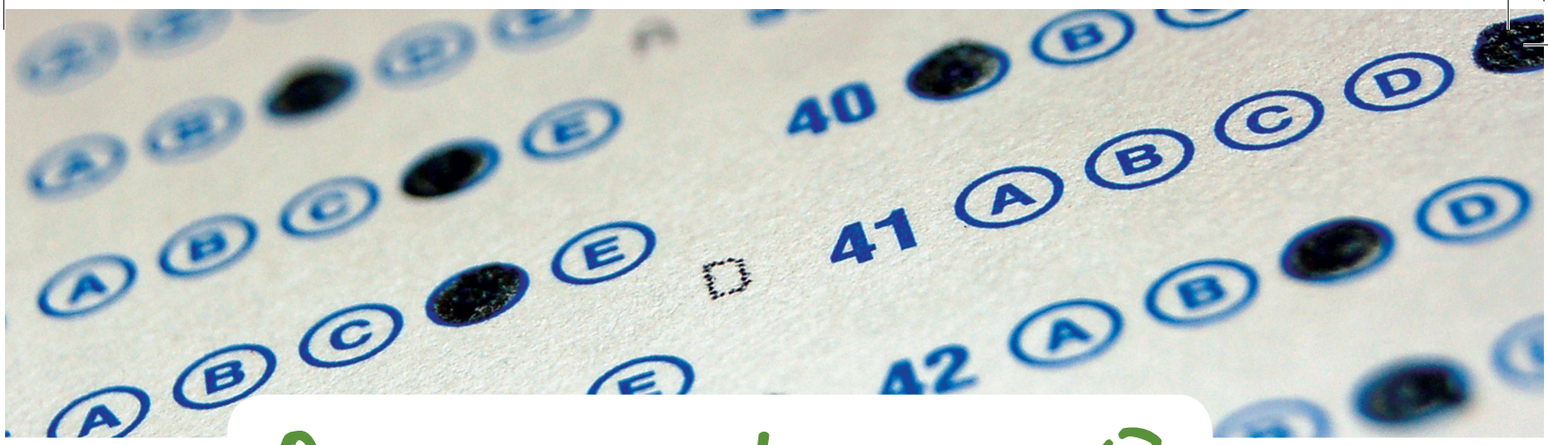
Atividade 14

Sim, entretanto o objeto não acelerará. Essa pode ser uma definição de força interna!

Atividade 15

Não! Eles precisam ser de mesma natureza!





O que perguntam por aí?

Veja a seguir alguns problemas de vestibular para o seu aprofundamento.

(UFMG) Uma pessoa está empurrando um caixote. A força que essa pessoa exerce sobre o caixote é igual e contrária à força que o caixote exerce sobre ela. Com relação a essa situação assinale a alternativa correta:

a. a pessoa poderá mover o caixote porque aplica a força sobre o caixote antes de ele poder anular essa força.

b. a pessoa poderá mover o caixote porque as forças citadas não atuam no mesmo corpo.

c. a pessoa poderá mover o caixote se tiver uma massa maior do que a massa do caixote.

d. a pessoa terá grande dificuldade para mover o caixote, pois nunca consegue exercer uma força sobre ele maior do que a força que esse caixote exerce sobre ela.

Gabarito: b

(FAU.S.J.CAMPOS) Se você empurrar um objeto sobre um plano horizontal que imagina tão polido como para não oferecer nenhuma oposição ao movimento, você faz com que ele se movimente com uma certa intensidade. No momento em que você solta o objeto:

a) ele para imediatamente.

b) diminui a intensidade da sua velocidade até parar.

c) continua se movimentando, mantendo constante a sua velocidade vetorial.

d) para após uma repentina diminuição da intensidade de sua velocidade.

e) n.r.a.

Gabarito: c

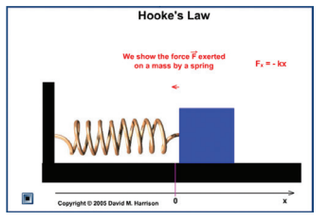
Material Não Formatado_Links:

Simulação

Assunto: Lei de Hooke

Link: http://faraday.physics.utoronto.ca/GeneralInterest/Harrison/Flash/ClassMechanics/HookesLaw/HookesLaw.html

Descrição: Recurso educacional que demonstra, através da mudança no sentido de um vetor, a força que está sendo exercida sobre um corpo quando uma mola é comprimida e extendida.



Veja que não é qualquer objeto que utilizamos no interior do dinamômetro. As molas em geral possuem uma propriedade bastante peculiar. Quando imprimimos uma força em uma espiral, ela se deforma, e exerce uma força contra você, na tentativa de trazer a mola ao seu formato original. Isto é, se esticamos uma mola, ela exerce uma força na direção de fazê-la encolher-se e quando a comprimimos, ela nos exerce uma para crescer. Chamamos forças deste tipo de forças restauradoras. Veja que no exemplo anterior, o dos pesinhos, a força exercida pela mola cresce na mesma proporção que a deformação provocada por esta força. Isto é, quando dobramos o peso, a deformação dobrou, quando triplicamos o peso, a deformação aumentou na mesma proporção etc..

Texto/animações

Assunto: Soma de vetores e regra do paralelogramo.

Link:http://objetoseducacionais2.mec.gov.br/bitstream/handle/mec/11253/05_teoria.htm?sequence=65

Descrição: Recurso educacional que mostra noções básicas de vetores.

Um exemplo bastante corriqueiro de Força Normal será a força exercida pelo chão sobre um objeto que esteja sobre ele. Se não fosse o chão, você estaria caindo neste exato momento, em direção ao centro da Terra. O chão faz em você uma força para cima que é sempre igual à força que você faz no chão evitando que você caia, por que o chão quer evitar que você penetre nele (tanto é que se no lugar do chão tivéssemos água, que é muito mais maleável, você penetraria na água, por que a mesma não consegue realizar uma força normal que impeça essa penetração).

4

Título: Existe uma força de atração entre você e os objetos a sua volta!

Assunto: Força campo

Link: O arquivo anexo ficará disponibilizado no AVA.

Existe uma força de atração entre você e os objetos a sua volta!

A afirmação feita no título desse anexo pode ser explicada através do conceito de *força campo, aquela que* não precisa de contato para existir. Para entender fisicamente essa força, usaremos o exemplo de atração que ocorre em nosso Sistema Solar.

Sabemos que todos os planetas do nosso Sistema Solar orbitam em torno do astro rei, o Sol. Os planetas giram em torno do Sol devido à interação gravitacional entre eles, de maneira análoga a uma pedra amarrada num barbante (conhecida popularmente como marimba), posta a girar por uma criança.

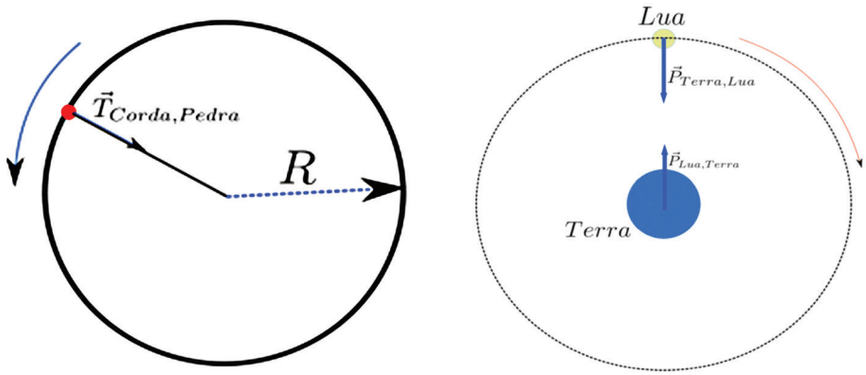


Figura 1: À esquerda temos uma marimba, posta a girar. À direita, temos a Lua, que gira em torno da Terra, devido à força de atração gravitacional.

No caso dos astros que compõe o Sistema Solar, estamos falando de objetos cuja massa ultrapassa a marca de trilhões de toneladas. Sir Isaac Newton, físico britânico e brilhante do século XVII, foi a primeira pessoa a dizer que a força que atrai todos os objetos na superfície da Terra para baixo tem a mesma natureza que a força que mantém os astros em movimento.

Na verdade, ele foi ainda mais longe. A Lei da Gravitação Universal de Newton estabelece que todo par de objetos, contanto que possuam massa, atraem-se mutuamente, como você verá na próxima unidade. No caso da interação entre os planetas e o Sol, as massas dos objetos são estupidamente grandes, o que faz com que a força gravitacional também seja bastante intensa. Entretanto, mesmo objetos cuja massa seja muito pequena em comparação à massa de planetas, tais como você e outros corpos ao seu redor, tais como lápis, cadeiras, carros, ou mesmo prédios etc. atraem-se mutuamente. Mas se estou afirmando que existe uma força de atração entre você e um objeto, por que esse objeto não se move até você e você não se move em direção a esse objeto?

A resposta é bem simples: a intensidade da interação gravitacional entre dois objetos depende da quantidade de matéria existente nesses corpos. Uma massa como a sua e de seu colega interagem muito fracamente, ou seja, a força de interação gravitacional entre vocês é extremamente pequena!

Concluindo, as forças de campo também são classificadas como forças de ação a distância. Quando pensamos em força de campo, imaginamos que o chamado campo é uma espécie de "mediador", responsável pela interação entre dois corpos. Assim, existe um tempo para que o campo comunique a interação entre dois objetos que interagem, que depende da distância entre eles.



A segunda lei de Newton e a eterna queda da lua

Para início de conversa...

O movimento é um dos conceitos mais importantes em Física. A nossa época é a época do movimento: tudo muito rápido! Na TV vemos carros a 200 km/h, foguetes cruzando o espaço entre as estrelas, lanchas velozes em filmes de espionagem, atletas nas olimpíadas... A Mecânica é a parte da Física que descreve o movimento.



É interessante observar que o desenvolvimento da Mecânica começou com as observações dos movimentos celestes. Há vários milênios, as pessoas observam o movimento dos astros no céu. Do século XVII em diante começou-se a tentar descrever o movimento dos astros no céu e o movimento de projéteis com as mesmas leis. Essa conexão foi muito importante para o desenvolvimento da física.

As leis da Mecânica são muito simples de serem enunciadas, mas estão longe de serem óbvias.

O conceito central desta unidade é o de força. Na Física clássica, um corpo interage com outro por meio de forças, que podem ser de alguns tipos, como veremos.

Você provavelmente já deve ter ouvido a frase "Que a força esteja com você!". Ela era dita na série de ficção científica "Guerra nas Estrelas", antes de alguma batalha, e ficou muito famosa entre os fãs desses filmes.

Esperamos que ao final desta unidade você tenha de forma clara que a força newtoniana não tem nada a ver com a força da Guerra nas Estrelas!

Objetivos de Aprendizagem

- Definir os conceitos básicos relacionados à segunda lei de Newton;
- aplicar a segunda lei de Newton a problemas simples de Mecânica.
- descrever o movimento dos planetas em torno do Sol.

Seção 1
Forças, massa e aceleração



Os corpos físicos interagem (influenciam uns ao outros) por meio de forças. As forças se dividem entre duas grandes categorias: forças de contato e forças a distância (ou mais propriamente forças de campo). As forças de contato (como um empurrão ou um puxão) são as mais intuitivas, pois fazem parte da nossa experiência cotidiana – todo mundo já empurrou um carro enguiçado ou um velocípede de uma criança. As forças de ação a distância são as forças gravitacionais (como a força gravitacional entre o Sol e a Terra) ou as eletromagnéticas (como a interação entre dois ímãs de geladeira). Por enquanto nos concentraremos nas forças de contato. As forças gravitacionais vão aparecer em uma seção seguinte desta aula. As forças eletromagnéticas serão discutidas no último módulo.



Como obter a segunda lei de Newton de experimentos

Vimos que a aceleração quantifica a alteração do movimento. Se a velocidade aumenta, a aceleração foi positiva, e se a velocidade diminui a aceleração é negativa. Qualquer objeto que acelera está sob a ação de uma força. Na realidade, geralmente há mais de uma força atuando no objeto. Por exemplo, um bloco sendo empurrado em uma superfície plana geralmente desliza com dificuldade devido ao atrito entre o bloco e a superfície. Vamos quantificar a força de atrito depois, mas por enquanto imaginemos o caso mais simples possível: um bloco deslizando em uma superfície extremamente lisa, de modo que o bloco deslize suavemente, sem atrito com a superfície. Observe a figura 1 a seguir:

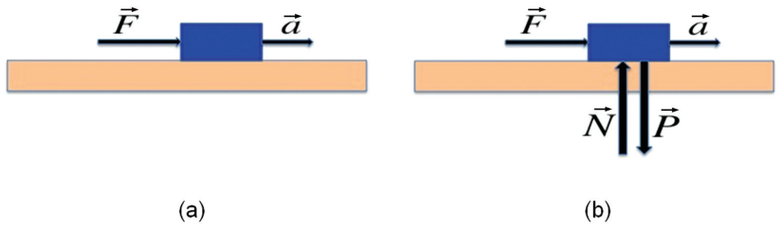


Figura 1: Em (a) temos que o bloco desliza sobre uma mesa sem atrito. Uma força F age no bloco e causa uma aceleração a. Em (b), além da força F, agem no bloco duas outras forças, o peso P do bloco e a força de contato entre o bloco e a mesa, denominada força normal N. Na figura são mostradas todas as forças que agem no bloco.

Na Figura 1ª, o empurrão no bloco está representado por uma flecha que dá a direção do empurrão e é simbolizada pela letra $\vec{F}$. Experimentando com a força, descobrimos que uma força $\vec{F}$ causa uma aceleração $\vec{a}$, uma força $2\vec{F}$ causa uma aceleração $2\vec{a}$, uma força $0.3\vec{F}$ causa uma aceleração $0.3\vec{a}$ etc. Assim observamos, diretamente dos experimentos, que a aceleração é diretamente proporcional à força aplicada. Logo, podemos concluir que:

Importante

A aceleração de um objeto é diretamente proporcional e na mesma direção e sentido da força agindo sobre o objeto.

Como vimos na discussão sobre vetores, na realidade, deveríamos dizer que é proporcional à soma das forças agindo no corpo, ou, mais exatamente, à sua resultante.

Na Figura 1b mostramos outras forças que agem sobre o bloco, apoiado na mesa. Uma delas é a força de contato entre o bloco e a mesa, denominada força normal e representada pela letra $\vec{N}$. A outra força representada é o peso do bloco, ou seja, a força com que a Terra o atrai. A força normal é a resposta da mesa sobre o bloco que o impede de penetrar nela. Sendo assim, a mesa exerce a força normal sobre o bloco.

Vamos discutir melhor essas forças mais tarde; aqui o importante é que elas se anulam e sua soma (ou seja, a força resultante), que atua no bloco, é apenas a força $\vec{F}$.

A massa é a quantidade de matéria que o corpo contém e, ao mesmo tempo, é a resistência à mudança de movimento. Assim, quando uma força é aplicada a um corpo, como no caso do bloco da Figura 1a, a aceleração que o corpo vai desenvolver depende da massa do corpo.

Agora refaçamos os experimentos anteriores, só que dessa vez vamos manter a força $\vec{F}$ constante e variar a massa do bloco. Se a nova massa é 2m, ou seja, dobramos a massa no carrinho, a aceleração agora será $\vec{a}/2$. Se triplicarmos a massa, 3m, a aceleração será $\vec{a}/3$, e assim por diante.

Concluímos que:

Importante

A aceleração é inversamente proporcional à massa do objeto sob a ação da força.

As duas conclusões às quais chegamos podem ser resumidas na famosa fórmula da segunda lei de Newton:

A força resultante agindo num corpo de massa m provoca uma aceleração na mesma direção e sentido da força de modo que a relação abaixo seja satisfeita:

$$\vec{F} = m\vec{a}$$

Esta é a equação mais básica da Mecânica e, portanto, de toda a Física. Observe que não importa o tipo de força; pode ser de contato ou ação a distância, a segunda lei sempre vale.

Forças são medidas em newtons: 1 N = 1 kg . m/s^2.

Vamos aplicar a segunda lei em um exemplo bem simples. Suponha que o bloco da Figura 1a tenha 20 kg de massa e seja empurrado com uma força horizontal constante de 40 N sem atrito com a mesa. Qual a aceleração dele?

Como já mencionamos no comentário sobre a Figura 1b, na realidade, outras forças agem no bloco, mas a resultante é a própria força horizontal. Assim, da relação F = ma (agora tomada em módulo) a = F/m = 40/20 = 2 m/s^2.

A força de atrito

O que é mais fácil? Passar uma flanela em uma mesa de madeira ou passar uma lixa sobre ela?

Se você já fez esse teste, provavelmente já percebeu que temos que colocar mais força na mão para deslizar a lixa sobre a mesa do que deslizar a flanela. Isso se deve à força de atrito que é gerada no contato dos dois materiais: em um caso, o contato da flanela com a madeira e, no outro, da lixa com a madeira.

Quando duas superfícies em contato deslizam uma sobre a outra, geralmente aparece uma **FORÇA DE ATRITO.** A força de atrito sempre se opõe ao movimento. Veja a Figura 2. Dizemos que há uma força de atrito estático quando as superfícies não se deslocam uma sobre a outra (por exemplo, um bloco em uma superfície áspera que é empurrado mas não se move). Se o bloco se move, a força de atrito entre o bloco e a superfície é denominada força de atrito dinâmico.

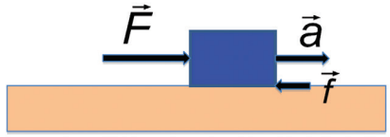


Figura 2: O bloco desliza sobre uma mesa com atrito. Uma força F age no bloco e causa uma aceleração a, mas a força de atrito age na direção oposta ao movimento.

No caso em que há força de atrito, a resultante na direção horizontal é $\vec{F_{res}} = \vec{F} - \vec{f}$, e a segunda lei fica $\vec{F_{res}} = m\vec{a}$. É claro que a força de atrito acaba diminuindo a aceleração. Façamos um exemplo numérico. Suponha que o bloco da Figura 2 tenha 20 kg de massa e seja empurrado com uma força horizontal constante de 40 N sobre a mesa. A força de atrito entre o bloco e a mesa é de 10 N. Qual a aceleração dele?

As forças na direção vertical (que aparecem na Figura 1b) se anulam no bloco. As forças horizontais têm como resultante (tomando o módulo): $F_{res} = F - f = 40 - 10 = 30N$

E da segunda lei: $F_{res} = ma$, temos 30 = 20 x a, logo a = 1,5 m/s^2.

A força de atrito é uma força que só existe se houver movimento ou tentativa de movimento de um corpo sobre o outro (estamos excluindo o movimento em fluidos etc.). Imagine o bloco do exemplo anterior em repouso em cima da mesa. Não há força aplicada F e, portanto, não há força de atrito f. Agora imagine que lentamente a força F vá crescendo. O bloco tenta se deslocar para a direita, mas aí aparece a força de atrito e ele não se move. A força F vai crescendo e a força de atrito cresce também, até que a força de atrito atinge seu valor máximo (que depende das propriedades das superfícies do bloco e da mesa). Então, a força aplicada F torna-se maior do que a força de atrito e o bloco começa a ser acelerado para a direita. Na realidade, a força de atrito, quando o bloco está em movimento, é um pouco menor do que a força de atrito estático máxima.

Saiba Mais

Atrito, o burro e o freio

Uma questão interessante sobre atrito é a seguinte. Imagine um burro puxando uma carroça. Sabemos que, pela terceira lei de Newton, a força que o burro faz na carroça é a mesma força que a carroça faz no burro.

Se isso é verdade, como a carroça se move?

Uma dica para a resposta é pensar em uma estrada muito escorregadia (por exemplo, o burro puxando a carroça no gelo). O que faz a carroça andar, na realidade, é a força de atrito entre as patas do burro e a estrada. O burro empurra a estrada para trás com as patas e é empurrado de volta para a frente pela reação da estrada. Se não houver atrito, as patas deslizam e o burro não se move.

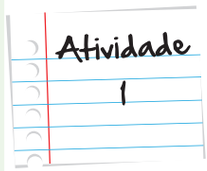
Outra questão interessante sobre atrito é um carro freando bruscamente, digamos, em caso de emergência. Se o freio for pisado com muita força, as rodas podem travar. Enquanto as rodas estão girando, elas não estão escorregando no chão e, portanto, o atrito entre a roda e o chão é estático, e acabamos de ver que o atrito estático é maior do que o atrito de movimento. Alguns carros mais modernos já incorporam um sistema de frenagem que evita o travamento da roda.



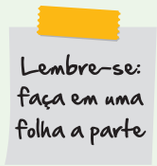
Isso explica, por exemplo, por que escorregamos em um piso ensaboado. Se você pisar em um chão de cerâmica seco, não vai escorregar, mas se pisar nesse mesmo chão com sabão provavelmente não vai conseguir sair do lugar, mesmo colocando a mesma força nos pés, pois o sabão diminui consideravelmente a força de atrito entre seus pés e o chão. Você já escorregou lavando o chão da cozinha?



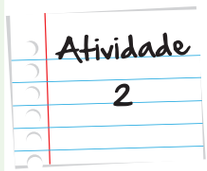
Corredora e o atrito



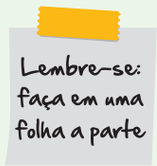
Supondo que a maior força de atrito possível entre a sola dos sapatos de uma corredora e a pista de corrida seja 70% do peso dela, qual a maior aceleração que ela pode obter?



O paraquedas



Após o paraquedas se abrir, a moça cai com velocidade constante de $4ms^{-1}$. Qual a força total que age nela?



Importante

Veja um experimento clássico que mostra como a força de atrito reage em relação à força peso. Acesse os três links a seguir:

Parte 1 - http://youtu.be/QMiNRVQzAUY

Parte 2 - http://youtu.be/t3AgZjSk3G4

Parte 3 - http://youtu.be/-69AbAmEQKI

Seção 2
Massa e Peso

Os conceitos de massa e peso são frequentemente misturados na linguagem cotidiana, mas há que se tomar cuidado em distinguir os dois. Massa é a quantidade de matéria, medida em quilogramas. Um bloco de um quilograma tem uma massa de um quilograma, em qualquer lugar onde ele esteja, seja na Terra, na Lua ou no espaço. Já o peso do bloco é a força gravitacional que age nele. Um corpo de massa m na vizinhança da Terra pesa $P = mg$, onde $g \approx 9{,}8\ m/s^2$ é a chamada aceleração da gravidade. Assim, o bloco de um quilograma de massa vai pesar $P = 9.8$ N (pois o peso é uma força). Mas, se estivermos na superfície da Lua, a aceleração da gravidade é muito menor: $g_{Lua} = g/6$. Assim, o bloco de um quilograma pesaria cerca de 1,6 N na Lua, mas sua massa continuaria a mesma, um quilograma!

Além de medir a quantidade de matéria, a massa mede a **inércia** de um corpo, ou seja, a dificuldade do corpo de mudar o seu estado de movimento (conforme discutido na segunda aula deste módulo). O peso de um corpo depende de onde ele estiver. Já vimos que depende da gravidade presente no lugar onde o corpo estiver. Imagine um astronauta bem longe da Terra e bem longe de qualquer outro planeta ou estrela. Não há gravidade significativa presente. Imagine que ele tem uma pedra bem pesada na astronave. O peso da pedra é nulo no espaço interestelar, mas a inércia da pedra continua igual. Assim, se o astronauta quiser balançar a pedra de um lado para o outro, ele terá a mesma dificuldade que ele tem na Terra (exceto pelo fato se não precisar sustentar a pedra, como na Terra), mesmo que a pedra não pese nada no espaço interestelar. Isso ilustra bem a diferença do peso (que indica uma determinada quantidade de matéria num campo gravitacional) e a inércia (que indica a dificuldade de mudar o estado de movimento) da pedra.



Já vimos em aulas passadas que a aceleração da gravidade também significa quanto um corpo é acelerado na vizinhança da Terra quando solto no ar. Ele cai com aceleração g. Se ele for solto na vizinhança da Lua, ele cai com aceleração menor ou igual a um sexto de g.

Normalmente a massa de uma pessoa é medida com uma balança de molas, como na Figura 5. A pessoa pisa na balança e seu peso, P, faz com que a mola da balança encolha até que a força que a mola faz na pessoa, para cima, N, equilibre o peso, como mostrado na Figura 3a. Assim, P = mg = N. O que lemos na balança, a força N, que é normalmente mostrado em quilos, é numericamente igual à força P, que é P = mg, conforme explicitado na igualdade anterior. Como na realidade queremos saber m, a balança já dá direto m_b = N/g e vemos na balança 50 kg, por exemplo. Neste caso, a massa medida pela balança m_b é igual à massa "real" da pessoa, que supusemos ser m = 50 kg.

Agora vamos supor que a pessoa se pese dentro de um elevador que está acelerando para cima com a aceleração a = 2m/s^2, conforme ilustrado na Figura 3b. Sabemos que a resultante das forças é igual à massa vezes a aceleração, conforme discutido anteriormente. Assim, neste caso:

$$ma = N - P$$

$$ma = N - mg$$

$$N = ma + mg = m(a+g)$$

Portanto, o que vai ser lido na balança é, como no exemplo anterior:

$$m_b = \frac{N}{g} = \frac{m(a+g)}{g}$$

e neste caso, substituindo os valores m_b = 50 x (2+9.8)/9.8 = 60,2 kg!

Ou seja, a massa medida pela balança no elevador acelerado é muito maior do que a correta. Observe que uma pessoa não engorda no elevador, mas a balança, que na realidade mede a força que a pessoa faz na mola da balança, mostra um valor da massa maior do que o real. É intuitivo pensar que, se o elevador está acelerando para cima, a tendência da massa (por sua inércia) é ficar para trás, ou seja, pressionar mais a mola da balança.

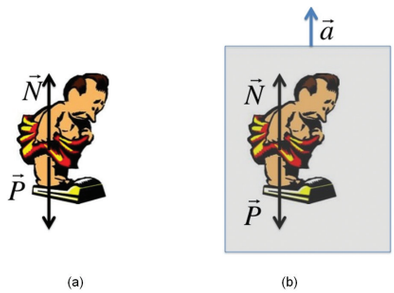


Figura 3: (a) A força normal N, que é a força que a balança faz na pessoa, equilibra o peso. O que se lê na balança é m = N/g (em quilos). (b) Pesagem em um elevador acelerado. A pessoa também está acelerada para cima e, portanto, a resultante das forças N-P = ma. Veja texto em que mostramos que a massa dada pela balança no elevador acelerando para cima parece maior do que a real.

Atividade 3

Massa menor no elevador

Estudando cuidadosamente o problema de se pesar no elevador, argumente que a massa medida pela balança será menor do que a massa real da pessoa que se pesa, se o elevador acelera para baixo.

Lembre-se: faça em uma folha a parte

Seção 3
Gravitação

A força da gravitação é uma força de atração entre quaisquer duas massas. Ela é responsável pela queda de uma maçã (e obviamente pela queda de qualquer corpo solto na vizinhança da Terra). Ela é também responsável pelo fato de a Lua girar em torno da Terra e por muitos outros fenômenos. A gravitação é uma das quatro interações fundamentais da natureza na física contemporânea. A descoberta da força da gravitação deveu-se mais uma vez a Newton. Ele percebeu que a força que ocasionava a queda das maçãs e a força que mantinha a Lua em órbita deveriam ser as mesmas.

Posteriormente, as órbitas de todos os planetas em torno do Sol foram compreendidas como manifestação da força de gravitação agindo entre o Sol e cada um dos planetas. Em resumo:

Existe uma força atrativa entre quaisquer dois corpos que é proporcional à massa dos corpos e inversamente proporcional ao quadrado da distância entre eles.

Podemos resumir a frase anterior com a expressão

$$F = \frac{Gm_1m_2}{d^2}$$

onde G é a constante gravitacional e tem o valor de 6,67 x 10^{-11} $m^3/(s^2 . kg)$. Observe que F, na expressão dada, é o módulo do vetor força, ilustrado na Figura 4.

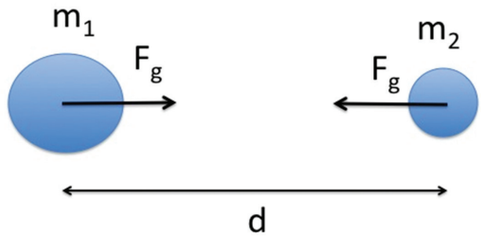


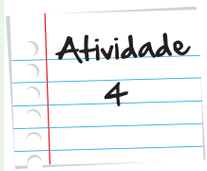
Figura 4: Dois corpos com massas, m1 e m2, a uma distância d se atraem mutuamente com a mesma força F (força gravitacional). A força age na linha que une os centros (mais exatamente os centros de massa) dos dois corpos.

Conforme indicado na Figura 4, os dois corpos sofrem a mesma força de atração gravitacional. Elas formam um par ação–reação.

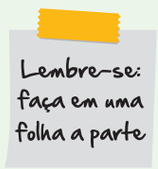
A constante G que aparece na expressão citada foi medida pelo físico Henry Cavendish, em 1798. Ele conseguiu medir a força de atração entre duas esferas de chumbo em seu laboratório com métodos experimentais muito engenhosos. Sabendo a massa das esferas e a distância entre elas, ele **DETERMINOU G**.



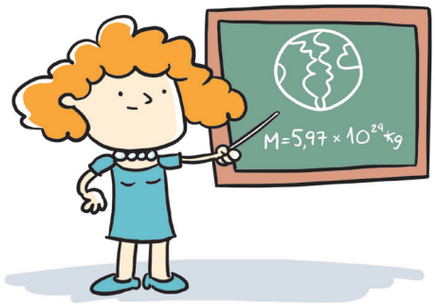
Atração mútua



Qual a força gravitacional entre dois corpos de um quilograma cada separados à distância de um metro?



Seção 4
Quem pesou a Terra?



"A Terra tem massa de 5,97 x 10^{24} kg", diz a professora. "Como é que você sabe? Que balança consegue pesar a Terra?", pergunta o menino de forma desafiadora, lembrando da balança de dois pratos que ele vê no mercado.



Bom, a pergunta é muito interessante e a resposta não é tão óbvia. Vamos pensar na força que uma pedra de massa m sente na vizinhança da Terra. Já vimos que é o peso: P = mg. Mas, de acordo com a fórmula (a lei da gravitação), a força entre a pedra de massa m e a Terra que tem massa M_T é dada por

$$F = \frac{GM_T m}{R_T^2}$$

onde R_T é a distância entre a massa m na superfície da Terra e o centro da Terra, ou seja, o raio da Terra. Igualando as duas expressões:

$$F = P$$

$$\frac{GM_T m}{R_T^2} = mg$$

$$M_T = \frac{gR_T^2}{G}$$

dado que R_T = 6.378 km, g = 9,8 m/s^2 e G = 6,67 x 10^{-11} m^3/(s^2.kg), substituindo os valores, chegamos a M_T = 6,0 x 10^{+24} kg, que é muito próximo ao valor mais preciso encontrado nas tabelas de constantes astronômicas.

Observe que a expressão frequentemente usada para a força de gravitação na superfície da Terra, P = mg, é uma aproximação da equação na Seção 4 que dá a força de atração entre duas massas em uma distância d. Essa aproximação vale quando uma das massas é muito pequena comparada com a massa da Terra, e está localizada a uma altura muito menor do que o raio da Terra.

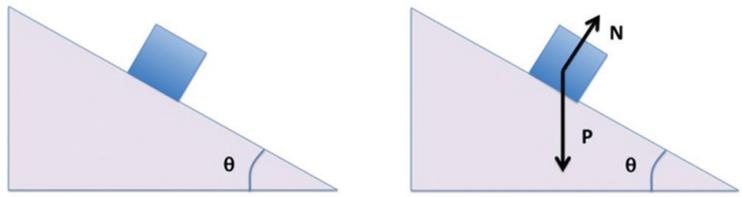
Na expressão dada para $M_{,T}$ podemos isolar g e escrever $g = \frac{GM_T}{R_T^2}$, que dá a expressão da gravidade. Sabendo-se que a massa da Lua é $0.012M_T$ e que o raio da Lua é de $0.27R_T$, calcule quanto é a gravidade na superfície da Lua.

Atividade 5

Lembre-se: faça em uma folha a parte

Seção 5
Plano Inclinado

Um problema frequente nas aulas de Mecânica é o do plano inclinado liso. Observe a Figura 5a, onde vemos um plano inclinado de um ângulo θ (lê-se ângulo teta) em relação à horizontal. Como o plano é liso, ou seja, sem atrito, é intuitivo que o bloco, colocado em repouso sobre o plano inclinado, comece a deslizar e a adquirir velocidade. O nosso objetivo aqui é entender que forças atuam sobre o bloco e que aceleração o bloco adquire. Na Figura 5b estão ilustradas as forças aplicadas ao bloco. Temos a força de contato bloco-plano N, que é perpendicular ao plano, e a força peso P, que aponta para o centro da Terra. Como veremos adiante, essas forças agem em direções diferentes, e a força resultante vai causar uma aceleração do bloco.



(a) (b)

Figura 5: Em (a), um bloco de massa m sobre um plano inclinado de um ângulo θ que pode deslizar sem atrito. Em (b), as forças que agem no bloco: força peso P e a força de contato ou reação da mesa sobre o bloco, N, chamada força normal.

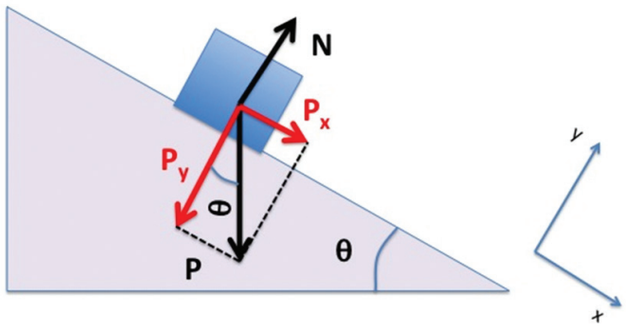


Figura 6: Bloco num plano inclinado. O sistema de coordenadas foi escolhido de modo que o eixo y seja perpendicular à superfície do plano inclinado, como mostrado na figura. As componentes da força peso nos eixos x e y estão ilustradas em vermelho.

Na Figura 6 estamos usando eixos de coordenadas inclinados; isso não tem nenhum problema, pois os eixos são convenções nossas. Nesta figura mostramos duas coisas adicionais. A primeira é a decomposição da força peso nas suas duas componentes, uma na direção de N, denominada Py, e outra na direção perpendicular, denominada Px.

Observe que todo vetor pode ser decomposto em duas componentes perpendiculares, e nós escolhemos as direções convenientemente: uma perpendicular ao plano, Py, e outra na direção do plano, Px.

Deixemos claro aqui que as forças presentes continuam a ser apenas a força peso e a força normal. Apenas decompusemos a força peso em duas componentes.

Além disso, na Figura 6 mostramos que o ângulo entre a força P e sua componente Py é θ também. Isso pode ser demonstrado por geometria, pois o ângulo θ original é entre o plano horizontal e o plano inclinado. Mas P é perpendicular ao plano horizontal, e Py é perpendicular ao plano inclinado, ou seja, o ângulo entre eles é o mesmo que o ângulo entre os planos.

Para se convencer disso, imagine que o plano inclinado lentamente se aproxima do plano horizontal, ou seja, o ângulo θ entre os dois planos vai diminuindo. É simples ver que, nesse caso, o ângulo entre **Py** e **P** também diminui (e no limite em que os dois planos estão um sobre o outro, elas são iguais: **Py=P**). Podemos ver também que **Px = P sen θ e Py= P cos θ**.

Agora vamos escrever as expressões das forças. No eixo perpendicular ao plano inclinado, agem a força normal N e a componente Py do peso. Nesta direção, o bloco não se movimenta (o bloco não sai do plano nem afunda nele), não existe aceleração nesta direção. A soma das forças é nula. Assim, a segunda lei de Newton neste eixo é dada por:

$$P_y - N = 0 \qquad P\cos\theta = N$$

No eixo x podemos escrever

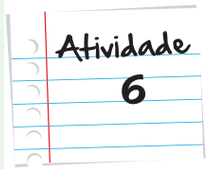
$$P_x = ma \qquad Psen\theta = ma$$

Mas, como **P = mg**, temos o resultado que a aceleração no plano inclinado é **a = g sen θ**, e a força que o bloco faz no plano (e que o plano faz no bloco) é **N = mg cos θ**.

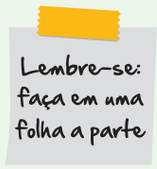
Observe que uma suposição muito importante para esses resultados valerem é que o plano é liso, ou seja, o movimento se dá sem a força de atrito. Em algumas situações, essa aproximação é razoável. Por exemplo, uma criança descendo uma ladeira em um carrinho de rolimã com as rodinhas bem alinhadas e sem atrito e sem resistência do ar (o que é razoável para baixas velocidades). Ela desce com aceleração a = g sen θ, onde θ é a inclinação da ladeira.

O problema do plano inclinado serve de modelo para várias aplicações das leis de Newton.

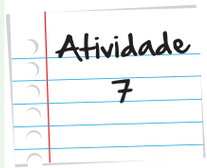
Ladeira abaixo



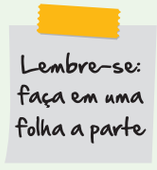
Calcule a aceleração de uma criança em um carrinho de rolimã descendo uma ladeira cuja inclinação com relação à horizontal é de 30 graus.



Plano horizontal



No problema do plano inclinado, faça o ângulo θ tender a zero (ou seja, o plano deixar de ser inclinado). Qual será o valor da aceleração do bloco? E da força normal? É o que você adivinhou sem fazer contas?



Recursos Completares

Nesta seção, você encontrará o material não formatado indicado ao longo do texto. Ou seja, não faz parte do conteúdo principal da aula, mas deve ser usado por você como recurso complementar para a sua formação.

Conhecendo a força de atrito



Para você entender melhor a força de atrito e como a calculamos, não deixe de acessar os seguintes links:

http://www.infoescola.com/mecanica/forcas-de-atrito/

http://www.youtube.com/watch?v=v_TYvAHoFn4

Experimento de Cavendish e a determinação da constate G



Para conhecer como a constante G foi descoberta, não deixe de visitar o link a seguir que exemplifica o experimento de Cavendish.

http://www.if.ufrgs.br/historia/cavendish.html

Resumo

1. Nesta unidade enunciamos a segunda lei de Newton, que nos diz que a força resultante em um corpo é igual à sua massa vezes a sua aceleração.

2. Você pôde perceber que massa e peso são grandezas distintas, sendo o peso uma força e a massa uma grandeza que quantifica o grau de resistência do corpo à aceleração.

3. Você viu também que a gravitação é uma força de interação entre dois corpos quaisquer e está relacionada diretamente à massa desses corpos e inversamente à distância entre eles.

Veja Ainda



A queda da maçã e a órbita da Lua

Antigamente pensava-se que as leis que regiam o Universo supralunar (acima da órbita da Lua) eram totalmente diferentes das leis que regiam o Universo sublunar (abaixo da Lua), uma herança da visão aristotélica do mundo. Nesta concepção, abaixo da Lua todos os seres e objetos eram compostos por quatro elementos (terra, água, ar e fogo), e cada um deles possuía um movimento dito natural (terra e água para baixo, ar e fogo para cima). Mas outros movimentos, chamados "violentos", também eram permitidos abaixo da Lua.

Acima da Lua, no entanto, era o reino da perfeição: os corpos celestes eram constituídos por um quinto elemento, o éter, que só era encontrado nessa região. Esferas de cristal giravam em círculos perfeitos carregando consigo os corpos celestes. Cometas, novas estrelas, meteoros, tudo que era passageiro era encarado como pertencendo ao universo sublunar, pois no universo supralunar tudo era perfeitamente ordenado, nada mudava.

Um dos grandes feitos de Newton, consolidando o trabalho de outros anteriores a ele (como Galileu, Ticho Brahe e Kepler), foi unificar o mundo supralunar e o sublunar: a queda da maçã e o movimento orbital da Lua em torno da Terra têm a mesma causa. O argumento de Newton está claramente ilustrado na Figura 4, que tomamos diretamente do famoso livro de Newton "Princípios Matemáticos".

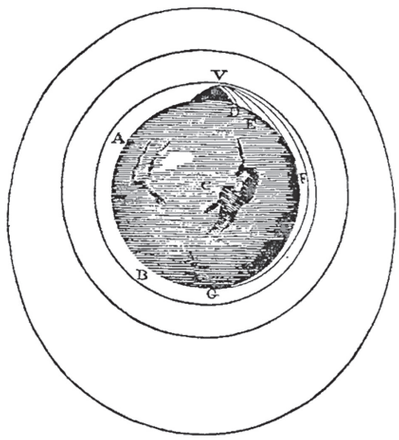


Figura 4: Diagrama extraído do livro "Princípios Matemáticos", de Isaac Newton, publicado em 1687.

Newton argumenta que, se um objeto for atirado de uma montanha alta numa direção paralela à superfície da Terra, ele vai cair em algum lugar perto da base da montanha. A distância que ele vai atingir depende da altura da montanha, da força da gravidade e da velocidade inicial. Se o objeto for lançado sempre da mesma montanha, a altura e a força da gravidade podem ser consideradas constantes. Agora imagine que o objeto seja lançado com mais velocidade. Ele vai parar mais longe, conforme ilustrado na Figura 4. Se o objeto é lançado ainda com mais velocidade, ele pode cair na Terra no lado oposto ao da montanha. Se finalmente aumentamos mais ainda a velocidade, o objeto daria uma volta em torno da Terra, e se não houvesse resistência do ar ele ficaria circulando em torno da Terra, sempre caindo, mas sem nunca realmente atingir a Terra! Ou seja, o objeto entraria em órbita em torno da Terra.

A Lua está em órbita em torno da Terra, ou seja, ela está sempre caindo para a Terra, mas nunca atinge a Terra. Ou seja, como antecipamos, Newton unificou os fenômenos sublunares (a queda da maçã) e os fenômenos supralunares (a órbita da Lua). Claro que o trabalho de Newton é muito completo e cheio de detalhes matemáticos que não poderemos discutir aqui, mas a ideia central é essa.

Multimídia

Assista ao vídeo sobre a vida de Newton (em português):

http://www.youtube.com/watch?v=4ZIYMmJ2ewE

Referências

HEWITT, Paul G. Física conceitual. Porto Alegre: Bookman, 2000.

CASSIDY, David; HOLTON, Gerald; RUTHERFORD, James. Understanding Physics. Springer, 2002.

Imagens


• André Guimarães


• http://www.sxc.hu/photo/1213873.


• http://www.sxc.hu/photo/1183538.

 • http://www.sxc.hu/photo/598323.

 • http://www.sxc.hu/photo/1145177.

 • http://www.sxc.hu/photo/981072.

 • http://www.sxc.hu/photo/521192.

 • http://www.sxc.hu/photo/1186277.

 • http://www.sxc.hu/photo/1385352.

 • domínio público.

 • http://www.sxc.hu/photo/517386 • David Hartman.

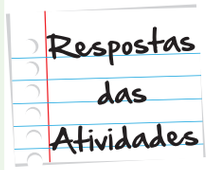
 • http://www.sxc.hu/photo/985516_96035528.

Atividade 1

Como a força que impulsiona a corredora para frente é a força de atrito, a segunda lei fica: $0.7\ mg = ma$, ou seja, $a = 0.7g$, que é cerca de $7\ ms^{-2}$.

Atividade 2

Como a velocidade é constante, a aceleração é nula, portanto, a resultante das forças é nula também, pela segunda lei de Newton. Assim, a força total é nula.



Respostas das Atividades

Atividade 3

Se a aceleração está apontando para baixo, na Figura 3b do texto, vemos que a resultante das forças aponta para baixo. Daí,

$$ma = P - N$$
$$ma = mg - N$$
$$N = mg - ma = m(g - a)$$

Portanto, o que vai ser lido na balança é de forma similar ao discutido no texto:

$$m_b = \frac{N}{g} = \frac{m(g-a)}{g}$$

e, neste caso, substituindo os valores mb = 50 x (9.8-2)/9.8 = 39.8 kg!

Atividade 4

Resposta: Na fórmula $G=6{,}67\times10^{-11}$, faça $m_1 = m_2 = 1$ kg, R=1 m e obtenha $F = 6.67 \times 10^{-11}$ N, que é uma força extremamente pequena.

Atividade 5

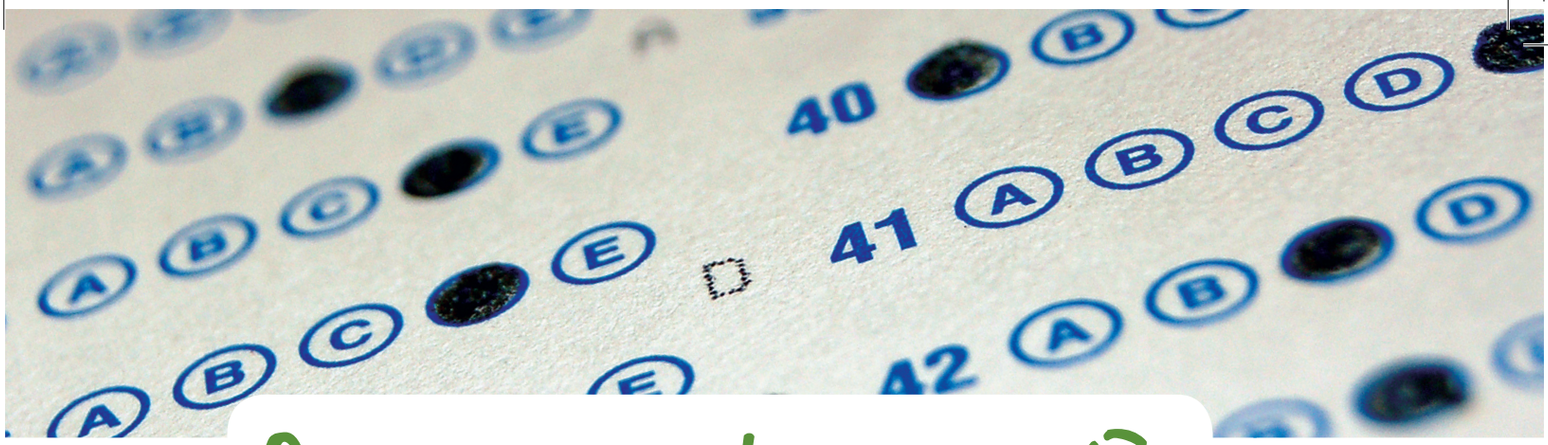
Resposta: $g_L = \frac{G(0.012M_T)}{0.27R_T^2} = \frac{0.012}{0.27^2}g = 0.17g = \frac{1}{6}g$

Atividade 6

Resposta: a = g senθ = 10 x sen(30°) = 10 x 0.5 = 5 ms^{-2}. Observe que a aceleração não depende da massa do menino mais carrinho.

Atividade 7

Resposta: Quando θ=0, sen θ=0 e cos θ = 1. Daí, a = 0 e N = mg, que são os valores usuais para um bloco em repouso numa superfície plana.



O que perguntam por aí?

(UFPE) Um elevador partindo do repouso tem a seguinte sequência de movimentos:

1. De 0 a t, desce com movimento uniformemente acelerado.

2. De t1 a t2 desce com movimento uniforme.

3. De t2 a t3 desce com movimento uniformemente retardado até parar.

Um homem, dentro do elevador, está sobre uma balança calibrada em newtons.

O peso do homem tem intensidade P e a indicação da balança, nos três intervalos citados, assume os valores F_1, F_2 e F_3, respectivamente:

Assinale a opção correta:

a. F1 = F2 = F3 = P

b. F1 < P; F2 = P; F3 < P

c. F1 < P; F2 = P; F3 > P

d. F1 > P; F2 = P; F3 < P

e. F1 > P; F2 = P; F3 > P

Resposta: opção C.

Comentário: Este exercício é uma aplicação simples do que foi discutido na seção 2. O peso que a balança fornece na realidade é a força normal que atua no homem. A força normal é maior do que o peso quando o elevador está acelerando para cima (ou desce com movimento uniformemente retardado), é igual ao peso quando não há aceleração e é menor do que o peso quando o elevador está acelerando para baixo. Se o elevador caísse em queda livre, o homem estaria se movendo com aceleração máxima para baixo e a balança marcaria peso nulo!

Buscando o equilíbrio

Para início de conversa...

No dia a dia, é comum ouvirmos falar na importância de manter o equilíbrio. Esta é uma expressão que pode dar margem a uma série de interpretações. Como o equilíbrio emocional, financeiro, entre outros. No contexto da Física, a necessidade do equilíbrio verifica-se em várias situações. No caso da navegação, por exemplo, o equilíbrio é condição indispensável para que o transporte da carga seja feito com segurança. E é nesse contexto onde surge uma série de questões que muitas vezes nos intrigam, como por exemplo: como é possível um pequeno tijolo afundar e um enorme navio flutuar? Esta unidade pretende apresentar conceitos e fenômenos de hidrostática, uma área da Física que pode auxiliá-lo a compreender melhor esses fenômenos e responder a essas questões.



Figura 1: O que faz um navio flutuar na água?

Objetivos de aprendizagem

- Conceituar pressão;
- Diferenciar os conceitos de massa específica e densidade;
- Calcular a pressão hidrostática em líquidos a partir do Teorema de Stevin;
- Reconhecer o Teorema de Torricelli;
- Identificar situações de equilíbrio em líquidos que não se misturam;
- Identificar o Princípio de Pascal e o funcionamento da prensa hidráulica;
- Reconhecer o Teorema de Arquimedes e calcular o empuxo.

Seção 1
Pressão

Um antigo truque, utilizado pelos ilusionistas, é aquele onde o faquir deita-se sobre uma cama, contendo milhares de pregos sem se machucar. Se o mesmo faquir fosse desafiado a se deitar sobre um único prego, certamente ele não aceitaria o desafio. Você saberia explicar por quê? Para entendermos o porquê da provável recusa, precisamos compreender o conceito de pressão.

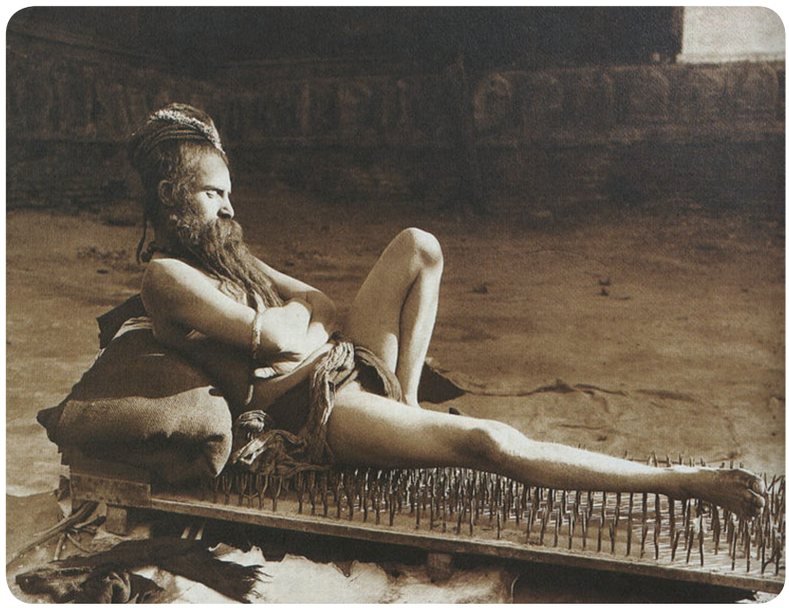
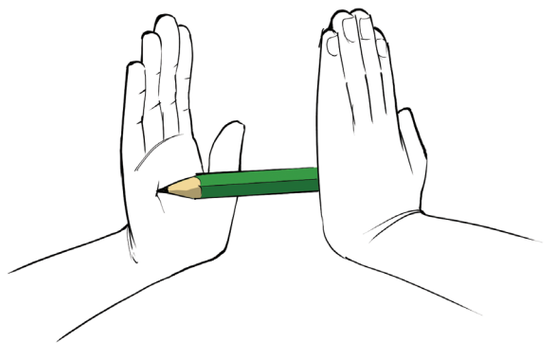


Figura 2: Um dos truques mais famosos de ilusionismo é o do faquir que se deita em uma cama de pregos sem ser furado por eles.

Apoiando entre as duas mãos um lápis, que esteja apontado em apenas uma das extremidades e exercendo uma força sobre ele, é fácil verificar que o incômodo provocado na mão que está em contato com a extremidade apontada será maior do que na outra mão. Faça você mesmo o teste e comprove. Este incômodo é causado porque a pressão provocada pela extremidade apontada sobre a pele é maior.



Seja F a força resultante de um conjunto de forças que atuam perpendicularmente sobre uma região de área A, a pressão (p) dessa resultante sobre a superfície é definida pela razão entre a resultante (F) e a área (A). Matematicamente, escreve-se:

$$p = \frac{F}{A}$$

Voltando ao problema da cama de pregos, se pensarmos que a soma das áreas das pontas de milhares de pregos é maior do que a área da cabeça de um único prego. Logo, a pressão que o conjunto de pregos exerce sobre a pele do faquir é muito menor, em função da área por onde a força distribui-se ser muito maior, do que no caso do desafio, onde a área é limitada por um único prego e, consequentemente, a pressão é enorme e vai perfurar a pele do faquir. Daí a recusa.



Seção 2

Massa específica e densidade

É muito comum entre os estudantes, no início dos seus estudos de Física, fazer confusão entre os conceitos de massa específica e densidade. Você sabe a diferença?

Matematicamente, a massa específica (μ, lê-se mi) e a densidade (ρ, lê-se rô) são definidas como a razão entre a massa de um corpo (m) e o seu volume (V).

$$\mu = \frac{m}{V} \text{ e } \rho = \frac{m}{V}.$$

Entretanto, no caso da massa específica, esta se refere a uma propriedade da matéria, ou seja, da substância que constitui o corpo em questão. O seu cálculo leva em conta um corpo maciço e homogêneo, e o volume considerado é o equivalente ao da quantidade de matéria que constitui o corpo.

No caso da densidade, seu cálculo está relacionado com o volume do corpo. Assim, não faz diferença se realizarmos o cálculo do volume de um corpo esférico maciço e homogêneo, ou de um corpo esférico oco. Embora a quantidade de matéria utilizada em cada caso seja diferente, teremos valores iguais para os dois cálculos. Logo, devemos ser cuidadosos com nossas interpretações e estar atentos para não cometermos erros conceituais que nos levem a erros de cálculo.

Saiba Mais

Calculando a densidade

A densidade dos corpos é propriedade importante para a Física e para outras ciências, como a Química. Sendo ela definida como uma razão entre massa e volume, sua unidade no Sistema Internacional (SI) é o Kg/m³. Entretanto, em função do contexto, ela pode ser expressa de outras maneiras, como em g/cm³ (a mais utilizada) ou em Kg/l, onde:

$$\frac{1\,g}{1\,cm^3} = \frac{10^{-3}\,Kg}{10^{-6}\,m^3} = 10^3\,Kg/m^3$$

$$1\,g/cm^3 = 10^3\,Kg/m^3$$

Ou

$$1m^3 = 10^3\,l$$

$$1\frac{g}{cm^3} = \frac{10^3\,Kg}{m^3} = \frac{10^3\,Kg}{10^3\,l}$$

$$1\frac{g}{cm^3} = 1\frac{Kg}{l} = 10^3\,\frac{Kg}{m^3}$$

A densidade da água é 1g/cm³

Seção 3
A pressão nos líquidos

Líquido ideal

É aquele que é homogêneo e não permite compressão, ou seja, não se comprime.

A figura a seguir exibe um recipiente cheio de um **líquido ideal**, cuja densidade é ρ, em equilíbrio. No interior, está representada uma porção isolada desse líquido, de formato cilíndrico, com as seguintes dimensões: altura = h e área da base = A. A base superior do cilindro imaginário coincide com a superfície do líquido.

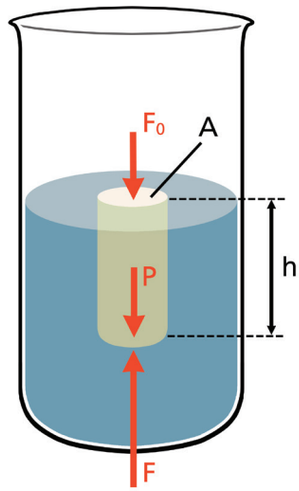


Figura 3: Cilindro imaginário imerso no líquido

Considere que sobre a face superior do cilindro atue uma força F_0 para baixo e que na face inferior atue uma força F para cima. Além disso, atua sobre o cilindro o peso (P) que a Terra exerce sobre a massa da água que está contida na região do cilindro imaginário.

Como o líquido está em equilíbrio, a resultante das forças que atuam sobre o cilindro deve ser nula. Assim, podemos escrever:

$$F = F_0 + P$$

Podemos escrever o peso, utilizando a expressão da 2ª Lei de Newton:

$$P = mg$$

Ou

$$P = \rho Vg$$

Substituindo na expressão do equilíbrio:

$$F = F_0 + \rho Vg$$

Se dividirmos toda a expressão pela área A, teremos:

$$\frac{F}{A} = \frac{F_0}{A} + \frac{r\,Vg}{A}$$

em que:

$\frac{F}{A} = p$ (pressão exercida sobre a base inferior do cilindro)

$\frac{F_0}{A} = p_0$(pressão exercida pelo ar sobre a base superior do cilindro)

O terceiro termo pode ser escrito:

$$\frac{r\,Vg}{A} = \frac{r\,Ahg}{A} = r\,gh$$

Substituindo os termos encontrados, podemos escrever a expressão matemática que traduz o Teorema de Stevin, em que p_0 é a pressão que o ar exerce sobre a superfície do líquido, chamada de pressão atmosférica.

$$\rho = \rho_o + r\,gh$$

Traduzindo em palavras, o Teorema de Stevin afirma que a pressão exercida sobre um ponto situado à profundidade h no interior de um líquido em equilíbrio é dada pela pressão atmosférica ($p_0 = p_{atm}$) exercida sobre a superfície do líquido, mais a pressão exercida pela coluna de líquido, situada acima do ponto.

A partir do Teorema de Stevin é possível prever a existência de superfícies onde a pressão mantém-se constante em todos os pontos. No caso do problema estudado, isso ocorre desde que a superfície seja horizontal.

A pressão exercida pela coluna de líquido recebe o nome de pressão hidrostática (p_H) e pode ser calculada a partir do produto ρgh que forma o terceiro termo da expressão.

Logo, podemos reescrever:

$$\rho = \rho_{atm} + \rho_H$$

Ou

$$\rho = \rho_{atm} + r\,gh$$

Seção 4
A medida da pressão atmosférica – Experiência de Torricelli



Com o objetivo de criar uma forma de medir a pressão atmosférica, Torricelli realizou o seguinte experimento: encheu com mercúrio um recipiente e um tubo de vidro de 120 cm de comprimento. No caso do tubo, ele encheu até a borda. Em seguida, tapou a extremidade aberta do tubo, inverteu a sua posição e mergulhou a extremidade tapada no mercúrio que estava no recipiente. Ao remover o dedo, destampando o tubo, o líquido desceu até certa altura e depois parou atingindo uma situação de equilíbrio. Esta situação de equilíbrio encontra-se representada na figura a seguir, que mostra a coluna de mercúrio com 76 cm de altura em relação ao nível do mercúrio no recipiente.

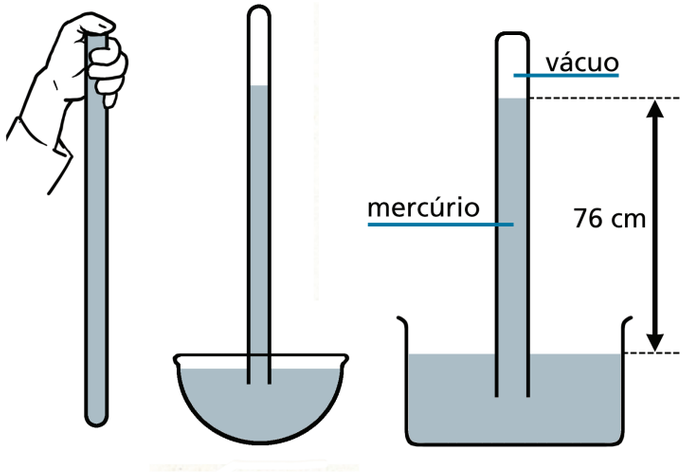


Figura 4: Experiência de Torricelli

Esta altura de 76 cm se repete toda vez que o experimento é realizado no nível do mar. Quando este experimento é realizado em locais de maior altitude, como as montanhas, esse valor será menor que 76 cm.

A explicação para isso está no fato de que no alto da montanha a quantidade de ar, exercendo força sobre a superfície do mercúrio no recipiente é menor, e, por consequência, a pressão será menor. Com isso, o equilíbrio ocorre para colunas menores do que 76 cm.

A relação entre as unidades

Na situação de equilíbrio, a pressão hidrostática exercida pela coluna de mercúrio iguala-se à pressão exercida pela atmosfera. Quando a experiência é realizada no nível do mar, convencionou-se que esta pressão equivale a uma atmosfera (1 atm), uma das unidades utilizadas para medir pressão. Esta unidade guarda uma relação de equivalência com a altura da coluna de mercúrio igual a 76 cm.

Assim, podemos expressar a pressão tanto em atm quanto em cm de Hg (símbolo químico do mercúrio), considerando a seguinte relação de transformação:

$$1 \text{ atm} = 76 \text{ cm Hg}$$

No Sistema Internacional (SI), a unidade de pressão é dada pela razão entre as unidades de força e de área (N/m^2). Esta razão recebe o nome de Pascal (Pa).

$$1 \text{ N/m}^2 = 1 \text{ Pa}$$

Para correlacionar as três unidades aqui apresentadas, por meio de uma relação de transformação, podemos realizar o seguinte cálculo:

A pressão hidrostática equivalente aos 76 cm de Hg pode ser calculada:

$$\rho_H = r_{Hg} \times g \times h$$

Saiba Mais

Saiba Mais

Podemos encontrar o valor da densidade do mercúrio (ρHg = 13,6.103 Kg/m³) em uma tabela e utilizar g = 9,8 m/s². Substituindo esses valores, teremos:

76 cm Hg = 0,76 m Hg

$$\rho_H = 13,6 \times 10^3 \times 9,8 \times 0,76$$
$$\rho_H = 1,01 \times 10^5 N/m^2$$
$$\rho_H = 1,01 \times 10^5 Pa$$

Assim, teremos:

$$1atm = 76cmHg = 1,01 \times 10^5 Pa$$

Atividade 1

Calculando a pressão

Um cubo possui 10 cm de aresta e massa igual a 3 Kg. Determine a pressão exercida por uma das faces deste cubo, quando ele se encontra apoiado sobre uma mesa.

Anote suas respostas em seu caderno

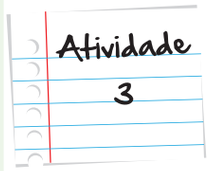
Atividade 2

Mergulhando fundo

Um mergulhador nada a uma profundidade de 10 m. Determine a pressão no ponto onde este mergulhador encontra-se.

Anote suas respostas em seu caderno

Será que a água vaza?



Procure obter o seguinte material:

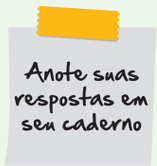
• Um copo de vidro

• Meia folha de papel A4 em branco.

Encha o copo com água até que o nível atinja, mais ou menos, 1 cm da borda.

Coloque a folha de papel sobre a boca do copo. Segure o copo com uma das mãos e com a palma da outra mão pressione a folha sobre a boca do copo, a fim de evitar que a água escape entre a folha e a borda do copo. Vire o copo de cabeça para baixo, mantendo pressionada a folha de maneira que não haja vazamento da água. Mantenha esta posição por uns 5 segundos e, em seguida, remova com cuidado a mão que está segurando o papel.

O que você observou? Como você explica o que aconteceu, baseado no seu aprendizado de Física até aqui?



Seção 5
Equilíbrio em líquidos que não se misturam

A figura a seguir ilustra uma situação em que dois líquidos com densidades diferentes, como óleo e água, por exemplo, são colocados cuidadosamente em um tubo em formato de U, de maneira que não se misturem.

Na situação de equilíbrio, o líquido à esquerda representa o óleo, cuja densidade p_1 é menor do que a da água (à direita), cuja densidade é p_2.

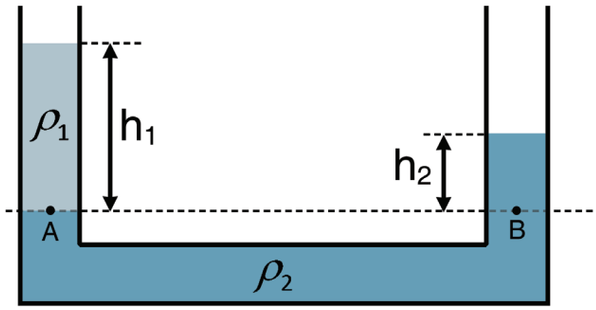


Figura 5: Equilíbrio em líquidos que não se misturam.

Isobárico

É toda e qualquer transformação ou ambiente que possua pressão constante.

De acordo com o Teorema de Stevin, a pressão no ponto A (p_A) é igual a pressão no ponto B (p_B), já que eles se encontram sobre a mesma superfície **isobárica** imaginária. Logo:

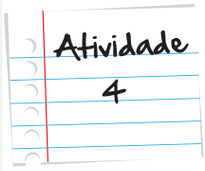
$$p_A = p_B$$

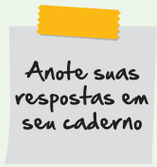
Escrevendo as expressões de pA e pB de outra forma:

$$\rho_A = \rho_{atm} + r_1 \times g \times h_1$$
$$\rho_A = \rho_{atm} + r_2 \times g \times h_2$$

Água e óleo não se misturam

Em um tubo em forma de U foram colocados água e um tipo de óleo, cuja densidade é igual a 0,6 g/cm^3. Sabendo-se que a coluna de óleo mede 5 m, determine a altura da coluna de água medida a partir do nível onde os líquidos se encontram em contato. Utilize para a água a densidade de 1g/cm^3.





Seção 6
O Princípio de Pascal e a prensa hidráulica

De acordo com o Princípio de Pascal, qualquer aumento de pressão, aplicado em um ponto de um líquido em equilíbrio, é transmitido integralmente a todos os pontos deste líquido e também a todos os pontos das paredes do recipiente que o contém. O Princípio de Pascal encontra aplicações em aparatos tecnológicos como o freio a disco, utilizado em automóveis, e o elevador hidráulico, utilizada para elevar cargas pesadas.

A figura a seguir ilustra o funcionamento de uma prensa que consiste de dois cilindros de diferentes diâmetros, interligados e contendo um líquido. Em cada lado, é colocado um êmbolo e as áreas das superfícies desses êmbolos são, respectivamente, A_1 e A_2, sobre as quais atuam as forças F_1 e F_2.

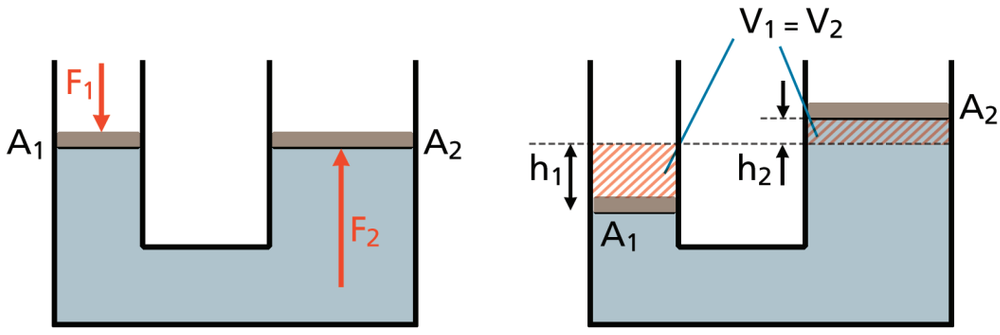


Figura 6: Prensa hidráulica

Nesse caso, F_2 ocorre no segundo êmbolo pelo fato de haver sido aplicada a força F_1 no primeiro êmbolo. A explicação para o aparecimento da força F_2 está no Princípio de Pascal, pois a aplicação de F_1 provoca um aumento de pressão no líquido que irá se transmitir até o segundo êmbolo, submetendo-o a uma força F_2.

Observando a figura, é possível concluir que a pressão p_1 (sobre o primeiro êmbolo) é dada por:

$$\rho_1 = \frac{F_1}{A_1}$$

Da mesma forma, a pressão p_2 (sobre o segundo êmbolo) é dada por:

$$\rho_2 = \frac{F_2}{A_2}$$

De acordo com o Princípio de Pascal:

$$\rho_1 = \rho_2$$
$$\frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2}$$

Portanto, há uma relação direta entre as intensidades das forças aplicadas e as áreas dos êmbolos. Assim, é possível compreender o funcionamento da prensa hidráulica, verificando que a força aplicada do lado esquerdo (F_1) pode ser muito menor do que a força obtida do lado direito (F_2), dependendo da relação entre as áreas. Em uma situação limite, seria possível imaginar que, com um único dedo aplicado do lado esquerdo, poderíamos elevar um caminhão posicionado no lado direito, caso o equipamento seja projetado com esta finalidade.

Outra análise possível envolve a relação entre a altura que o primeiro êmbolo desloca (h_1) - se e a altura do deslocamento do segundo êmbolo (h_2).

É fácil verificar que, não havendo qualquer tipo de vazamento de líquido, o volume de líquido deslocado do lado esquerdo (V_1) para baixo deve ser igual ao volume deslocado do lado direito (V_2) para cima. Logo:

$$V_1 = V_2$$

V_1 e V_2 podem ser escritos, respectivamente, como:

$$V_1 = h_1 \times A_1 \quad \text{e} \quad V_2 = h_2 \times A_2$$

Assim, podemos obter uma expressão matemática que relacione as duas alturas, substituindo na expressão anterior.

Subindo com o peso

Atividade 5

Um elevador de carga hidráulico opera por meio de um cilindro de área igual a 4.10^{-5} m^2 e deve elevar um container de 4.10^3 Kg que se encontra apoiado em um êmbolo de 8.10^{-3} m^2 de área. Determine a intensidade mínima da força necessária para elevar o container, e o deslocamento que deve ser realizado no primeiro êmbolo para que o container eleve-se em 20 cm.

Anote suas respostas em seu caderno

A água de lastro e seus problemas ambientais

Saiba Mais

Um navio cargueiro é desenvolvido para navegar longas distâncias com seus compartimentos cheios de carga. Essa carga pode, muitas vezes, apresentar uma grande quantidade de massa, dependendo do tamanho da embarcação. Esse peso a ser transportado é levado em conta no projeto dessas embarcações, influenciando no volume de casco que ficará submerso, enquanto o navio estiver com sua carga máxima sendo utilizada. Assim, o que fazer quando a embarcação precisa navegar vazia – sem carga –, já que o equilíbrio pode ficar comprometido em função da ausência do peso? Nesse caso, costuma-se carregar um volume extra, denominado de lastro, no lugar da carga, a fim de preservar o equilíbrio do navio.

Qualquer material utilizado para manter um objeto em equilíbrio é chamado de lastro. Nas embarcações antigas, era comum a utilização de sacos de areia ou pedras. Atualmente, os novos projetos resolvem o problema, transportando a água do mar como lastro, que preenche compartimentos do navio para completar o peso. Quando não é mais necessária, esta água é eliminada.



Um dos problemas relacionados com a utilização da água de lastro é o impacto ambiental. Ao encher os seus tanques com água do mar e transportá-la para outro local, o navio estará transportando, junto com a água, espécies marinhas e microorganismos nem sempre compatíveis com o ambiente onde essa água será descartada. Muitas vezes, as espécies transferidas são predadoras das espécies locais e podem causar grandes impactos no Meio Ambiente. Além disso, doenças podem ser transportadas juntamente com essa água. Por isso, estudos sobre o impacto causado por água de lastro vêm se intensificando no mundo inteiro.

Seção 7
O Teorema de Arquimedes e o cálculo do empuxo

No boxe Saiba Mais anterior estivemos discutindo brevemente alguns problemas, causados pela água de lastro, utilizada nos navios de carga e a necessidade da sua utilização para manter o equilíbrio dessas embarcações. Nesta seção, vamos estudar a força de empuxo, que no caso dessas embarcações, pode colocar em risco a sua estabilidade, quando estas se encontram descarregadas.

Quando carregamos uma criança nos braços e a mergulhamos em uma piscina, temos uma sensação de conforto em relação à força que realizamos para mantê-la nos braços. Ela parece que "fica mais leve". É como se o líquido a empurrasse para cima, "aliviando" o seu peso.



A explicação para este fenômeno foi elaborada pela primeira vez por Arquimedes (282 – 212 a. C.), e está traduzida no seu teorema que afirma que todo corpo sólido submerso em um líquido em equilíbrio fica sujeito à ação de uma força vertical e voltada para cima, cuja intensidade é equivalente ao peso do líquido que o corpo deslocou.

Essa força foi denominada empuxo (E), e pode ser calculada matematicamente a partir do peso do líquido deslocado, ou seja:

$$E = P_{líquido}$$

Sendo m_l a massa do líquido:

$$P_{líquido} = m_l \times g$$

Escrevendo a massa em função da densidade do líquido (ρl):

$$m_l = r_l \times V_l$$

Substituindo na expressão do empuxo:

$$E = r_{l} \times V_{l} \times g$$

A figura a seguir mostra um corpo de volume igual a V submerso em um líquido de densidade ρ_1 onde atuam sobre ele o peso (P) e o empuxo (E).

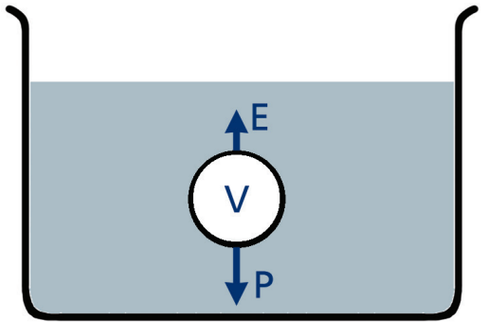


Figura 7: Empuxo sobre um corpo submerso

Nessa situação, o empuxo pode ser obtido, considerando-se que o volume de líquido deslocado é exatamente igual ao volume do corpo (V), já que o corpo está totalmente submerso. Logo:

$$V_{l} = V$$

Assim,

$$E = p_{l} x V x g$$

O exemplo exibido na figura anterior não caracteriza uma situação de equilíbrio.

Uma esfera de 100 g de massa e 2.10^{-4} m^3 de volume encontra-se totalmente submersa em água e presa ao fundo de uma piscina por um fio que a impede de subir. Determine a tração no fio.

Atividade 6

Anote suas respostas em seu caderno

Veja ainda

Voltando ao problema da água de lastro

Como já foi dito anteriormente, a manutenção do equilíbrio em embarcações é extremamente importante. A análise do problema do equilíbrio nas embarcações de carga pode envolver duas situações. Com o navio cheio de carga, o casco mais submerso desloca um volume maior de líquido e o empuxo é maior, contrabalançando o peso. Por outro lado, com o navio vazio, o casco fica menos submerso e o empuxo necessário para contrabalançar o peso também é menor. Com o casco pouco submerso, a embarcação fica sujeita a instabilidades e a solução encontrada para recuperar a estabilidade é o enchimento dos compartimentos da embarcação com a água do mar, a fim de aumentar o seu peso e, consequentemente, ter o seu casco mais submerso.

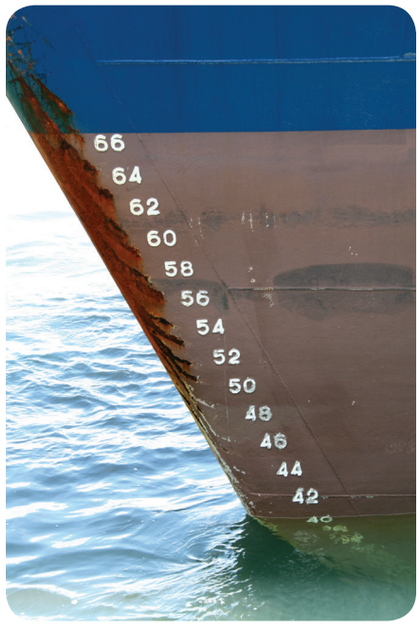


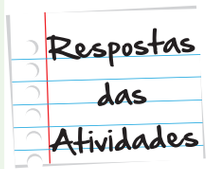
Figura 8: Quando um navio de carga está em sua capacidade máxima, parte de seu casco afunda na água. Quando não há carga a ser transportada, utiliza-se um lastro para que ele afunde na água a mesma quantidade do casco que afundaria se ele estivesse carregado, isso mantém o equilíbrio dele durante a navegação.

Resumo

Nesta unidade, você viu que:

- A pressão é dada pela razão entre a força e a área onde esta é aplicada: $\rho = \frac{F}{A}$;
- A massa específica diferencia-se da densidades pelo fato da primeira se referir ao material puro, enquanto que a densidade refere-se ao objeto que pode ser constituído de vários materiais diferentes. Ambas são definidas com a razão entre a massa e o volume do objeto: $\mu = \frac{m}{V}$ e $\rho = \frac{m}{v}$;
- A pressão no interior de um líquido é dada pela profundidade dentro do líquido, multipicado pela densidade do líquido, vezes a gravidade mais o valor de uma atmosfera (quando se está no nível do mar): $\rho = \rho_o + rgh$;
- O experimento de Torricelli mostrou a relação entre a medida de uma atmosfera e uma coluna de mercúrio, identificando a relação 1 atm= 76cm/Hg;
- O princípio de Pascal, que rege o funcionamento de mecanismos hidráulicos é dado pela relação entre as razões entre as forças aplicadas e suas respectivas áreas dos cilindros: $\frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2}$.

Atividade 1



A pressão pode ser determinada pela expressão $\rho = \frac{F}{A}$, onde F é a força de contato entre a face do cubo e a mesa, e A a área da face.

Sendo

$$A = (aresta)^2 = (10)^2 = 100cm^2 = 100.(10^{-2})^2 = 10^{-2}m^2$$

$$A = 10^{-2}m^2$$

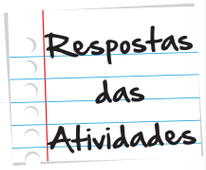
E a força de contato igual ao peso do cubo:

$F = P$

$F = mg$

Utilizando g=10m/s² teremos:

$F = 3 . 10$



Calculando a pressão:

$$\rho = \frac{30}{10^{-2}}$$

$$\rho = 3000 Pa$$

Atividade 2

Podemos resolver o problema, utilizando a expressão:

$$\rho = \rho_{atm} + pgh$$

Onde:

$$\rho_{atm} = 10^5 Pa$$

$$h = 10m$$

$$g = 10m / s^2$$

$$\rho = 1g / cm^3 = 10^3 Kg / m^3$$

Substituindo os dados:

$$\rho = 10^5 + 10^3.10.10$$

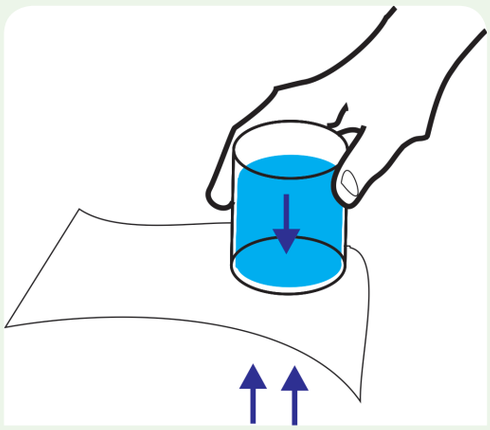
$$\rho = 2.10^5 \rho a$$

$$p = 2atm$$

Atividade 3

Respostas das Atividades

Após a retirada da mão que segura o papel a folha não deve cair e a água não sai do copo. Isso ocorre porque a pressão que atua de baixo para cima na folha é a pressão atmosférica, de valor igual à soma da pressão que a coluna de água exerce na folha de cima para baixo, com a pressão que a pouca quantidade de ar disponível na parte superior do copo (vazia) exerce também para baixo, configurando uma situação de equilíbrio.



Atividade 4

O problema pode ser resolvido, utilizando-se a expressão $p_1 h_1 = p_2 h_2$, onde $p_1 = 1\ g/cm^3$ e $p_2 = 0{,}6\ g/cm^3$.

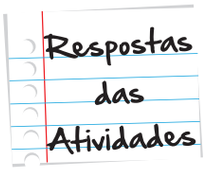
Assim:

$$h_1 = \frac{p_2}{p_1} h_2$$

Substituindo os dados:

$$h_1 = \frac{0{,}6}{1} \cdot 5$$

$$h_1 = 3m$$



Atividade 5

Para determinar a intensidade mínima da força F_1 pode ser utilizada a expressão $\frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2}$, com $g = 10m/s^2$ e os demais dados fornecidos pelo problema:

$$A_1 = 4.10^{-5} m^2$$

$$A_2 = 8.10^{-3} m^2$$

$$m = 4.10^3 Kg$$

Calculando o valor de F_2, que é igual ao peso do container:

$$F_2 = mg = 4.10^3.10$$

$$F_2 = 4.10^4 N$$

Substituindo todos os dados na expressão, teremos:

$$F_1 = \frac{A_1}{A_2} \cdot F_2$$

$$F_1 = \frac{4.10^{-5}}{8.10^{-3}} \cdot 4 \cdot 10^4$$

$$F_1 = 2.10^2 N$$

Para determinar o valor do deslocamento h_1, pode ser utilizada a expressão $h_1.A_1 = h_2.A_2$, e o valor de h_2 fornecido pelo problema:

$$h_2 = 20cm$$

Substituindo os dados:

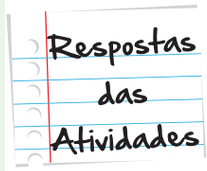
$$h_1 = \frac{A_2}{A_1} \cdot h_2$$

$$h_1 = \frac{8.10^{-3}}{4.10^{-5}} \cdot 20$$

$$h_1 = 2.10^{2}.20$$

$$h_1 = 4000cm$$

$$h_1 = 40m$$



Atividade 6

Sobre a esfera, atuam as seguintes forças: o peso (P) e a tração do fio (T) para baixo, além do empuxo (E) para cima. Como a esfera está em equilíbrio, podemos escrever:

$$T + P = E$$

Para calcularmos o peso:

$$P = mg$$

Utilizando:

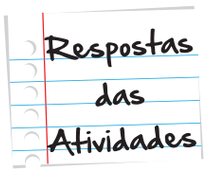
$$g = 1m/s^2 \text{ e } m = 100g = 10^{-1}Kg$$

$$P = 10^{-1}.10$$

$$P = 1N$$

Para calcularmos o empuxo:

$$E = p_l.V_l.g$$



Utilizando os dados fornecidos, teremos:

$P_{água} = 10^3\ Kg/m^3$

$v_{água} = 2.10^{-4}\ m^3$

$E = 10^3 . 2.10^{-4} . 10$

$E = 2N$

Substituindo os dados:

$T = E - P$

$T = 2 - 1$

$T = 1N$

Imagens


• http://www.sxc.hu/photo/923717


• http://pt.wikipedia.org/wiki/Ficheiro:RGS_13.jpg

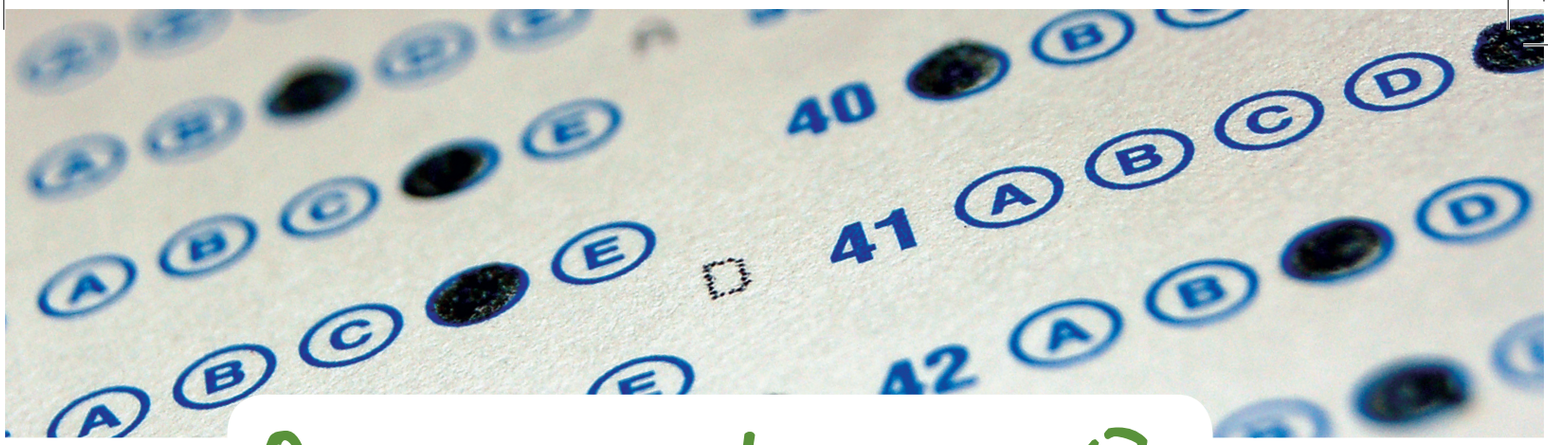

• http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Torricelli.jpg


• http://www.sxc.hu/photo/1355471


• http://www.sxc.hu/photo/984332



• http://www.sxc.hu/photo/1133571



O que perguntam por aí?

Atividade 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, 183ºC. Essa é uma temperatura inferior mesmo ao ponto de fusão dos metais que compõem esta liga (os estanho puro funde a 232ºC e o chumbo puro a 320ºC), 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 cinco 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

Com base no texto a 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: A resposta correta é o item C.

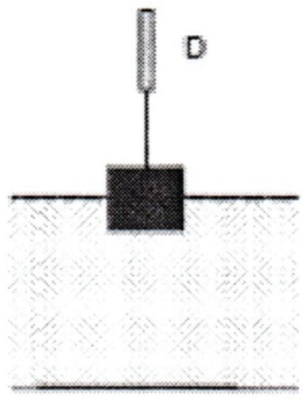
Comentário: A partir dos dados fornecidos, é possível calcular a densidade de cada liga, levando em conta os percentuais de participação dos elementos estanho e chumbo em cada caso. Depois de realizar os cálculos para os cinco itens, é possível identificar que as amostras II e IV são as que atendem às normas.

Cálculos das densidades:

$$\rho_{II} = 0,62 \,.7,3 + 0,38 \,.11,3 = 8,82 g / ml$$
$$\rho_{IV} = 0,63 \,.7,3 + 0,37 \,.11,3 = 8,78 g / ml$$

Atividade 2 (ENEM 2011)

Em um experimento realizado para determinar a densidade da água de um lago, foram utilizados alguns materiais conforme ilustrado: um dinamômetro D com graduação de 0 N a 50 N e um cubo maciço e homogêneo de 10 cm de aresta e 3 Kg de massa. Inicialmente, foi conferida a calibração do dinamômetro, constatando-se a leitura de 30 N, quando o cubo era preso ao dinamômetro e suspenso no ar. Ao mergulhar o cubo na água do lago, até que metade do seu volume ficasse submersa, foi registrada a leitura de 24 N no dinamômetro.



Considerando que a aceleração da gravidade local é de 10 m/s2, a densidade da água do lago, em g/cm3, é:

a. 0,6

b. 1,2

c. 1,5

d. 2,4

e. 4,8

Gabarito: A resposta correta é o item B

Comentário: Atuam sobre o cubo as seguintes forças: o peso (P) para baixo, o empuxo (E) para cima e a força que o dinamômetro exerce (F) também para cima. O problema fornece os seguintes dados:

$$aresta\,do\,cubo = a = 10\,cm = 10^{-1}\,m$$
$$massa\,do\,cubo = m = 3Kg$$
$$peso\,registrado\,com\,o\,cubo\,suspenso = P = 30\,N$$
$$força\,registrada\,pelo\,dinamômetro\,com\,o\,cubo\,imerso = F = 24\,N$$

O problema informa que somente a metade do volume do cubo está submerso. Logo, o volume de líquido deslocado $V_l = \frac{V}{2}$, onde V é o volume do cubo.

O cálculo da densidade da água do lago seria possível se tivéssemos como obter o valor do empuxo, já que:

$$E = r\,.V_l.g$$

Ou

$$r = \frac{E}{V_l.g}$$

Na situação de equilíbrio, temos:

$$E + F = P$$

Ou ainda

$$E = P - F$$

Realizando alguns cálculos a partir dos dados fornecidos e utilizando g = 10 m/s^2:

$$P = m \times g$$
$$P = 3 \times 10$$
$$P = 30N$$

Substituindo na expressão do empuxo:

$$E = 30 - 24$$
$$E = 6N$$

Calculando o volume do líquido deslocado:

$$V_l = \frac{V}{2}$$
$$V_l = \frac{\left(10^1\right)^3}{2}$$
$$V_l = 5.10^{-4}\, m^3$$

Substituindo na expressão da densidade:

$$\rho = \frac{6}{5.10^{-4}.10}$$
$$\rho = 1,2.10^3\, Kg / m^3$$

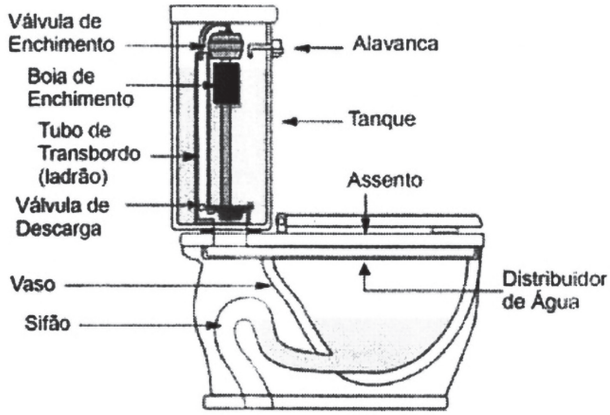
Ou ainda:

$$\rho = 1,2.10^3.\frac{10^3\, g}{10^6\, cm^3}$$
$$\rho = 1,2 g / cm^3$$

Atividade 3 (ENEM 2011)

Um tipo de vaso sanitário que vem substituindo as válvulas de descarga está esquematizado na figura a seguir. Ao acionar a alavanca, toda a água do tanque é escoada e aumenta o nível no vaso, até cobrir o sifão. De acordo com o Teorema de Stevin, quanto maior a profundidade maior a pressão. Assim, a água desce, levando os rejeitos até o

sistema de esgoto. A válvula da caixa de descarga fecha-se e ocorre o seu enchimento. Em relação às válvulas de descarga, esse tipo de sistema proporciona maior economia de água.



A característica de funcionamento que garante essa economia é devida:

a. à altura do sifão de água;

b. ao volume do tanque de água;

c. à altura do nível de água no vaso;

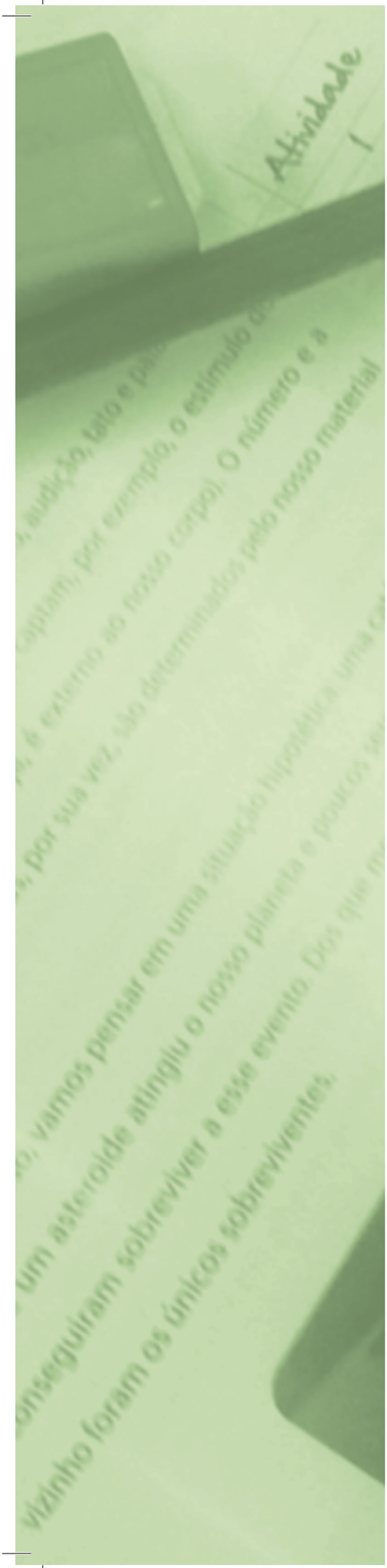
d. ao diâmetro do distribuidor de água;

e. à eficiência da válvula de enchimento do tanque.

Gabarito: A resposta correta é o item B.

Comentário: A economia de água não pode ser justificada pela altura do sifão porque seja com a descarga de válvula ou com a que utiliza o tanque a altura do sifão é a mesma. O mesmo acontece em relação à altura do nível da água no vaso. O diâmetro do distribuidor de água e a eficiência da válvula somente determinam o tempo de enchimento do tanque, o que não justifica a economia. Assim, o fator determinante para a economia é a presença do tanque que possui um volume definido para cada operação, evitando a utilização exagerada e o desperdício.





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.

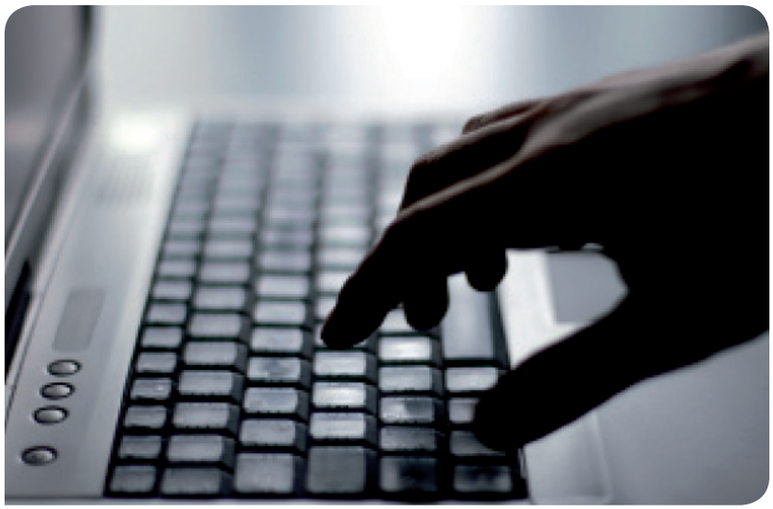


Figura 1: As descobertas científicas permitiram-nos chegar à era tecnológica. Não é bom desfrutar de algumas horas de diversão na Internet?

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.

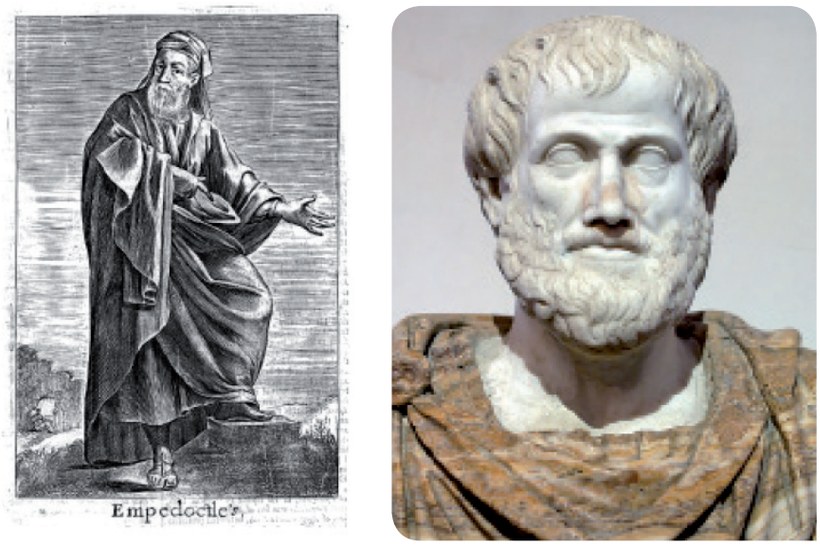


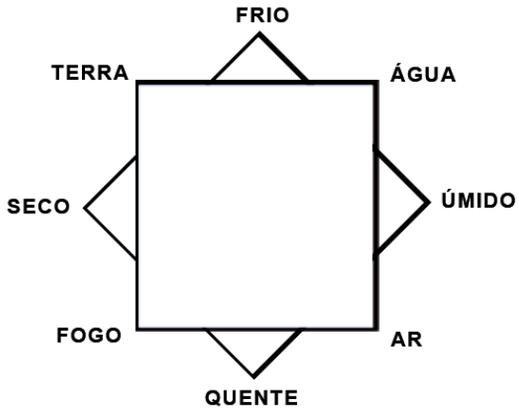
Figura 4: Empédocles (à esquerda) e Aristóteles (à direita), no século V a. C, foram filósofos que tentaram responder à questão: do quê somos feitos?

Fonte: http://en.wikipedia.org/wiki/File:Empedocles_in_Thomas_Stanley_History_of_Philosophy.jpg; http://en.wikipedia.org/wiki/File: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.

Saiba Mais



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.

Multimídia

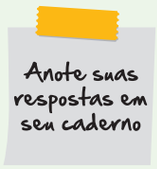




A teoria dos elementos nos dias de hoje

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 relacione, como no exemplo da madeira citado no texto.



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.

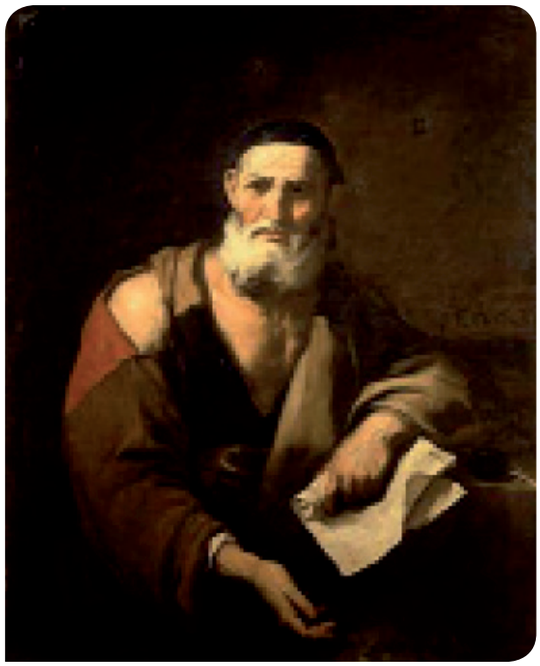


Figura 5: Leucipo: o descobridor do átomo!
Fonte: http://pt.wikipedia.org/wiki/Ficheiro:Leucippe_%28portrait%29.jpg.

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.

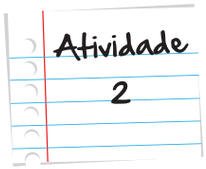
Demócrito usava o conceito de átomos, para explicar as propriedades das substâncias: a água teria átomos agrupados compactamente e que apresentavam forma esférica (o que permitira uma melhor compactação e fluidez); já átomos de fogo teriam **bordas agudas** que possibilitariam seu espalhamento, como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

Verbete
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.

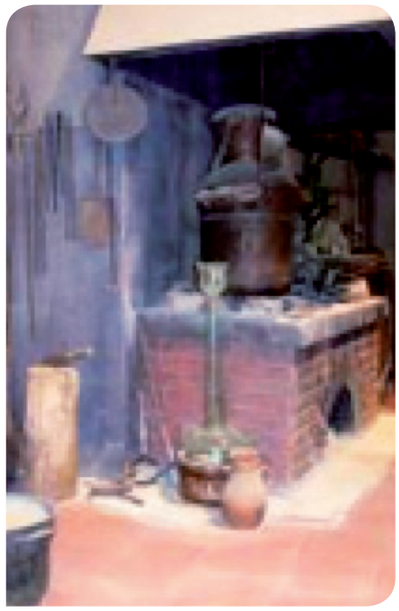


Figura 6: Representação de um laboratório da alquimia europeu. Os alquimistas trabalhavam escondidos em porões escuros das casas e dos castelos.

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 Hohonheim* 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



Fonte: http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Labo-Lavoisier-IMG_0501.jpg

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.

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 açafrão 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...

Saiba Mais

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

Quer ir ao laboratório de Lavoisier?

Multimídia





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

Atividade 3

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: _____

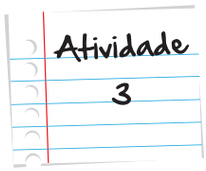
c. Os filósofos atomistas: _____ e _____

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: _____



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 B 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

- 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

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

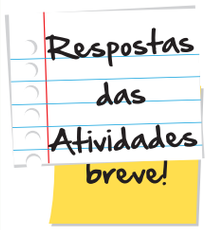
Bibliografia Consultada

- 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**. 1ª. 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.



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 constituida por quatro elementos básicos. Este elementos poderiam converter-se entre si, dependendo das qualidades que possuiam, conforme descrito no quadro abaixo:

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

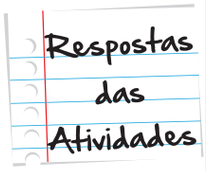
Atividade 3

a. Empédocles

b. Alquimia

c. Leucipo e Demócrito

d. Água, terra, ar e fogo



e. Aristóteles

f. Átomo

g. Química

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	B	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

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 um 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 ebulição.
- 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:

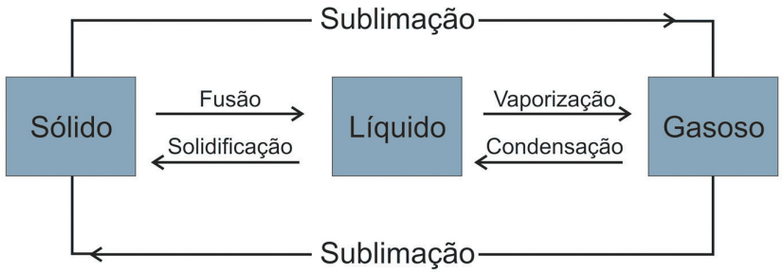


Figura 4: Esquema com as mudanças de estados físicos da matéria: a passagem do estado sólido para o estado líquido é chamada de fusão, já a o processo inverso (passagem do estado líquido para o sólido) é chamado de solidificação. A passagem do estado líquido para o gasoso é chamada de vaporização e o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

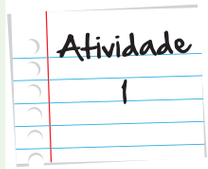
Veja:

- 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.

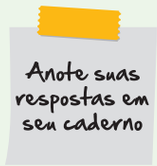
Classificando materiais de nosso dia a dia em sólidos, líquidos ou gasosos



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



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&MUDANCAS+DE+ESTADO+FISICO



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 (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/cm^3.



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

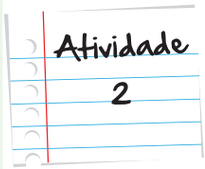
$$\text{densidade} = \frac{\text{massa (g)}}{\text{volume (mL)}}$$

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/cm³. Já o etanol puro possui densidade igual a 0,79 g/cm³ enquanto a água d = 1,00 g/cm³. Se o etanol estiver adulterado, ou seja, com mais água que o limite permitido, terá uma densidade maior que a esperada.

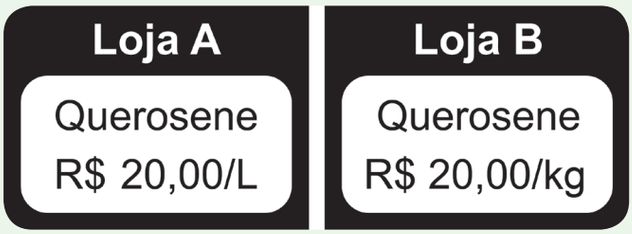
O que custa mais: um quilo ou um litro de querosene?



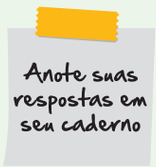
O óleo vegetal (d = 1,4 g/cm³) é vendido, normalmente, por massa, enquanto o querosene (d = 0,8 g/cm³) é vendido por volume. Sabendo disso, responda:

a. A densidade da água é igual a 1,0 g/cm³, 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.

b. 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:



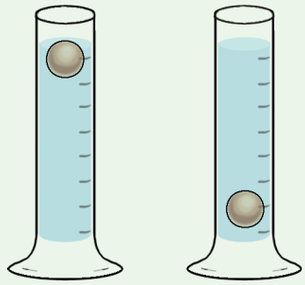
Em qual loja ele irá comprar a maior quantidade de querosene com R$100,00?



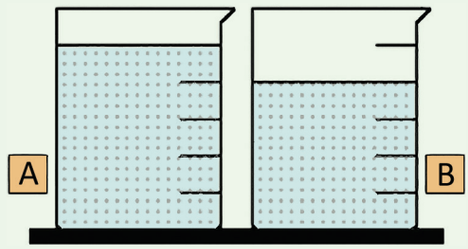
Atividade 3

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 100ºC. 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 ebulição (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 ebulição e temperatura de fusão, respectivamente.

Importante

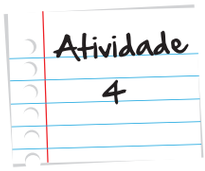
A temperatura de fusão – TF – indica a temperatura que o sólido passa para o estado líquido; já a temperatura de ebulição – TE – é a temperatura que o líquido para o estado gasoso.

Saiba Mais

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....

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:

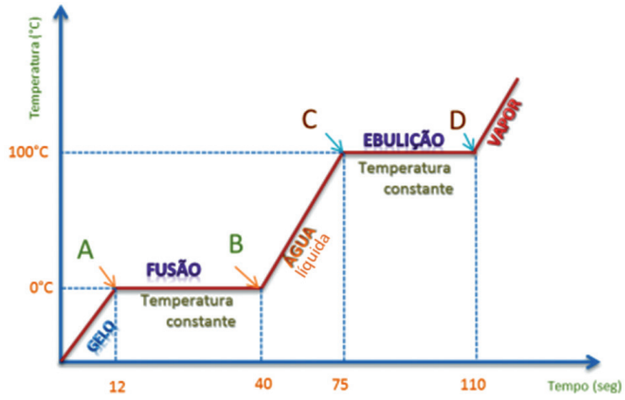


Figura 5: Diagrama de mudança de estado da água. A análise do gráfico permite observar que no intervalo de tempo em que ocorre a fusão (12 – 40 segundos), a temperatura permanece constante (TF = 0°C). No intervalo de tempo em que ocorre a ebulição (75-110 segundos), a temperatura permanece constante (TE = 100°C).

Agora você saberia dizer qual o estado físico da água em uma temperatura de 50°C?

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

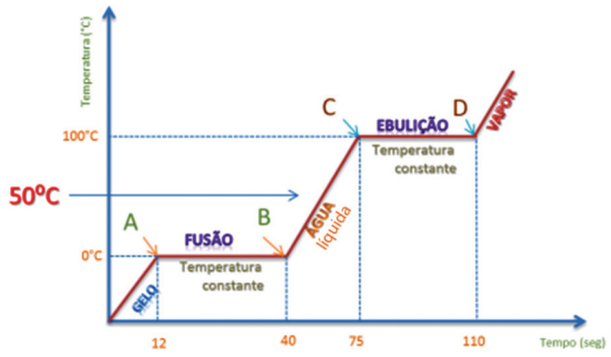


Figura 6: E a 50°C, qual o estado físico da água? Pelo gráfico, podemos perceber que nesta temperatura a água encontra-se no estado líquido.

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

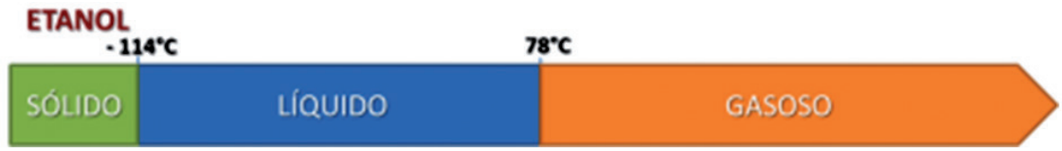
Tabela 1: Temperaturas de fusão e de ebulição de algumas substâncias, em pressão de 1 atmosfera.

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

Como interpretar esses valores?

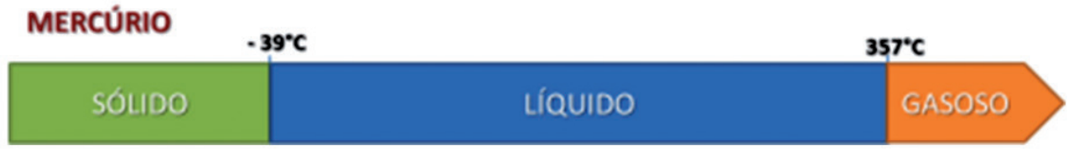
a) o etanol:

- 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 ebulição 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 ebulição.

Sólido, líquido ou Gasoso?

Atividade 5

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)?

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.)

Anote 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).

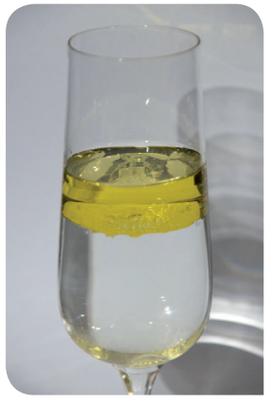


Figura 8: Mistura bifásica: óleo + água.

Saiba Mais

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.



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

Quer conhecer outros processos de separação de misturas? Você encontrará várias informações 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?



Anote suas respostas em seu caderno

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:

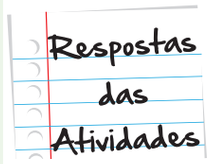
- www.pontociencia.org.br , na página do Projeto Ponto Ciência, você encontrará várias sugestões de experimentos, envolvendo as propriedades da matéria.
- http://qnesc.sbq.org.br, na página da revista Química Nova na Escola (QNEsc), publicada pela Sociedade Brasileira de Química (SBQ), você encontrará 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.sbq.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		

Atividade 2

a . Como a densidade do óleo vegetal é 1,4 g/cm^3, podemos dizer que em 1 litro teremos 1,4 Kg. Como 1 mL é a mesma coisa que 1 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 g/cm^3 é igual a 1,4 kg/L

Em dois litros teremos: 1,4 x 2 = 2,8 Kg.

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

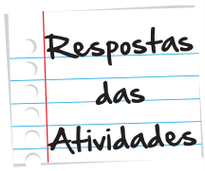
3,2 ÷ 0,8 = 4

Logo, teremos 4 litros.

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

100,00 ÷ 20,00 = 5 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 g/cm^3, ou seja, 0,8 kg em 1 litro do produto. Assim, em 5 litros terão:

0,8 x 5 = 4,0 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°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.

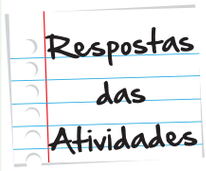
d. 100°C, que é a temperatura de ebulição da água.

e. A temperatura volta a subir devido ao término da ebulição, ou seja, quando toda a água passou do estado líquido para o estado gasoso.

Atividade 5

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

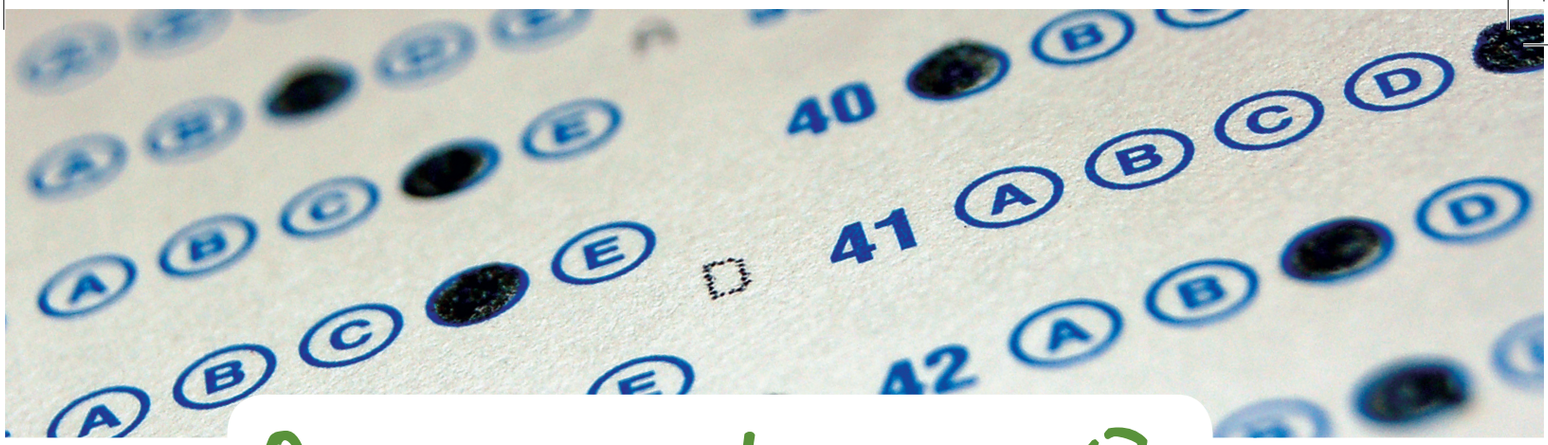
- Fenol: líquido
- Pentano: gasoso



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 183ºC. Essa é uma temperatura inferior mesmo ao ponto de fusão dos metais que compõem esta liga (o estanho puro funde a 232 ºC e o chumbo puro a 320ºC), 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): $d_I = \frac{60}{100} \times 7,3 + \frac{40}{100} \times 11,3 = 8,9 g/ml$
- Amostra II (65 % de Sn e 35 % de Pb): $d_{II} = \frac{62}{100} \times 7,3 + \frac{38}{100} \times 11,3 = 8,82 g/ml$
- Amostra III (65 % de Sn e 35 % de Pb): $d_{III} = \frac{65}{100} \times 7,3 + \frac{35}{100} \times 11,3 = 8,7 g/ml$
- Amostra IV (63 % de Sn e 37 % de Pb): $d_{IV} = \frac{63}{100} \times 7,3 + \frac{37}{100} \times 11,3 = 8,78 g/ml$
- Amostra V (59 % de Sn e 41 % de Pb): $d_V = \frac{59}{100} \times 7,3 + \frac{41}{100} \times 11,3 = 8,94 g/ml$

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 g/mL) e a IV (de = 8,78 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.

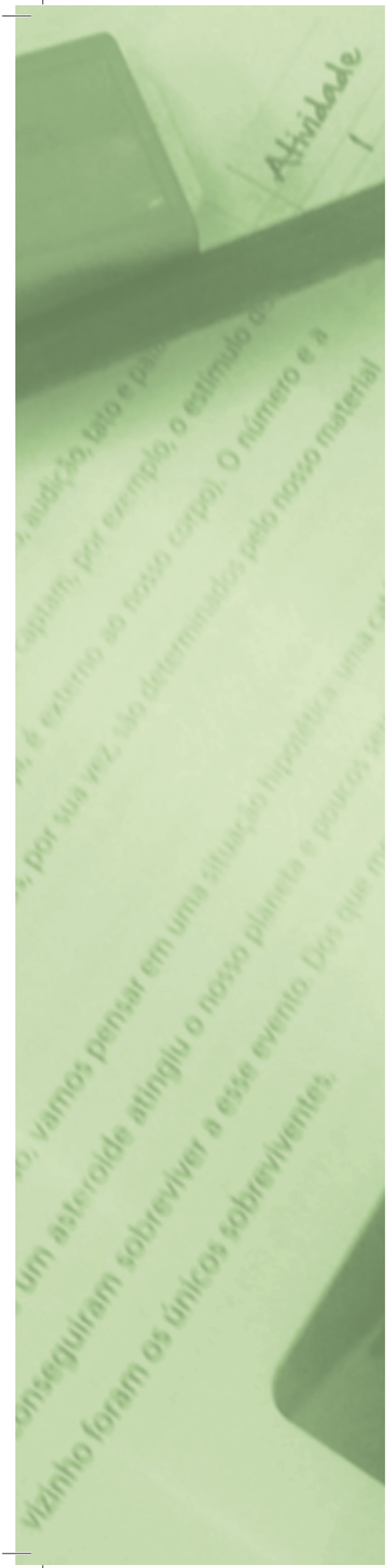
d. A água quente que está em uma caneca é passada para outra caneca, a fim de diminuir sua temperatura.

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.



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 1ª 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.

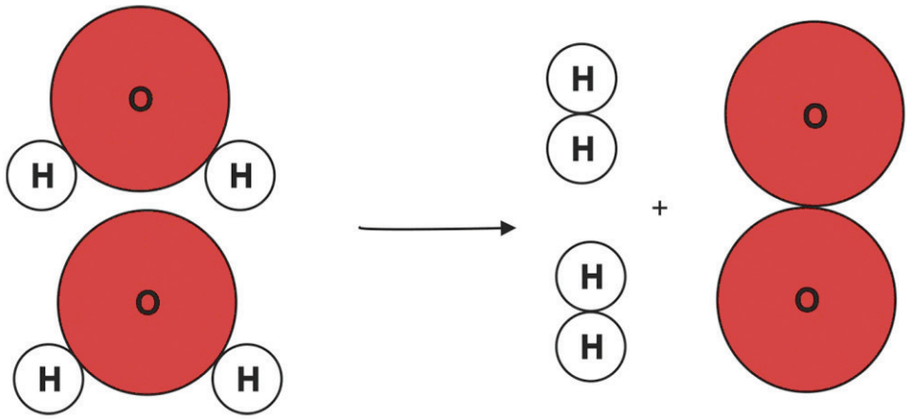


Figura 1: Dalton afirmou que os átomos não poderiam ser criados ou destruídos. Observe a decomposição da água (H_2O) em gás hidrogênio (H_2) e gás oxigênio (O_2). O que ocorreu de fato foi apenas um rearranjo de átomos, no entanto percebe-se que os átomos continuam sendo os mesmos.

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.



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.

Importante

Um pouco mais sobre Dalton..

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

Multimídia

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

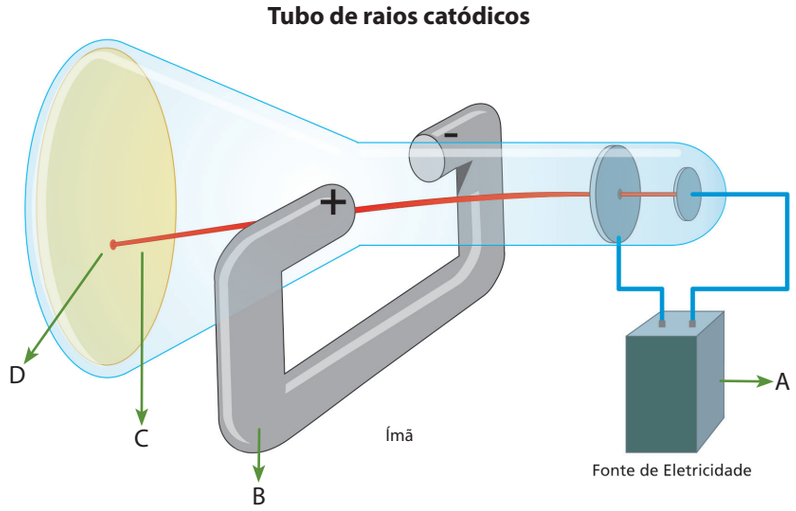


Figura 3: Esquema representativo da Ampola de Crookes, submetida à ação de um ímã onde Thomson observou que, quando uma corrente era acionada [A], surgiam raios que se dirigiam à parede oposta do tubo [D]. Com a proximidade de um ímã [B], os raios catódicos [C] sofriam um desvio, indicando que possuíam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

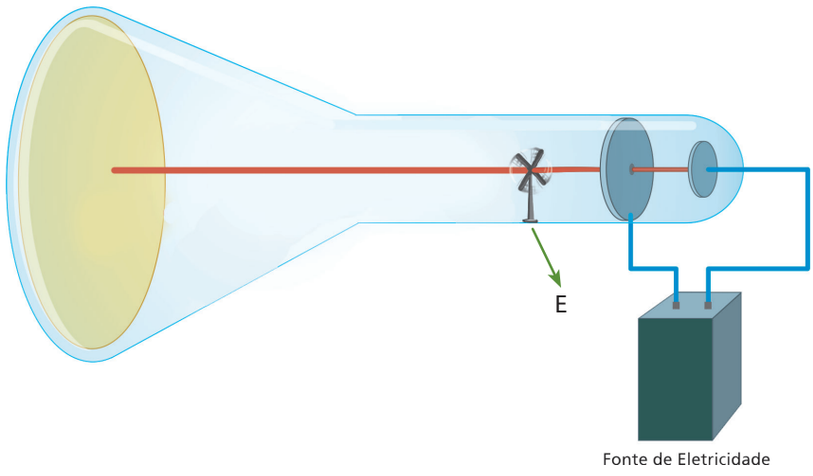


Figura 4: Esquema representativo da Ampola de Crookes, com uma engrenagem em seu interior [E] posta em movimento pela ação dos raios catódicos, indicando que esses possuíam massa.

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.

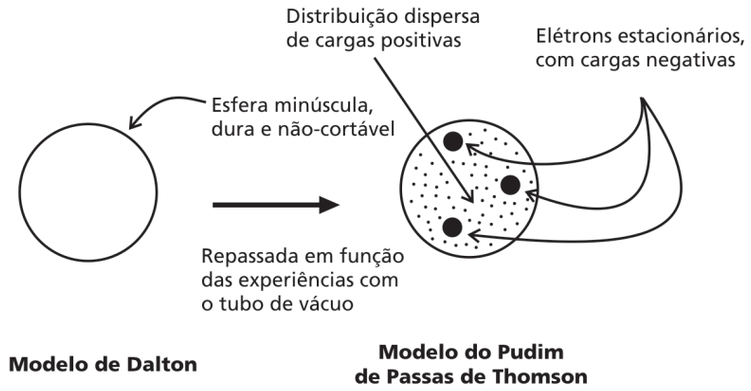


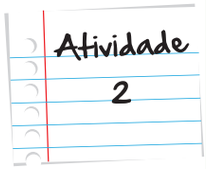
Figura 6: Substituição do modelo de Dalton pelo de Thomson.

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.

Multimídia





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.

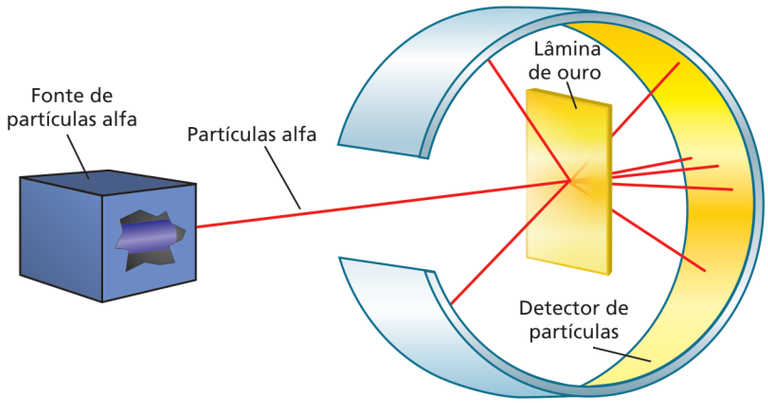


Figura 7: Experimento de Rutherford, no qual a maioria das partículas alfa atravessa a placa de ouro. No entanto, algumas poucas partículas não conseguem atravessá-la.

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 180º. Estes resultados mostravam que a 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.

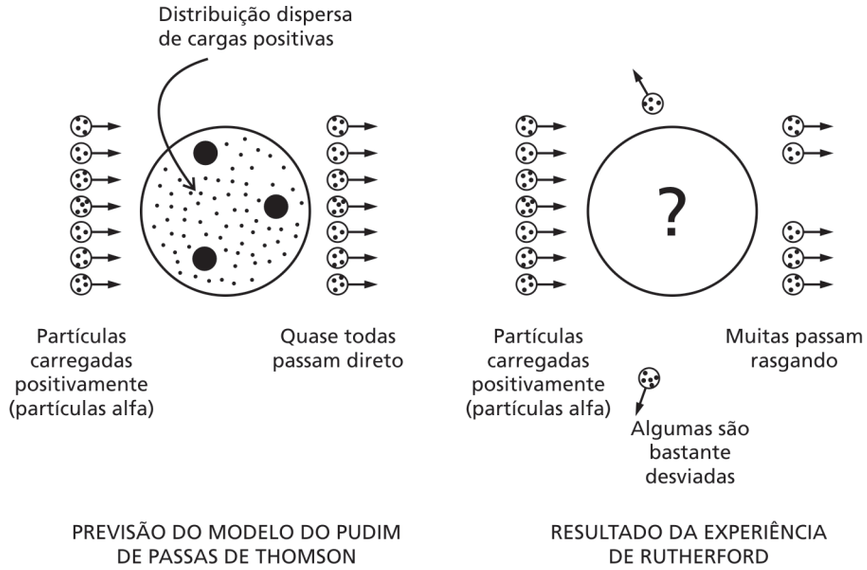


Figura 8: Representação esquemática do experimento de Rutherford. Pode-se observar (à esquerda) que, no modelo de Thomson, não se esperava uma reflexão das partículas alfa. No entanto, Rutherford observou tal evento, permitindo uma nova conclusão sobre a estrutura do átomo.

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:

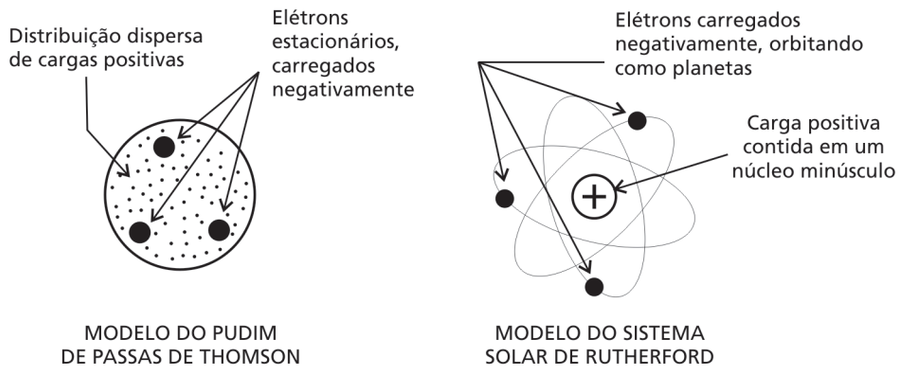


Figura 9: Substituição do modelo de Thomson pelo de Rutherford.

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.



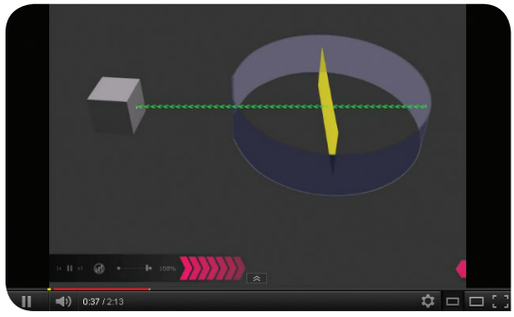
Multimídia

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

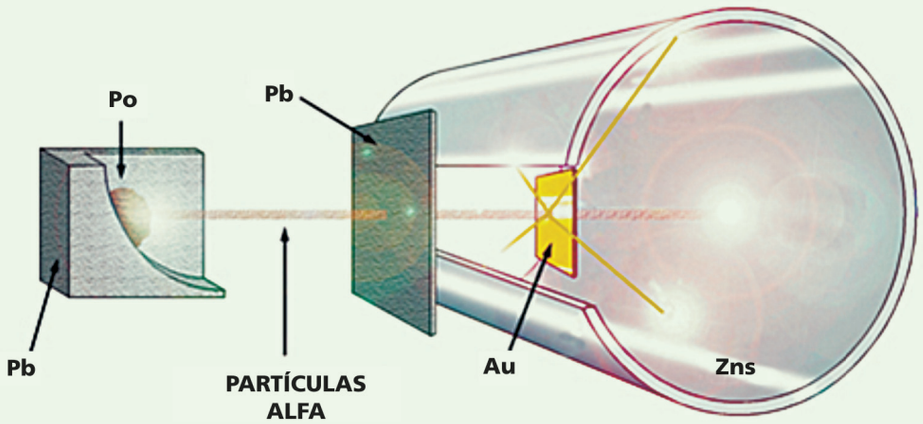
Atividade 3

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.

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.

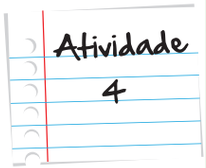


a. Descreva os resultados que deveriam ser observados nessa experiência, se houvesse uma distribuição homogênea das cargas positivas e negativas no átomo.

b. Descreva os resultados efetivamente observados por Geiger e Marsden.

c. 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.sbq.org.br/online/qnesc02/historia.pdf remeterá a um excelente artigo sobre a descoberta da radioatividade e suas implicações na época.

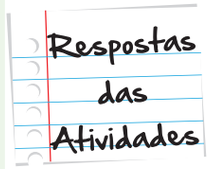
Referências

- 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.



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.

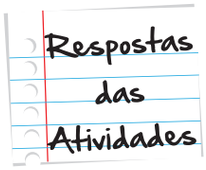
(V) Este é o modelo de Thomson.

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°.

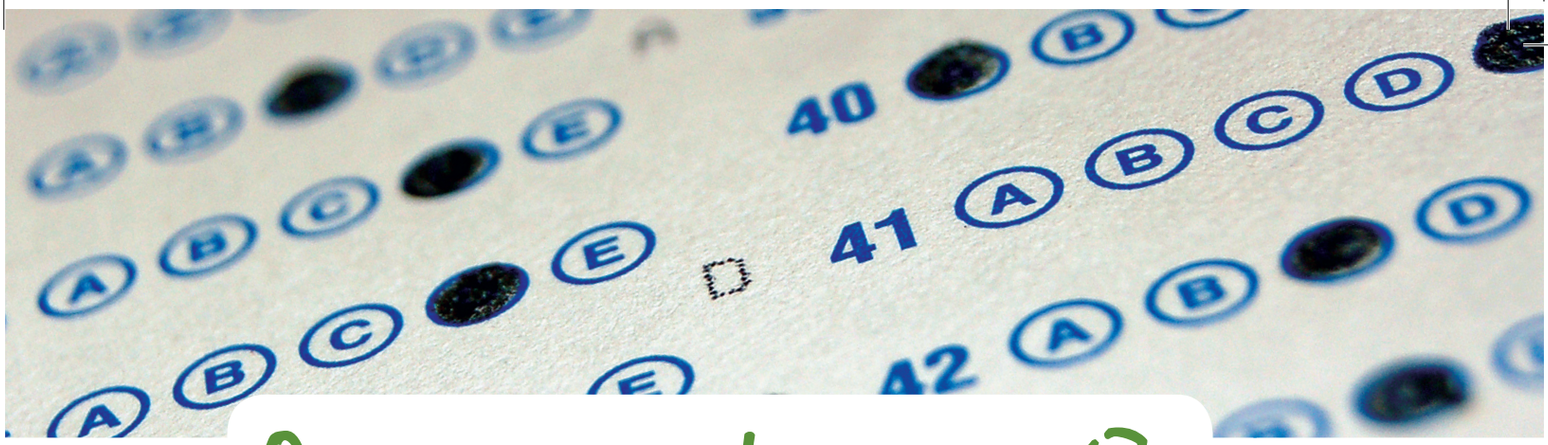
b. Os resultados mostravam que a maioria absoluta das partículas alfa passava pela placa, porém algumas poucas ricocheteavam e outras eram refletidas em um ângulo de 180º.

c. Estes resultados mostravam que a 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.



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, nŽ 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.

Use protetor solar!

Para início de conversa...

Quando Rutherford formulou o seu modelo atômico, conforme você estudou na unidade anterior, não levou em consideração uma força natural que nos rodeia a todo momento. Observe a paisagem a seguir, e tente imaginar de qual força estamos tratando:



Figura 1: Além de um refrescante banho de mar, o que buscamos, em um dia ensolarado, à beira de uma praia?

Fonte: http://www.flickr.com/photos/over_kind_man/3180645952/ - Mike Vondran

Se você respondeu que a força é a luz solar, acertou em cheio! O nosso país, por se encontrar em uma posição geográfica próxima aos trópicos, recebe uma grande incidência de raios solares. Por isso, em muitas cidades brasileiras, é possível aproveitar um gostoso banho de Sol.

No entanto, é importante que tenhamos muito cuidado com o recebimento dessa luz, pois existem diversos tipos de radiações que são emitidas pelo Sol.

Uma delas é a radiação ultravioleta. Esta é absorvida por nossa pele e, em um primeiro momento, provoca o bronzeamento. No entanto, caso seja recebida em excesso, pode causar queimaduras, e, a longo prazo, envelhecimento precoce da pele e até câncer!

Para evitar tais malefícios, sem deixar de receber a agradável presença da luz solar em sua pele, é recomendado o uso do protetor solar. Ele contém diversas substâncias que agem como filtros, impedindo a ação destruidora dos raios ultravioletas em nossa pele.

Mas não é só nos raios solares que as radiações estão presentes.

Em nosso dia a dia, lidamos com várias outras formas de radiações eletromagnéticas. Por exemplo, ao aquecermos um alimento no micro-ondas, usamos outra forma de radiação – as micro-ondas. Quando você vai ao hospital fazer uma radiografia (ou "tirar uma chapa"), você entra em contato com outra forma de radiação – os raios X.

Nesta unidade, vamos verificar que o conhecimento da natureza dos diversos tipos de radiações foi importante na evolução dos modelos atômicos.

Objetivos de aprendizagem

- Identificar as principais características do modelo atômico de Bohr.
- Diferenciar as diferentes partículas que compõem o átomo, localizando-as e quantificando-as.
- Distinguir átomos isótopos.
- Aplicar a distribuição eletrônica de um átomo como uma forma de identificá-lo.

Seção 1
Neon

Nada resiste ao neon
Das luzes da cidade
Derrubam muros
Cativam almas
Ávidas pela claridade
Pedro Du Bois

A Poesia de Pedro Du Bois retrata o fascínio que temos pelas luzes de neon (Figura 2). Mas qual a relação existente entre elas e os modelos atômicos? Podemos afirmar que a existência destas luzes é uma comprovação do modelo atômico de Bohr, desenvolvido pelo cientista Niels Bohr, em 1913. Quer saber o porquê?



Figura 2: Encontramos as luzes neon, por exemplo, colorindo as noites das cidades. São fascínios aos olhares perdidos!
Fonte: http://www.flickr.com/photos/mag3737/519410665/ - Tom Magliery

O modelo atômico de Rutherford, sobre o qual falamos na unidade "Caminhando pela estrada que investiga do quê somos feitos", pouco durou no meio científico, uma vez que não justificava o fato dos elétrons, em movimento ao redor do núcleo, perderem energia, sendo atraídos diretamente pelo núcleo, o que causaria o colapso do átomo. Além disso, os cientistas procuravam uma explicação para o fenômeno da emissão de luzes de diferentes cores, quando os átomos eram estimulados por descargas elétricas. Você já deve ter observado alguns exemplos desse fenômeno, como o da Figura 2. Sendo assim, o modelo planetário de Rutherford tinha que ser revisto.

Em 1913, então, Niels Bohr (1885-1962) elaborou um modelo que poderia explicar essa emissão de luz. Segundo Bohr, existiriam diferentes órbitas para os elétrons; cada uma delas estaria associada a uma quantidade de energia específica. Quando um determinado elétron recebesse um estímulo energético, ele saltaria para uma órbita diferente, de maior energia.

Claro que essa nova condição não seria a mais "confortável" para o elétron, uma vez que essa não era sua situação original. Assim, tão logo o estímulo pare, o elétron volta à sua posição original, liberando a energia recebida na forma de luz.

Você pode ter percebido, na Figura 2, que os letreiros possuem cores diferentes, certo? Isso se dá, pois os diferentes átomos possuem quantidades diferentes de elétrons, que, por sua vez, se encontram em órbitas diferentes. Logo, as quantidades de energia envolvidas são distintas, ocasionando luzes diferentes.

Os principais postulados de Bohr são:

- Os elétrons se movem ao redor do núcleo do átomo, em órbitas.
- Os elétrons só podem se mover em órbitas determinadas e essa mudança só acontece se houver variação de energia.
- Um elétron que se move na mesma órbita não emite energia.

Graças ao modelo atômico de Bohr é possível explicar mais fenômenos químicos e físicos que o de Rutherford. Assim, temos a substituição do modelo planetário pelo de Bohr. Como este último modelo estabelece quantidades específicas de energia para as órbitas onde estão situados os elétrons, ele ficou conhecido como "modelo quântico".

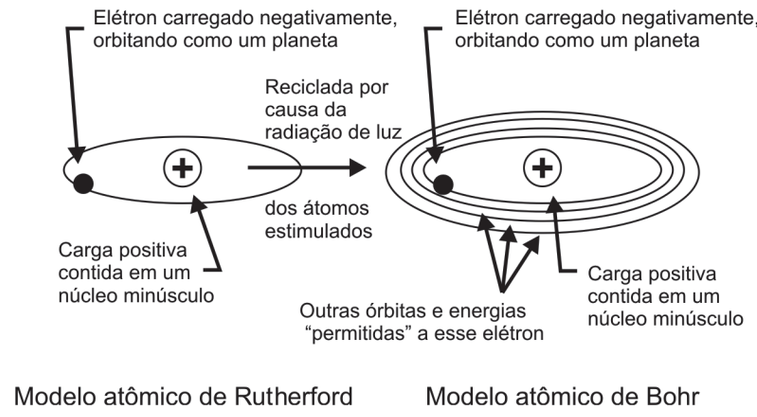


Figura 3: Substituição do modelo de Rutherford pelo de Bohr. Observe que os dois modelos são muito parecidos. A diferença reside na possibilidade de o elétron mudar de órbita de acordo com a quantidade de energia contida nele. Em função da semelhança entre estes dois modelos alguns autores denominam este modelo atômico, de Rutherford-Bohr.

Como você estudou até agora, nesta e na unidade anterior, diversos modelos atômicos foram propostos ao longo do tempo. A Figura 4 representa a linha de tempo da evolução histórica dos modelos atômicos. Observe que na linha de cima estão os modelos propostos na época e na linha de baixo os eventos que desencadearam a reformulação dos modelos anteriores.

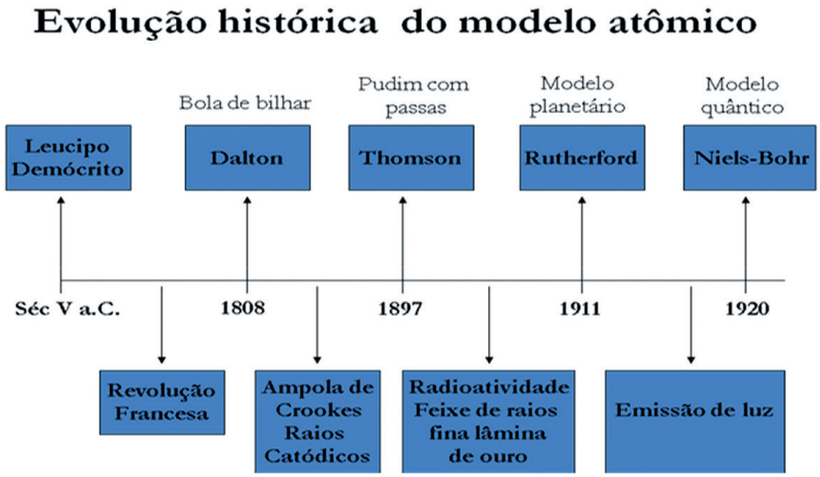
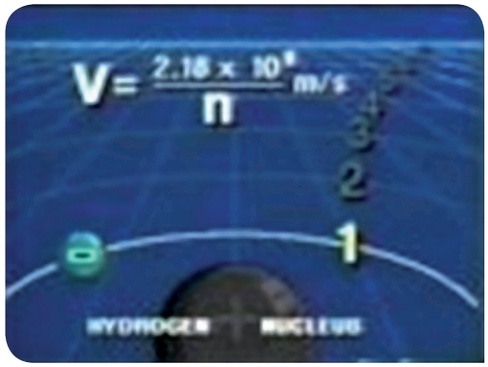


Figura 4: Ao longo da história científica, novas experiências e achados foram realizados, novos modelos foram elaborados.
Fonte: Claudio Costa Vera Cruz

Multimídia

Bohr e seu modelo quântico

O *link* http://www.youtube.com/watch?v=16rze5ru9kk remete a uma excelente animação sobre desenvolvimento do modelo de Bohr.



Uma aplicação prática do modelo de Bohr é o teste de chama. Ele consiste em aquecer determinados materiais observando as cores emitidas de forma a identificar elementos existentes. O princípio é o mesmo observado nos fogos de artifício. O *link* http://www.youtube.com/watch?v=qsNhxzFKh0I é uma demonstração excelente desse método.



Atividade 1

Aplicações do modelo de Bohr

O laser (do inglês, *Light Amplification by Stimulation Emission of Radiation* – amplificação da luz pela estimulação da emissão de radiação) é um dispositivo que amplia a absorção e a emissão de energia pelos átomos, quando seus elétrons mudam de estados energéticos.

Sabendo disso e, após estudar esta primeira seção da unidade, responda: a qual modelo atômico esse fenômeno está associado? Justifique brevemente a sua resposta.



Anote suas respostas em seu caderno

Seção 2
Grandezas atômicas! Criando uma identidade

Ao longo da investigação dos modelos atômicos, muitos cientistas tiveram importante papel na sua confirmação. Um deles, James Chadwick, descobriu, em 1932, uma terceira partícula, além do elétron e do próton, semelhante a esse último, porém sem carga elétrica. Por esse motivo, tal partícula foi denominada nêutron.

O nêutron, assim como o próton, se encontrava no núcleo e a sua função estava relacionada à manutenção da estabilidade deste. Uma grande quantidade de cargas positivas (prótons) em um reduzido espaço trazia uma enorme instabilidade a este mesmo núcleo. Assim sendo, o modelo atômico do início do século XX fica da seguinte forma:

Tabela 1: Há três partículas formadoras do átomo, que apresentam massa, carga e localização próprias. Entenda que os valores de massa são relativos, ou seja, a massa de um próton é igual à de um nêutron e é muito maior que a de um elétron. Foi necessário atribuir massas relativas a essas partículas atômicas, uma vez que seus valores, em gramas, são infinitamente pequenos!

Partícula	Carga elétrica	Massa	Localização
Elétron	Negativa	Próximo a zero	Eletrosfera
Próton	Positiva	1	Núcleo
Nêutron	Não possui	1	Núcleo

Fonte: Claudio Costa Vera Cruz

Hoje sabemos que existem outras subpartículas no núcleo como quarks e glúons. A pesquisa destas partículas faz parte do trabalho de químicos e físicos teóricos na área da química.

A massa de um átomo, portanto, é resultado da soma de todas as partículas que o constituem. No entanto, como a massa do elétron é desprezível, podemos dizer que a massa de um átomo é a soma do total de prótons e nêutrons. A massa de um átomo é chamada "número de massa" e tem o símbolo A como forma de identificação; enquanto que o número de prótons é chamado "número atômico" e seu símbolo é Z. Observe a Tabela 2:

Tabela 2: Há duas representações das grandezas atômicas: número de massa (A) e número atômico (Z).

Grandeza atômica	Símbolo	O que representa?
Número de massa	A	A massa total de um átomo
Número atômico	Z	O número de prótons de um átomo

Fonte: Claudio Costa Vera Cruz

As fórmulas a seguir relacionam as partículas nucleares às grandezas atômicas.

$$A = p + n \quad \text{ou} \quad A = Z + n$$

Onde A é o número de massa, Z o número atômico, p é o número de prótons e n é o número de nêutrons.

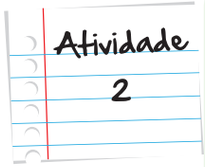


Muito cuidado!

Os átomos são eletricamente neutros, por isso dizemos que:

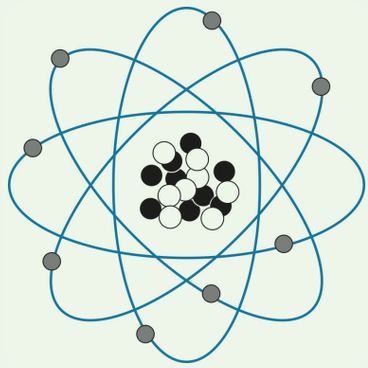
$$Z = p = e$$

Isso significa que o número de cargas positivas (prótons) é igual ao número de cargas negativas (elétrons).



Quem é você? Identificando o átomo

A figura a seguir representa um átomo que possui número de nêutrons igual a 8. A partir deste dado, determine a quantidade de prótons existente neste átomo bem como seu número de massa.



Atividade 2

Anote suas respostas em seu caderno

Seção 3

Alguns átomos podem parecer iguais, mas são diferentes!

A seguir, você pode observar a representação de alguns átomos fictícios. Veja a possível localização dos números de massa e atômico destes átomos. Estes números são uma importante informação que permite a identificação de um átomo:

$${}_{Z}X^{A}; \qquad X_{Z}^{A}; \qquad {}^{A}_{Z}X$$

Observe que o símbolo X é utilizado para representar um átomo qualquer. Os químicos desenvolveram uma linguagem própria para diferenciar os elementos através de seus símbolos. Os símbolos de um elemento químico são siglas e *estas devem conter, no máximo, duas letras sendo a primeira necessariamente maiúscula e a segunda, quando houver, minúscula.* A Tabela 3 apresenta alguns átomos e seus símbolos:

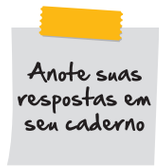
Tabela 3: Elementos químicos e seus símbolos.

Elemento	Símbolo	Elemento	Símbolo
Ferro	Fe	Enxofre	S
Cobalto	Co	Sódio	Na
Carbono	C	Potássio	K
Oxigênio	O	Ouro	Au

Sabendo disso, vamos fazer uma breve atividade com a Tabela 4. Ela apresenta alguns tipos de átomos com as partículas constituintes de seus respectivos núcleos. Para certos átomos, no entanto, como você pode ver, faltam dados. Então, baseado no que você acabou de estudar, que tal completar os espaços em branco da tabela? Siga o exemplo que consta na primeira linha:

Tabela 4: A tabela a seguir representa as principais características de alguns átomos. Observe que os espaços vazios podem ser preenchidos através das informações fornecidas. Então, mãos à massa!

Nome do elemento	Símbolo	Número de prótons	Número de nêutrons	Número atômico	Número de massa	Representação
Carbono	C	6	6	6	12	$^{12}_{6}C$
Carbono	C	6	8	6	14	$^{14}_{6}C$
Oxigênio		8	8			
Oxigênio	O	8				$^{17}_{8}O$
Urânio	U			92	235	
Urânio						$^{238}_{92}U$



Você percebeu que foram colocados dois átomos de diferentes elementos químicos? Dois átomos do elemento carbono, dois átomos do elemento oxigênio e dois átomos do elemento urânio.

Pense um pouco mais sobre a tabela que você preencheu. Você saberia dizer qual a semelhança entre as partículas dos dois átomos de cada elemento representados acima?

A Tabela 4 indica uma importante semelhança entre os átomos de um mesmo elemento químico. Eles possuem o mesmo número de prótons, ou seja, o mesmo número atômico.

Mas eles possuem também uma importante diferença entre si: o número de nêutrons. Isso, por sua vez, ocasiona diferentes números de massa. Nesses casos, dizemos que esses átomos são **isótopos**.

Isótopos

São átomos com o mesmo número atômico, mas com diferentes números de massa, devido a diferentes quantidades de nêutrons em seus núcleos.

Veja os exemplos que você encontrou na Tabela 4. São isótopos os átomos:

$^{12}_{6}C$ e $^{14}_{6}C$ $\qquad$ $^{16}_{8}O$ e $^{17}_{8}O$ $\qquad$ $^{235}_{92}U$ e $^{238}_{92}U$

São isótopos?

Atividade 3

A tabela seguinte fornece o número de prótons e nêutrons existentes no núcleo de alguns átomos, representados pelas letras de A até D.

Átomos	Nº de prótons	Nº de nêutrons
A	34	45
B	35	44
C	33	42
D	34	44

Considerando os dados desta tabela, o átomo isótopo de A e o átomo que tem o mesmo número de massa de A são, respectivamente:

a. D e B

b. C e D

c. B e C

d. B e D

e. C e D

Anote suas respostas em seu caderno

Seção 4
A organização dos elétrons

Como comentado anteriormente, o modelo atômico de Bohr estabelecia que cada elétron ocupa uma posição definida e única no átomo. A princípio, as investigações científicas indicaram a existência de sete camadas (ou níveis) possíveis para acomodar os elétrons em volta do núcleo. Estas camadas foram identificadas por letras e existe um número máximo de elétrons em cada camada, conforme mostra a Figura 5.

Camada	K	L	M	N	O	P	Q
N° Máximo de Elétrons	2	8	18	32	32	18	2

Figura 5: Observe a quantidade máxima de elétrons que podem existir em cada camada. É importante sabermos que, conforme o átomo possui mais elétrons, eles vão preenchendo mais camadas.

Isso significa que, se um átomo possuir três elétrons, dois deles estarão na camada K e o elétron restante ficará na próxima camada, que é a L.

Por exemplo, um átomo possuidor de 13 elétrons terá em sua distribuição eletrônica: 2 elétrons em K, 8 elétrons em L e 3 elétrons em M. Observe que a soma dos elétrons existentes nas três camadas (2+8+3) terá sempre de ser igual ao total de elétrons que o átomo possui (13).

Vamos ver mais exemplos?

Exemplo 1

Como é a distribuição dos elétrons em camadas de um átomo com 4 elétrons (berílio)?

Como o berílio possui apenas 4 elétrons, iremos preencher a primeira camada (K) com 2 elétrons restando, apenas, dois elétrons que serão alocados na próxima camada (L). Portanto, sua distribuição ficará assim:

K- 2

L- 2

Exemplo 2

Como é a distribuição dos elétrons em camadas de um átomo com 11 elétrons (sódio)?

Como o sódio possui 11 elétrons, iremos preencher a primeira camada (K) com 2, restando, apenas, 9. Desses 9 elétrons, 8 serão alocados na camada L e apenas 1 será alocado na camada M. Portanto:

K- 2

L- 8

M- 1

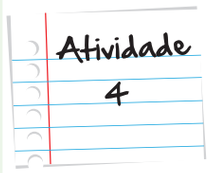
Pesquisas posteriores à de Bohr observaram que existiam, ainda, subdivisões dessas camadas, denominadas subcamadas (ou subníveis). Elas foram identificadas por um número e uma letra conforme a tabela a seguir:

Tabela 5: A organização dos elétrons na eletrosfera se dá tanto por camadas (primeira coluna) quanto por subcamadas ou subníveis (terceira coluna).

Níveis ou camadas	Nº máximo de elétrons	subníveis
K	2	$1s^2$
L	8	$2s^2\ 2p^2$
M	18	$3s^2\ 3p^6\ 3d^{10}$
N	32	$4s^2\ 4p^6\ 4d^{10}\ 4f^{14}$
O	32	$5d^2\ 5p^6\ 5d^{10}\ 5f^{14}$
P	18	$6s^2\ 6p^6\ 6d^{10}$
Q	2	$7s^2$

A distribuição de elétrons é de fundamental importância, uma vez que ela determina as características químicas dos respectivos átomos.

Sua vez de distribuir os elétrons!



Faça as distribuições eletrônicas em camadas dos átomos que possuem os seguintes números atômicos:

a. Z= 6

b. Z= 13

c. Z= 18

Anote suas respostas em seu caderno

É importante que você saiba que nenhum elemento químico possui a mesma organização eletrônica de outro. No universo da Química, cada um dos elementos possui sua assinatura única e intransferível. É como se fosse uma impressão digital que possibilitasse o reconhecimento deste elemento em qualquer situação, e é com base neste princípio que os químicos irão organizar todos os elementos que compõem a matéria.

Mas apesar de você já saber como, não se preocupe em organizar esses elétrons nas subcamadas, ao menos por enquanto. Apenas tenha em mente que é possível elaborar a distribuição eletrônica para cada elemento químico existente no universo e que, dependendo do resultado, pode-se prever suas características em função dessa distribuição. Bom, mas isso já é assunto para as próximas unidades!

Na unidade "Elementos Químicos: os ingredientes do nosso mundo", você será apresentado à Tabela Periódica. Em meio às descobertas de características que permitiam a identificação dos átomos, muitos deles foram sendo reconhecidos. Surgiu daí a necessidade de se buscar por padrões que permitissem desenvolver formas de organizá-los. Ficou curioso? Então, até lá!

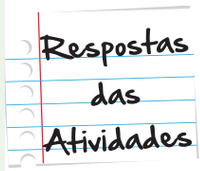
Resumo

- O modelo atômico atual é o de Bohr (também conhecido como Rutherford-Bohr). Nesse modelo, os elétrons giram ao redor do núcleo em órbitas, as quais apresentam diferentes valores de energia.
- Os elétrons podem mudar de órbita desde que recebam ou percam energia.
- A massa de um átomo (representada pelo símbolo A) é a soma da quantidade de prótons e nêutrons. Essas partículas estão situadas no núcleo.
- A quantidade de prótons de um átomo é denominada número atômico e seu símbolo é Z.
- Em um átomo neutro, a quantidade de prótons é igual à quantidade de elétrons.
- Átomos que apresentam a mesma quantidade de prótons são chamados isótopos.
- Os elétrons estão distribuídos em sete camadas denominadas por letras (K, L, M, N, O, P, Q) e essas camadas são subdivididas em subcamadas (também chamada subníveis) denominadas s, p d e f.

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.
- http://www.recantodasletras.com.br/artigos/1554104, acessado em 06/03/2012, às 17:31.



Atividade 1

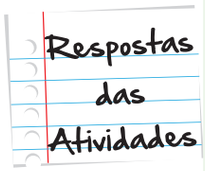
Ao modelo atômico de Bohr, uma vez que este prevê a possibilidade do elétron mudar de posição (órbita), de acordo com sua variação de energia.

Atividade 2

Na figura, existem 9 bolas pretas e 8 bolas brancas no núcleo do átomo. Na eletrosfera, percebemos a existência de 8 elétrons. Logo, as bolas brancas são os prótons (lembre-se de que, em um átomo, os números de prótons e elétrons são iguais) e as pretas os nêutrons. O número de massa é a soma dos nêutrons e dos prótons, ou seja:

$A = 9 + 8$

$A = 17$



Atividade 3

Letra A.

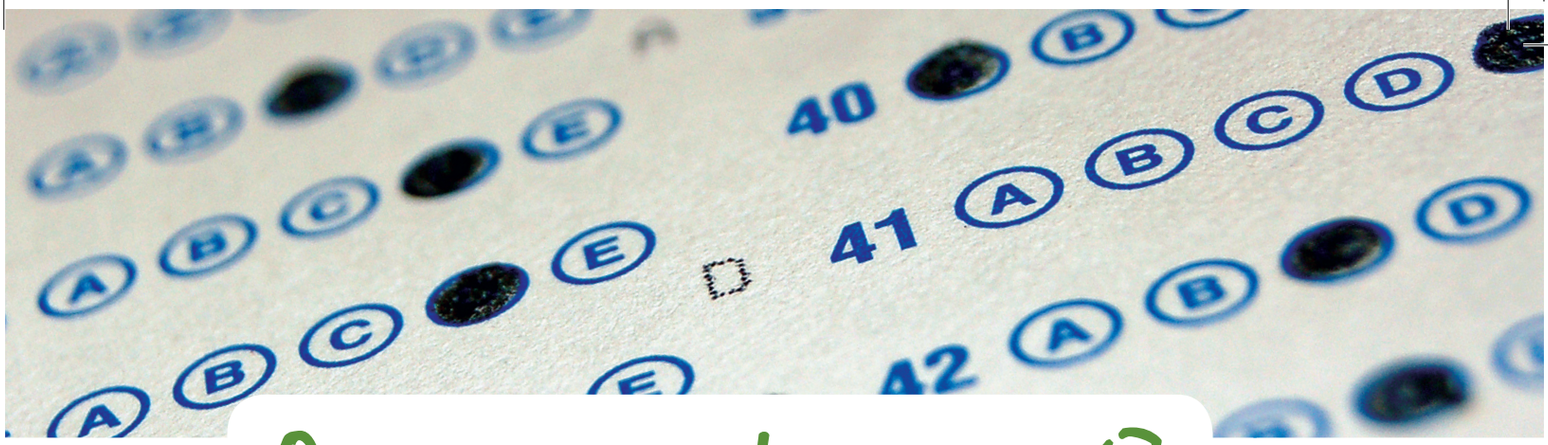
Observe que o átomo isótopo de A terá que apresentar o mesmo número de prótons que ele, portanto este é o átomo D. Para achar o átomo com o mesmo valor de massa de A devemos somar as duas colunas e verificar qual irá apresentar o mesmo valor (79); apenas o átomo B satisfaz esta condição.

Atividade 4

a. K- 2
   L- 4

b. K- 2
   L- 8
   M- 3

c. K-2
   L- 8
   M- 8



O que perguntam por aí?

Questão 1

(UFG 2006)

Observe o trecho da história em quadrinhos a seguir, no qual há a representação de um modelo atômico para o hidrogênio.



Qual o modelo atômico escolhido pelo personagem no último quadrinho? Explique-o.

Comentário: O modelo atômico apresentado é o modelo de Rutherford-Bohr. Neste modelo, os elétrons giram em torno do núcleo, em níveis específicos de energia, chamados camadas. No caso do modelo do átomo de hidrogênio apresentado, pode-se observar que a órbita não é elíptica, e o elétron gira em torno do núcleo, em uma região própria, ou em uma camada chamada camada K.

Questão 2

(UFRGS 2001)

Uma moda atual entre as crianças é colecionar figurinhas que brilham no escuro. Essas figuras apresentam em sua constituição a substância sulfeto de zinco. O fenômeno ocorre porque alguns elétrons que compõem os átomos dessa substância absorvem energia luminosa e saltam para níveis de energia mais externos. No escuro, esses elétrons retomam aos seus níveis de origem, liberando energia luminosa e fazendo a figurinha brilhar. Essa característica pode ser explicada considerando o modelo atômico proposto por:

a) Dalton.

b) Thomson.

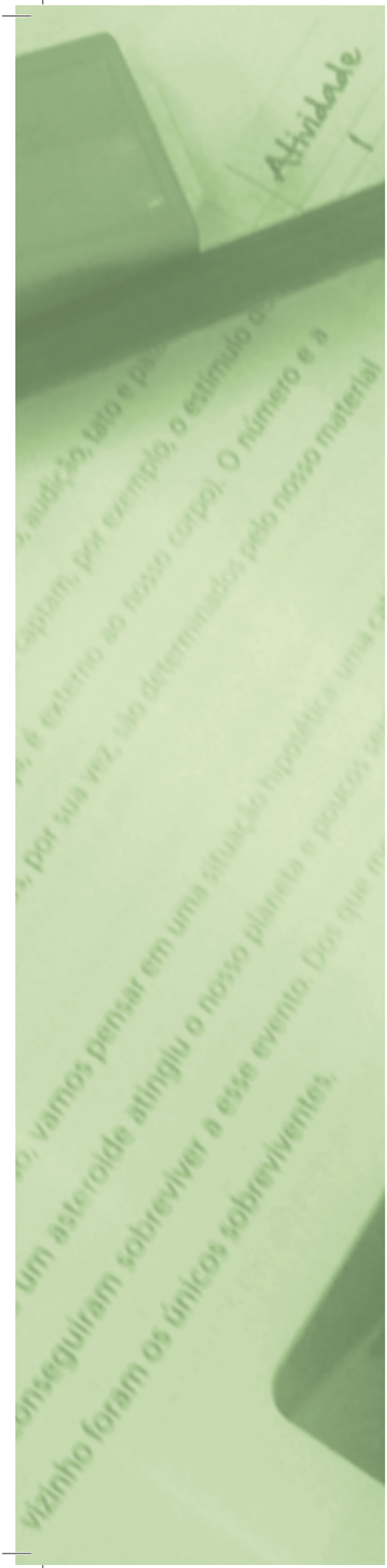
c) Lavoisier.

d) Rutherford.

e) Bohr.

Resposta: Letra E

Comentário: Apenas o modelo de Bohr prevê a emissão de energia por um átomo quando seu elétron volta a ao seu orbital original.



Elementos Químicos: os ingredientes do nosso mundo!

Para início de conversa...

Quantos elementos químicos existiam?

Esse era um dos questionamentos que muitos cientistas faziam na segunda metade do século XIX. E como você já estudou nas unidades anteriores, perguntas sem respostas sobre a natureza das coisas não faltavam. Mas, às vezes, faltavam as ferramentas mais básicas para respondê-las.

Quando o químico francês Louis Pasteur (1822 – 1895) descobriu os microrganismos, muitos dos elementos químicos que hoje conhecemos ainda não haviam sido descobertos.

Àquela altura, 63 elementos químicos eram conhecidos: o ouro e o cobre, conhecidos desde os tempos pré-históricos, até o hélio (He), que fora recém-descoberto na atmosfera do Sol.

Mas como esses elementos ordenavam-se? Existia algum padrão para os elementos? Muito pouco ainda se sabia deles; nem mesmo do que eram feitos!

O dilema era grande. Sabia-se que cada um desses elementos era formado por átomos diferentes, com massas diferentes, mas alguns possuíam propriedades químicas semelhantes. Tinha de haver um princípio norteador, um padrão, que unisse as propriedades químicas e físicas.

Então, pensou-se em sua organização. Da mesma forma que você organiza as roupas dentro do seu armário ou alguma coleção que você tenha, ou as suas fotos, os químicos buscavam colocar os elementos químicos em ordem.

Esse problema, então, seria resolvido em 1869, com um químico russo chamado Dimitri Mendeleev (1834-1907). Partindo de um conjunto de informações, ele conseguiu achar um padrão para organizar os elementos e ainda fez previsões que seriam testadas por experiências futuras. Assim, foi criada uma das grandes invenções da ciência: a Tabela Periódica dos Elementos!

A busca desenfreada pelo conhecimento ainda perseguia os cientistas. Foram várias descobertas, não só de outros elementos químicos, mas também de novos produtos: a indústria química ganhava o seu espaço.

Em meados do século XIX, os químicos sabiam o suficiente sobre os diferentes elementos e compostos para começar a sintetizar novas substâncias com propriedades especialmente requeridas. A invenção dos primeiros corantes e dos plásticos iria beneficiar as indústrias.

Era o nascer da ciência moderna. Uma fase incrível que propiciaria um desenvolvimento científico e tecnológico que alteraria substancialmente a vida das pessoas.

Quer saber um pouco mais dessa história?



Figura 1: A ordem dos elementos. A busca por um padrão assolava alguma das mentes mais brilhantes da ciência no século XIX.

Fonte: http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Peridic_system_showcase.jpg - Eduardo de Eugene.

Objetivos de aprendizagem

- Reconhecer a formulação da Tabela Periódica dos Elementos Químicos;
- Identificar a Tabela Periódica como uma fonte de informações sobre os elementos químicos;
- Distinguir metais e não metais;
- Localizar um elemento na Tabela Periódica;
- Reconhecer os principais grupos da Tabela Periódica.

Seção 1
Organizando os elementos químicos

Nosso planeta foi criado a partir de 92 elementos químicos. Em unidades anteriores, você viu que tudo é inteiramente feito pela combinação desses elementos. No entanto, há um pouco mais de 200 anos, os cientistas não tinham essa percepção. Eles não sabiam quantos elementos havia e quantos mais poderiam encontrar na Natureza. Seria uma busca sem fim?

Como você também viu na Unidade 3, John Dalton (1766 – 1844) foi o primeiro a tentar por ordem no mundo desordenado dos elementos com o seu modelo atômico.

O químico sueco Jöns Jacob Berzelius (1779 – 1848), um dos primeiros a aceitar a teoria atômica de Dalton, achava que descobrir mais sobre a massa de cada elemento era, de alguma forma, de vital importância em sua ordenação.

Este solitário químico iniciou a sua busca: começou a medir a massa atômica de cada elemento conhecido naquela época. Mas para isso, Berzelius teria de isolar e purificar cada um deles com extrema precisão. E isso estava longe de ser um trabalho simples. Naquela época, muito pouco da aparelhagem química, necessária a um trabalho com essa precisão, tinha sido inventada.

Na altura de 1818, ele já havia determinado as massas atômicas de 45 dos 49 elementos conhecidos na época, analisando mais de 2000 compostos químicos.

Alguns dos seus resultados foram extremamente precisos, quando comparamos com os dados atuais. Mas, naquela época, quando outros cientistas tentavam determinar as massas atômicas, chegavam a resultados completamente diferentes.

Apenas em 1860, na conferência de Karlswhe, na Alemanha, o químico italiano Stanislao Canizzaro (1826 – 1910) esclareceu a distinção entre átomos e moléculas e estabeleceu uma padronização para as massas atômicas.

O interessante desta busca pela medição correta das massas atômicas é que vários elementos químicos foram descobertos na época, como o silício, o potássio e o alumínio.

Saiba Mais

Mas o que é massa atômica mesmo?

Massa atômica é a massa dos átomos de um determinado elemento químico.

Da mesma forma que você se "pesa" em uma balança (determina a sua massa) comparando-a com um padrão de referência (o quilograma), a determinação da massa do átomo é realizada através da comparação com um determinado padrão de referência (neste caso, outro átomo).

Vários padrões foram utilizados ao longo dos séculos: Dalton comparou o "peso" (a massa) de um determinado átomo com o "peso" do átomo de hidrogênio. Já Berzelius escolheu o oxigênio como padrão de referência. Hoje em dia, utilizamos o átomo de carbono isótopo 12 (ou seja, átomos de carbono que possuem número de massa igual a 12). Você aprenderá mais sobre este assunto no módulo 2.

Para cada elemento descoberto, a mesma questão era proposta: como ordená-los, levando em consideração as suas propriedades físicas e químicas? Os cientistas procuravam por padrões em toda a parte!

Ao procurar por tal resposta, muitos cientistas criaram teorias, ao longo do tempo. Alguns exemplos foram:

- Döbereiner com a sua "Lei das Tríades", em 1817;
- Chancoutroirs com o seu "Parafuso Telúrico", em 1862;
- Newlands com a "Lei das Oitavas".

Esses e outros cientistas tentaram, mas não obtiveram muito sucesso perante a comunidade científica da época, pois elas não se aplicavam a todos os elementos conhecidos até então.

Apesar dessas tentativas frustradas de organização dos elementos, uma ideia tinha sido reforçada: as propriedades dos elementos eram **periódicas.**

Periódicas
Que se reproduzem em intervalos iguais.

A ideia era simples: após certo número de elementos, chegava-se a um ponto em que as propriedades dos elementos repetiam-se. As leis anteriores não funcionavam para todos os elementos conhecidos na época, pois nem todos os elementos químicos tinham sido descobertos!

O homem que iria resolver esse dilema era um dos mais brilhantes químicos desde Lavoisier: Dmitri Mendeleev.

Uma pequena pausa para um vídeo...



Até aqui em nossa história, você viu que os cientistas descobriam vários elementos químicos importantes e propunham teorias sobre a periocidade dos elementos químicos.

Aprenda um pouco mais sobre essas teorias, vendo o vídeo que se encontra na página: http://www.tabelaperiodica.org/historia-da-tabela-periodica-antes-de-mendeleev/

O vídeo, dividido em duas partes, explica a ideia de periocidade das propriedades dos elementos e como algumas teorias, mesmo não aceitas pela comunidade científica, contribuíram para essa descoberta.

Sendo assim, escreva algumas linhas sobre como essas teorias, apesar de não estarem completamente corretas, foram uma importante contribuição para a construção da Tabela Periódica de Mendeleev. Você também pode acessar outras páginas da Internet para contribuir com o seu estudo, indicando sempre a sua fonte de consulta.

Lembre-se: faça em uma folha a parte

Mendeleev: colocando fim ao caos

Os químicos usavam duas formas para agrupar os elementos: pelas suas propriedades ou pela sua massa atômica. Mendeleev combinou brilhantemente os dois, numa compreensão universal de todos os elementos, capaz de revelar um padrão oculto na estrutura da matéria. Foi uma descoberta incrível!

Mendeleev gostava muito de jogar Paciência (um jogo com cartas de baralho, onde se deve dispor em ordem todas as cartas, por naipe). Na busca por um padrão dos elementos, ele criou cartas dos elementos, com os seus símbolos e as suas propriedades. Ele ia mudando a ordem das cartas de lugar em busca de uma sequência correta.



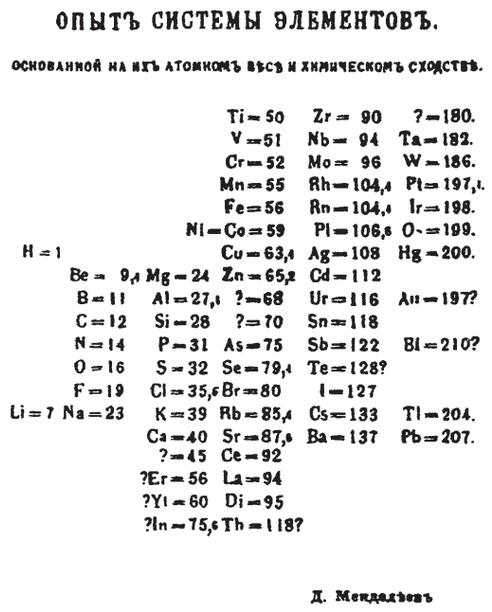
Figura 2: Dimitri Mendeleev, o gênio que desenvolveu uma das mais belas criações da ciência: a Tabela Periódica dos Elementos.

Fonte: http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Mendeleiev.png?uselang=pt-br

O problema era que o baralho dos elementos estava incompleto: apenas pouco mais da metade dos elementos que hoje conhecemos tinha sido descoberta.

Conta a história que, cansado, após três dias sem dormir, tentando desvendar o problema, ele teria cochilado e sonhado com os 63 elementos conhecidos, dispostos em uma grande tabela que os relacionava na ordem correta. Ao acordar, em 17 de fevereiro de 1869, ele fez o primeiro esboço da tão sonhada Tabela Periódica dos Elementos.

O incrível da sua obra era, que para que a sua tabela funcionasse, ele deixou espaços vazios para os elementos ainda desconhecidos. Veja na Figura 3 uma cópia do primeiro desenho publicado da Tabela Periódica.



ОПЫТЪ СИСТЕМЫ ЭЛЕМЕНТОВЪ.

ОСНОВАННОЙ НА ИХЪ АТОМНОМЪ ВѢСѢ И ХИМИЧЕСКОМЪ СХОДСТВѢ.

		Ti = 50	Zr = 90	? = 180.
		V = 51	Nb = 94	Ta = 182.
		Cr = 52	Mo = 96	W = 186.
		Mn = 55	Rh = 104,4	Pt = 197,1.
		Fe = 56	Ru = 104,4	Ir = 198.
		Ni = Co = 59	Pl = 106,6	O = 199.
H = 1		Cu = 63,4	Ag = 108	Hg = 200.
	Be = 9,4	Mg = 24	Zn = 65,2	Cd = 112	
	B = 11	Al = 27,4	? = 68	Ur = 116	Au = 197?
	C = 12	Si = 28	? = 70	Sn = 118	
	N = 14	P = 31	As = 75	Sb = 122	Bi = 210?
	O = 16	S = 32	Se = 79,4	Te = 128?	
	F = 19	Cl = 35,5	Br = 80	I = 127	
Li = 7	Na = 23	K = 39	Rb = 85,4	Cs = 133	Tl = 204.
		Ca = 40	Sr = 87,6	Ba = 137	Pb = 207.
		? = 45	Ce = 92		
		?Er = 56	La = 94		
		?Yt = 60	Di = 95		
		?In = 75,6	Th = 118?		

Д. Менделѣевъ

Figura 3: A primeira versão da Tabela Periódica de Mendeleev. Você pode perceber que ele deixava pontos de interrogação onde faltavam elementos químicos.

Fonte: http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Mendeleev%27s_1869_periodic_table.png

Empregando diferentes métodos e analisando um grande número de substâncias, os químicos iam descobrindo novos elementos e, aos poucos, preenchendo os espaços, deixados por Mendeleev.

Quem foi Mendeleev?

Saiba um pouco mais sobre a vida desse químico incrível e sobre a sua grande criação, acessando a linha do tempo do museu virtual do projeto Condigital da PUC-RJ.



O link para acessar a página na internet: http://condigital.ccead.puc-rio.br/condigital/index.php?option=com_content&view=article&id=647&Itemid=56

Multimídia

Seção 2
A Tabela Periódica Atual

A Tabela Periódica dos Elementos sofreu vários rearranjos, após a descoberta original de Mendeleev. No entanto, as suas versões modernas continuam incontestavelmente baseadas na estrutura essencial, concebida por ele. Esta foi capaz de incorporar quase o dobro do número de elementos, inclusive um grupo inteiramente novo.

Um jovem e brilhante físico inglês, Henry Moseley (1887 – 1915), teria um papel fundamental nessa história. Ele achava que o segredo do átomo estava dentro do seu núcleo, no centro de cada átomo. Ele foi o primeiro a determinar a quantidade de prótons dos átomos, o que é chamado de número atômico, como você estudou na Unidade "Use protetor solar!".

Moseley percebeu que era o número atômico e não a massa atômica que determinava a ordem dos elementos. Com isso, a Tabela Periódica sofreu uma grande transformação e passou a ser escrita em ordem crescente de número atômico.

Veja na Figura 4 como é a versão atual da Tabela Periódica.

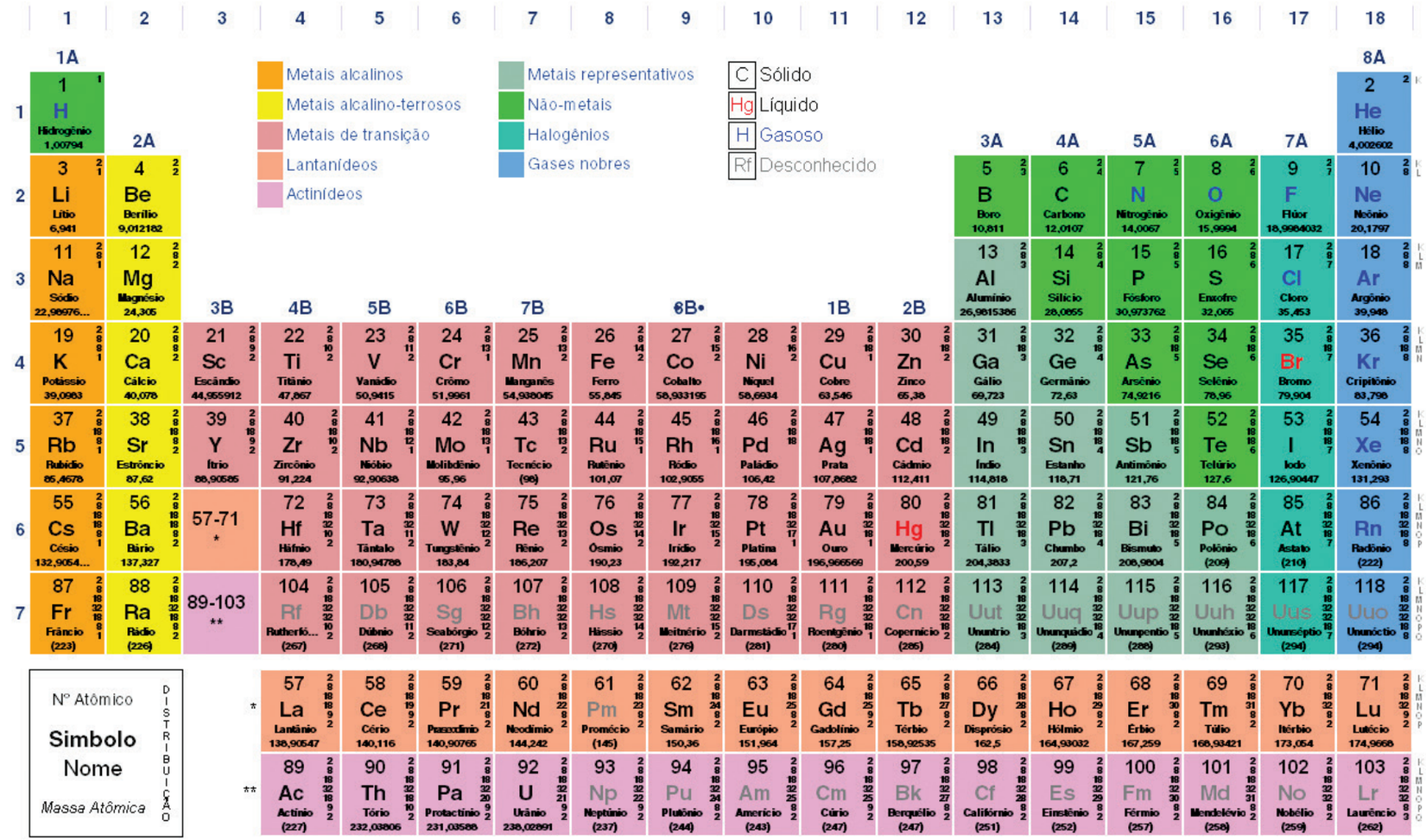


Figura 4 - Tabela Periódica atual.

Você deve estar imaginando: quantas informações há nessa Tabela!

Ela apresenta, dentro do quadradinho de cada elemento, uma série de valores e cores diferentes. Para você saber que informações são essas, você terá sempre de consultar a legenda. Veja na Figura 5 a legenda, disponibilizada na Tabela deste livro:



Figura 5 - A legenda de uma Tabela Periódica. Ela nos informa diversos dados sobre os elementos químicos. Neste caso, perceba que o número atômico do elemento é o número encontrado na parte de cima do quadrado, o símbolo e o nome do elemento no centro. Já a distribuição eletrônica encontra-se à direita.

E ainda há as diferentes cores! Isso nos permite identificar diversas informações, como: o estado físico do elemento em condições padrões de temperatura e pressão pode ser percebido pela cor do símbolo de cada elemento: gasoso (em azul), sólido (em preto) e líquido (em vermelho). Além disso, as cores de fundo dos quadradinhos diferenciam os elementos em metais, não metais e gases nobres.

Perceba esta diferença na Figura 6. As cores informam-nos a classificação dos elementos, de acordo com as características de suas **substâncias simples**.

Substâncias simples
São substâncias formadas com átomos de apenas um elemento químico. Por exemplo: gás oxigênio (O_2) e gás hidrogênio (H_2).
São diferentes das substâncias compostas que possuem átomos de diferentes elementos químicos, como a água – H_2O – que é formada por átomos do elemento químico hidrogênio (H) e átomos do elemento químico oxigênio (O).

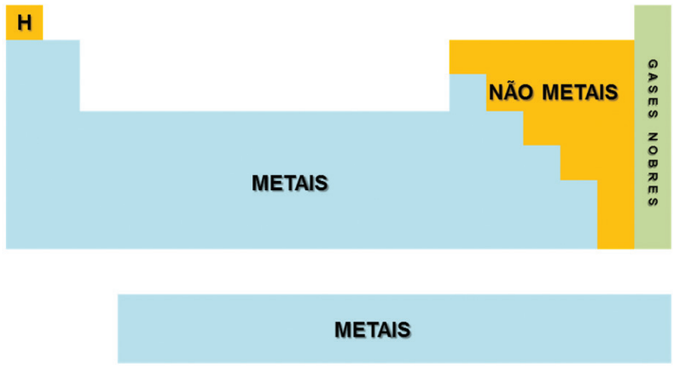


Figura 6: **Os Metais e não metais da Tabela: o maior número de elementos indica o grupo dos metais. Em verde, está destacado o grupo dos gases nobres. Os elementos representados em amarelo correspondem ao hidrogênio (a direita) e aos não metais (a esquerda).**

Fonte: Andrea Borges

Como você pode perceber, a maioria dos elementos é classificada como metais. Você pode conhecer ou, ao menos, ter ouvido falar de alguns deles: ferro, cobre, alumínio, ouro, prata, estanho etc. Esses elementos formam substâncias simples que possuem características, como:

- São sólidos à temperatura e pressão ambientes, com exceção do mercúrio, que é líquido;
- Possuem um brilho característico;
- São bons condutores de calor e eletricidade;
- São dúcteis (se moldam facilmente) e maleáveis, ou seja, com eles podem ser preparados/obtidos fios e lâminas de diferentes espessuras.

Já os não metais podem ser sólidos, líquidos e gasosos, e alguns são utilizados como isolantes térmicos e elétricos.

Lembra-se que uma das importantes modificações feitas na Tabela Periódica, a partir das pesquisas de Moseley, foi a distribuição dos elementos em ordem crescente dos números atômicos? Repare na sequência de números atômicos apresentados na Figura 7:

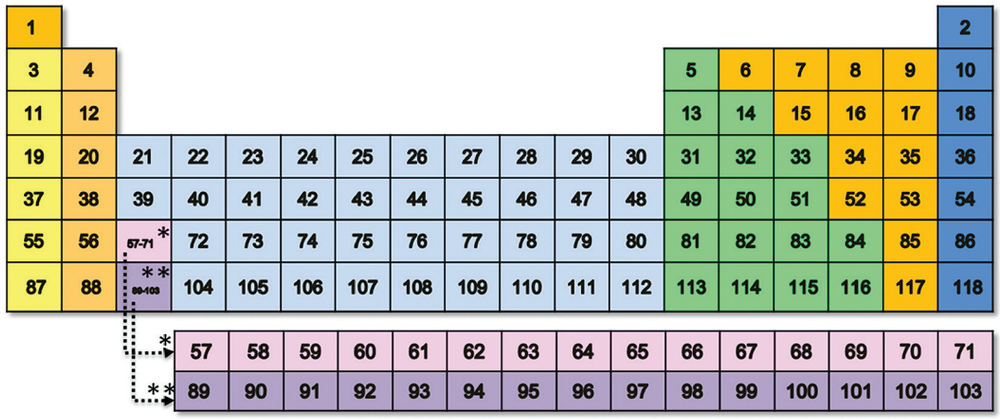


Figura 7: A ordem crescente dos números atômicos. Perceba a sequência crescente – do menor para o maior – dos números atômicos.

Fonte: Andrea Borges

Você também deve ter notado duas linhas separadas do corpo principal da Tabela (que estão representadas, na Figura 7, pelas cores rosa e roxo). Eles correspondem a duas séries distintas de elementos: a dos lantanídeos (elementos de número atômico de 57 a 71) e os actinídeos (elementos de números atômicos de 89 a 103). Eles pertencem, respectivamente, às quinta e sexta linhas; foram retirados apenas por uma questão de apresentação.

Em sua versão mais longa, a tabela periódica pode apresentar esses elementos como mostrado na Figura 8.

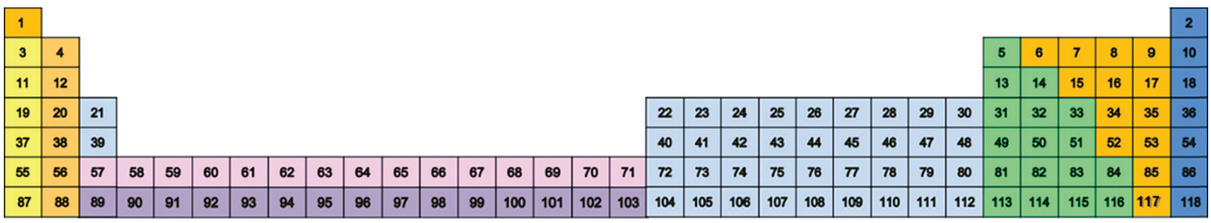


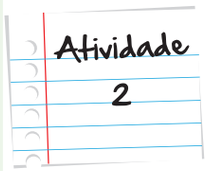
Figura 8: Tabela Periódica no formato mais longo. As séries dos lantanídeos e actinídeos estão inseridas no corpo principal da tabela.

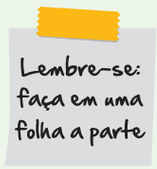
Fonte: Andrea Borges

Os elementos ainda podem ser classificados como elementos representativos (Famílias A) e elementos de transição (Famílias B). Os elementos pertencentes à série dos lantanídeos e actinídeos são chamados de elementos de transição interna.

Descobrindo os elementos

Encontre na Tabela Periódica dois elementos: o cobalto e o bromo. Descubra os seus símbolos, números atômicos e outras características. Compare os dois elementos em função das propriedades disponíveis.





Seção 3
Localizando um elemento químico

Você já jogou xadrez? Já brincou de batalha naval?

São jogos onde você usa um tabuleiro, dividido em quadrados. Cada um deles pode ser identificado pela linha e coluna a qual pertence.



Figura 9: **Em um jogo de xadrez, determina-se a localização de uma peça de acordo com o quadrado que ele ocupa, identificando a linha (representada por um número) e a coluna (representada por uma letra) que este está.**

Fontes: http://www.sxc.hu/photo/1019383 - Kriss Szkurlatowski

Com a Tabela Periódica ocorre o mesmo. Cada elemento químico possui uma localização que indica alguma das suas propriedades. Vamos compreender isso melhor?

Os Períodos da Tabela Periódica

As sete (7) linhas horizontais da tabela são chamados períodos. Veja alguns exemplos:

- Na primeira linha horizontal, no 1° período, temos apenas dois elementos: o hidrogênio ($_1$H) e o hélio ($_2$He). Veja-os em destaque na Figura 10.

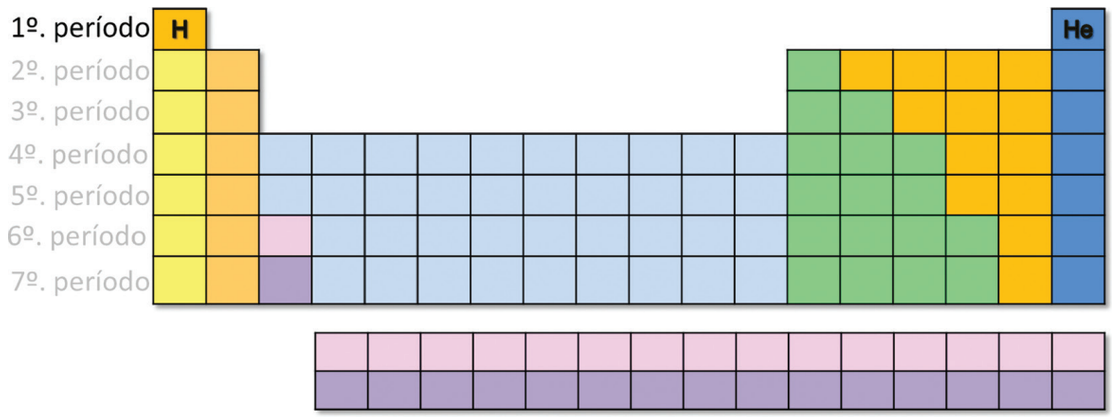


Figura 10: **Os elementos do primeiro período da Tabela Periódica. Apenas os elementos hidrogênio e o hélio fazem parte deste período.**

Fonte: Andrea Borges

- No 2° período (segunda linha), temos oito elementos químicos. Você pode vê-los em destaque na Figura 11.

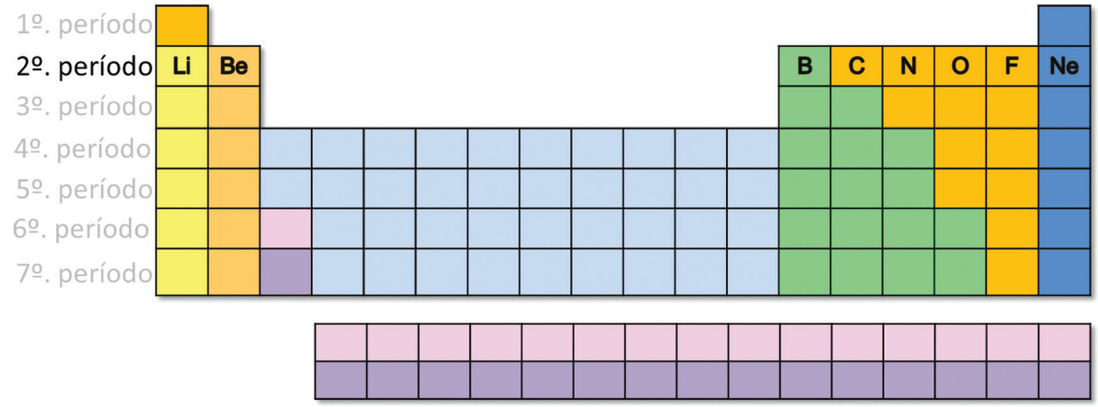


Figura 11: Os elementos do segundo período da Tabela Periódica. Nesse período, podemos encontrar os elementos lítio ($_{3}$Li), berílio ($_{4}$Be), boro ($_{5}$B), carbono ($_{6}$C), nitrogênio ($_{7}$N), oxigênio ($_{8}$O), flúor ($_{9}$F) e neônio ($_{10}$Ne).
Fonte: Andrea Borges

- Já no quarto período, são encontrados 18 elementos. (Figura 12).

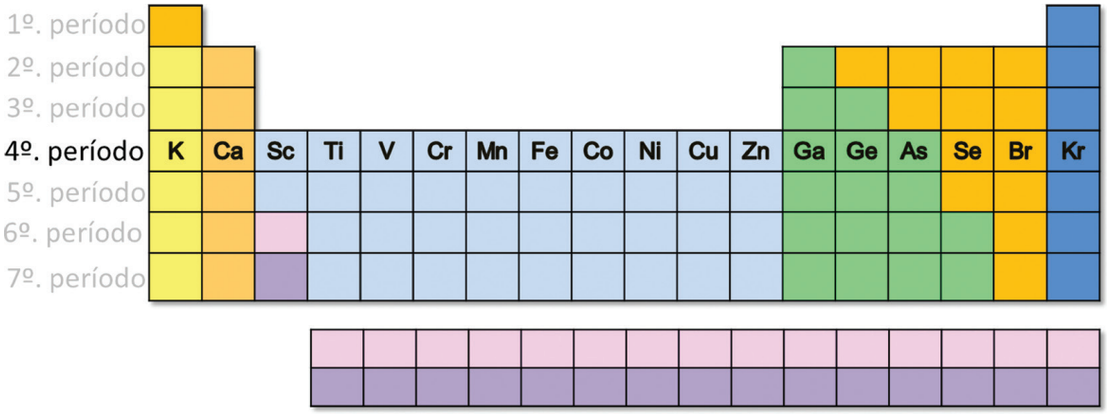


Figura 12: Os elementos químicos presentes no quarto período da Tabela Periódica. Nesse período, são encontrados os elementos: potássio ($_{19}$K), cálcio ($_{20}$Ca), escândio ($_{21}$Sc), titânio ($_{22}$Ti), vanádio ($_{23}$V), crômio ($_{24}$Cr), manganês ($_{25}$Mn), ferro ($_{26}$Fe), cobalto ($_{27}$Co), níquel ($_{28}$Ni), cobre ($_{29}$Cu), zinco ($_{30}$Zn), gálio ($_{31}$Ga), germânio ($_{32}$Ge), arsênio ($_{33}$As), selênio ($_{34}$Se), bromo ($_{35}$Br) e criptônio ($_{36}$Kr).
Fonte: Andrea Borges

- E no nosso último exemplo na Figura 13: o sexto período, com 32 elementos químicos.

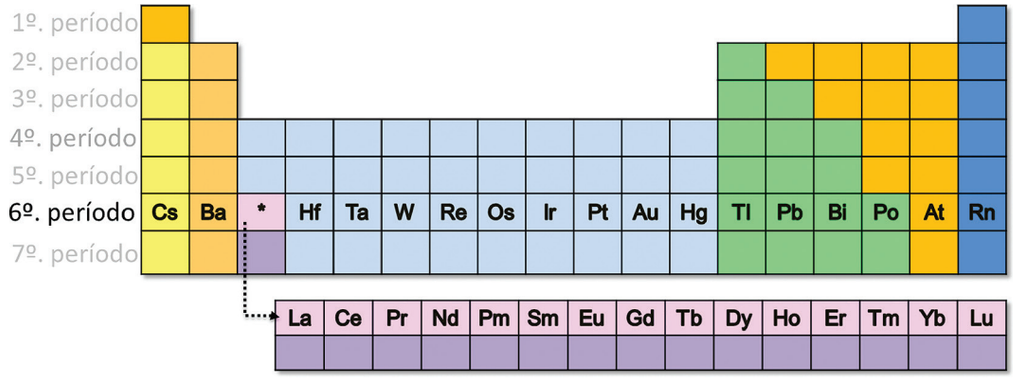


Figura 13: Os elementos químicos do sexto período. Não esqueça que os elementos da série dos lantanídios pertencem a esta linha, resultando em um total de 32 elementos químicos.

Fonte: Andrea Borges

Os grupos da Tabela Periódica

As linhas verticais são chamadas Grupos ou Famílias de elementos químicos, indicando que os elementos presentes em uma mesma coluna possuem propriedades químicas semelhantes.

Podem ser indicados por duas formas: por uma numeração de 1 a 18, ou pelo conjunto de números e letras: 1A, 2A, 3B, 4B, em uma sequência própria.

Algumas dessas famílias de elementos recebem nomes especiais, devido as suas características químicas. Veja na Tabela 1, quais são elas:

Tabela 1: Alguns Grupos (ou Famílias) de elementos químicos possuem um nome específico.

Grupo (Família)	Nome (Figura 14)
1 (1A)	Metais alcalinos
2 (2A)	Metais alcalinos terrosos
16 (6A)	Calcogênios
17 (7A)	Halogênios
18 (8A)	Gases Nobres

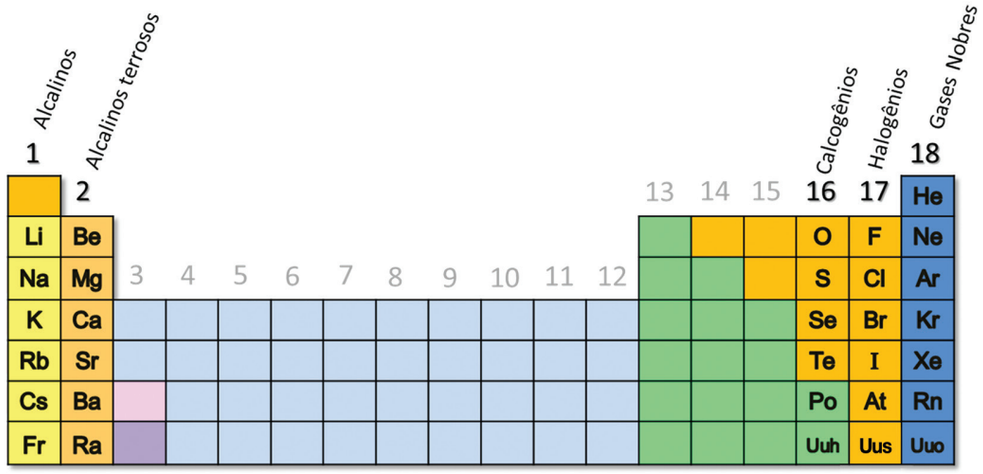


Figura 14: Alguns grupos da Tabela Periódica recebem nomes especiais. Veja os elementos dessas famílias em destaque.

Uma observação importante é que o hidrogênio não é um metal alcalino, não pertencendo à categoria dos metais. Na verdade, este elemento possui características únicas, diferentes de todos os grupos da Tabela Periódica.

Como dissemos, os elementos de cada grupo possuem características semelhantes entre si. Veja alguns exemplos na **Figura 15**.

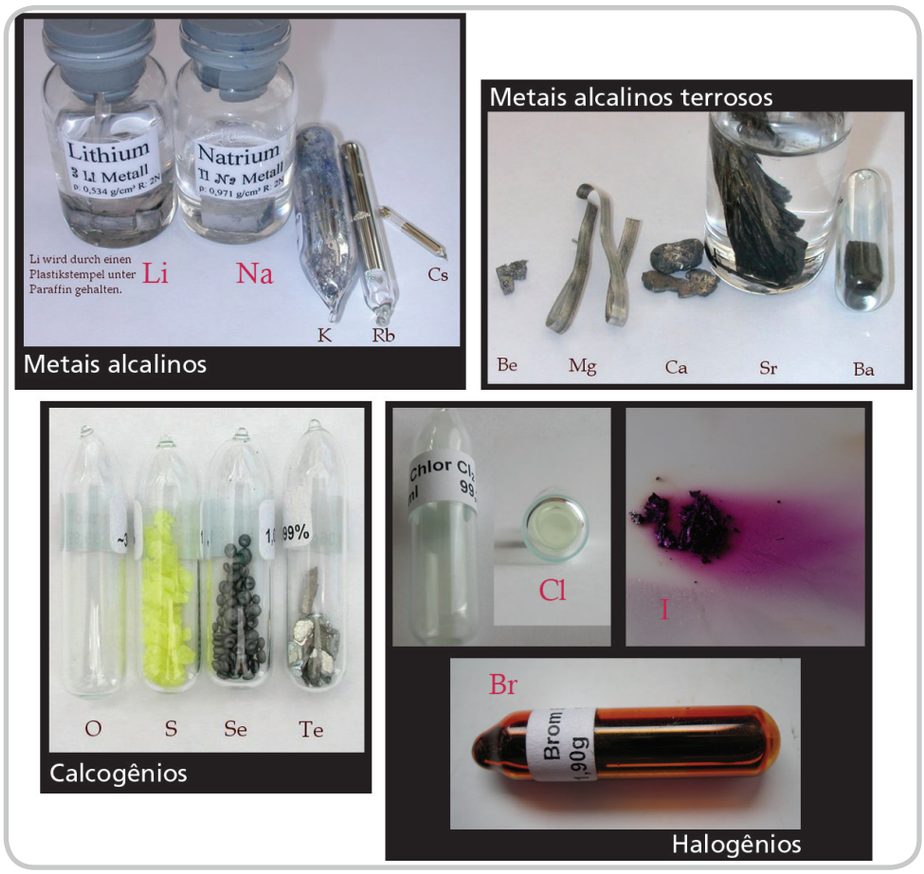


Figura 15: Grupo 1 ou Família 1A da Tabela Periódica: corresponde ao metais alcalinos; são sólidos prateados e bem maleáveis, podendo ser cortados com uma faca. Os metais alcalinos terrosos correspondem ao Grupo 2 (Família 2A); são mais duros, mais densos e fundem-se a temperaturas mais altas que os elementos do grupo 1. Os Calcogênios pertencem ao grupo 16 da Tabela Periódica que contém um dos elementos mais importantes para as nossas vidas: o oxigênio. Já os outros elementos são sólidos na temperatura ambiente. Os halogênios – grupo 17 - o cloro (gasoso), bromo (líquido) e o iodo (sólido) são elementos tóxicos e apresentam um odor característico.

Fontes: http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Alkalimetalle.jpg – Tomihahndorf; http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Erdalkali.jpg - Tominanndorf; http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Chalkogene.jpg - Tominanndorf; http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Chlor_amp.jpg?uselang=pt-br; http://commons.wikimedia.org/wiki/File:BrBrom.JPG?uselang=pt-br – Dnn87; http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Iodine-evaporating.jpg?uselang=pt-br - Jurii

Onde ele está?

Agora que você já sabe o que são os períodos e os grupos da Tabela Periódica, já pode localizar um elemento químico.

Veja alguns exemplos na Figura 16:

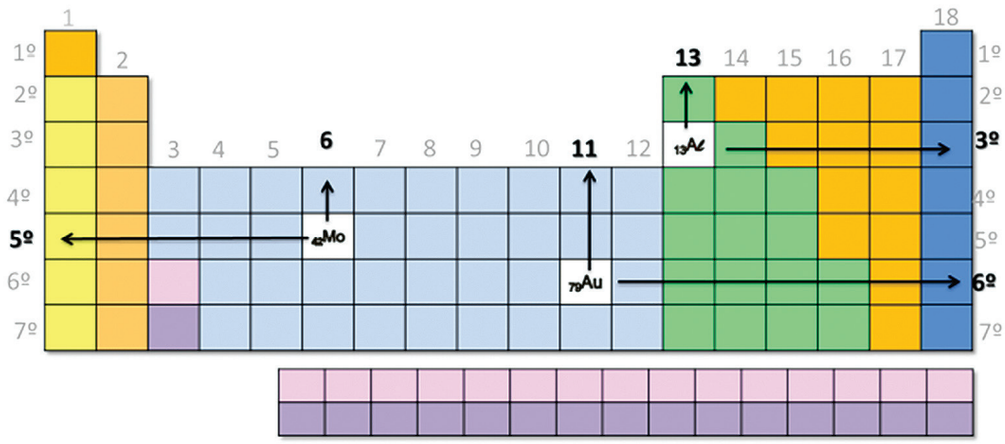


Figura 16: **Localizando os elementos na Tabela Periódica. Repare nas linhas e nas colunas onde os elementos estão localizados: elas nos indicam o seu período e seu grupo.**

Fonte: Andrea Borges

Você seria capaz de dizer onde os seguintes elementos estão localizados?

- Alumínio - $_{13}$Al – 3° período do grupo 13.
- Molibdênio – $_{42}$Mo – 5° período do grupo 6.
- Ouro – $_{79}$Au – 6° período do grupo 11.

Onde estão os elementos?

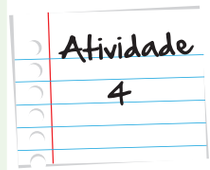
Atividade 3

Agora é a sua vez. Procure os seguintes elementos na Tabela Periódica e indique a sua localização, ou seja, o período e o grupo onde ele é encontrado:

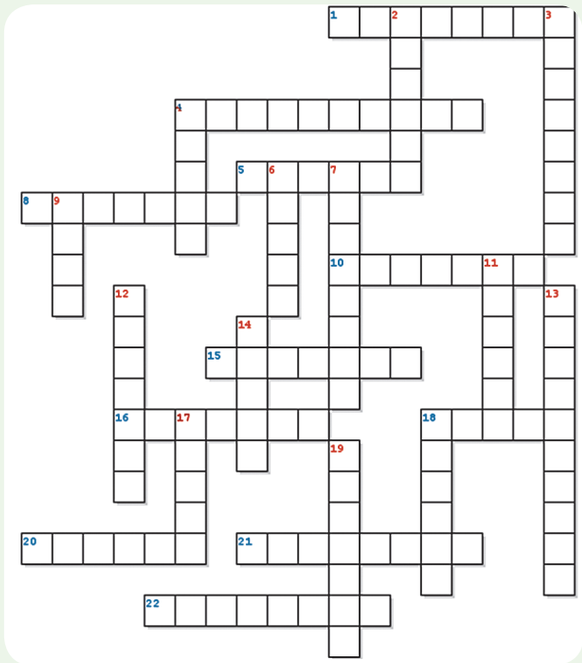
Elemento Químico	Período	Grupo
Boro ($_5$B)		
Silício ($_{14}$Si)		
Bromo ($_{35}$Br)		
Tungstênio ($_{74}$W)		

Lembre-se: faça em uma folha a parte

Palavras cruzadas dos Elementos Químicos



Descubra quais são os elementos químicos indicados, procurando pelas informações na Tabela Periódica dos elementos, e escreva os seus nomes – colocando uma letra em cada quadradinho – de acordo com o número correspondente.



Linhas horizontais:

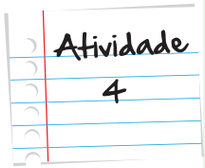
1. Sou um metal utilizado em latinhas de refrigerante. Encontre-me no 3° período do grupo 13.

4. Sou o elemento de menor número atômico. Estou presente em vários compostos, como na água.

5. Estou no 4° período do grupo 6 e sou utilizado na cromação de peças e em pinturas.

8 . Sou utilizado em *chips* e em outros componentes eletrônicos. Você pode me descobrir no 3° período do grupo 14.

10. Estou presente tanto no carvão como no diamante. Sou o primeiro elemento do grupo 14.



15. Fazem de mim próteses dentárias e ortopédicas. Sou um dos metais nobres e meu símbolo é Pt.

16. Estou presente na composição do ATP e do ADP, tendo uma função essencial no metabolismo celular. Sou o elemento do 3° período do grupo 15.

18 – Posso ser utilizado no tratamento de água, na produção de papel e na preparação de diversos compostos. Sou um halogênio e estou no 3° período.

20. Meu símbolo é Pb. Sou um metal tóxico e com alta densidade, usado em baterias e como proteção de raios X.

21. Sou um metal alcalino terroso do 3° período e estou presente na clorofila.

22. Sou da série dos actinídeos e tenho número atômico 94. Fazem bombas atômicas comigo.

Linhas verticais:

2. Sou o último elemento químico natural da Tabela. Tenho número atômico 92.

3. Sou o único calcogênio gasoso, sendo essencial à vida humana.

4. Sou usado no enchimento de balões e dirigíveis. Quem sou eu? O gás nobre de menor número atômico.

6. Fui descoberto por Marie Curie e o seu marido, em 1898. Sou um elemento radioativo de número atômico 88.

7 . Você me conhece! Sou um metal líquido à temperatura ambiente, utilizado em termômetro e meu número atômico é 80.

9. Sou muito importante na regulação da glândula tireoide. Sou um halogênio e estou no 5° período.

11. Tenho um nome difícil. Sou usado no aço inoxidável, em lentes fotográficas, na indústria aeroespacial. Encontre-me no 5° período do grupo 5.

12 . Sou o calcogênio de número atômico 16. Os chineses utilizavam-me para a fabricação de pólvora, no século XI.

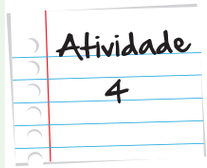
13. Sou o primeiro elemento do grupo 15 e o sexto em abundância no universo.

14. Sou um halogênio do 2° período. Um dos meus compostos é utilizado na prevenção de cárie dentária.

17. Estou no 3° período do grupo 1 e sou um dos constituintes do sal de cozinha.

18. Você pode me encontrar no 4° período. Sou um metal alcalino terroso presente nos ossos e nos dentes.

19. Sou muito instável por ser radioativo. Quem sou eu? O metal alcalino de maior número atômico.



Lembre-se: faça em uma folha a parte

Seção 4
A distribuição eletrônica e a Tabela Periódica

Por que alguns elementos químicos possuem propriedades químicas semelhantes?

Esta pergunta só seria respondida no século seguinte à construção por Mendeleev da Tabela Periódica, através da compreensão do interior do átomo.

Como você estudou na Unidade "Use protetor solar!", existem sete camadas (ou níveis) possíveis para acomodação dos elétrons, em volta do núcleo. Realizando as distribuições eletrônicas dos elementos, contidos na Tabela Periódica, algumas semelhanças foram encontradas. Veja como exemplo o Grupo 2 da Tabela Periódica, na Figura 17.

Grupo 2							
2º PERÍODO	$_{4}$Be:	K – 2	L – 2				
3º PERÍODO	$_{12}$Mg:	K – 2	L – 8	M – 2			
4º PERÍODO	$_{20}$Ca:	K – 2	L – 8	M – 8	N – 2		
5º PERÍODO	$_{38}$Sr:	K – 2	L – 8	M – 18	N – 8	O – 2	
6º PERÍODO	$_{56}$Ba:	K – 2	L – 8	M – 18	N – 18	O – 8	P – 2
7º PERÍODO	$_{88}$Ra:	K – 2	L – 8	M – 18	N – 32	O – 18	P – 8	Q – 2

Figura 17: Distribuição eletrônicas dos elementos do Grupo 2: o número de camadas eletrônicas indica o período de sua localização. E todos os elementos deste grupo possuem 2 elétrons na sua última camada (observe o número destacado em vermelho).

Observando a Figura 17, você poderá perceber alguns fatos importantes:

- O período de um elemento indica o seu número de camadas eletrônicas:

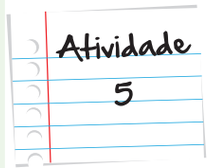
  a. o berílio (Be) possui apenas duas camadas; logo, está localizado no 2° período;

  b. o magnésio (Mg) possui 3 camadas; logo, está no 3° período;

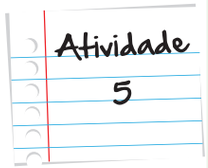
  c. o cálcio (Ca) possui 4 camadas; logo, está no 4° período e assim por diante.

- Os elementos de um mesmo grupo possuem a mesma quantidade de elétrons em sua última camada eletrônica, que é chamada de camada de valência. Isso justifica o fato de terem propriedades químicas semelhantes.

Usando a Tabela Periódica...



Agora é a sua vez. Procure na Tabela Periódica da Figura 4 as distribuições eletrônicas para os seguintes elementos do Grupo 17, preencha os espaços em branco da tabela abaixo e, depois, responda às questões propostas:



Período	Grupo 17	Distribuição eletrônica						
		K	L	M	N	O	P	Q
2°	$_{9}F$							
3°	$_{17}Cl$							
4°	$_{35}Br$							
5°	$_{53}I$							
6°	$_{85}At$							

a) Analisando as distribuições eletrônicas encontradas, você saberia dizer por que o bromo ($_{35}Br$) encontra-se no 4° período da Tabela Periódica.

b) Por que esses elementos químicos possuem propriedades químicas semelhantes?

Lembre-se: faça em uma folha a parte

Enfim, esta é a versão completa da Tabela periódica dos elementos proposta por Mendeleev, em 1869, em função da pesquisa de vários outros pesquisadores que buscavam, na ordenação dos elementos químicos, uma forma de ordenação da natureza.

A Tabela Periódica dos elementos químicos, proposta por Mendeleev e seu aperfeiçoamento posterior, conduziram à descoberta de novos elementos, auxiliando também o desenvolvimento da física quântica e a estrutura do átomo, no início do século XX.

Mas se não ajudaram muito os médicos a salvar vidas no século XIX, o modelo atômico e a Tabela Periódica ajudaram os químicos a fazer muitas outras coisas. Olhe ao seu redor: muitas das coisas que estão com você foram desenvolvidas, a partir do entendimento da matéria.

A Tabela Periódica é o fim da nossa viagem neste primeiro módulo, sendo o resultado da imaginação e do trabalho de várias mentes brilhantes, que se dedicaram, ao longo de 2500 anos de história, a explicar como a Natureza, ao nosso redor, é composta.

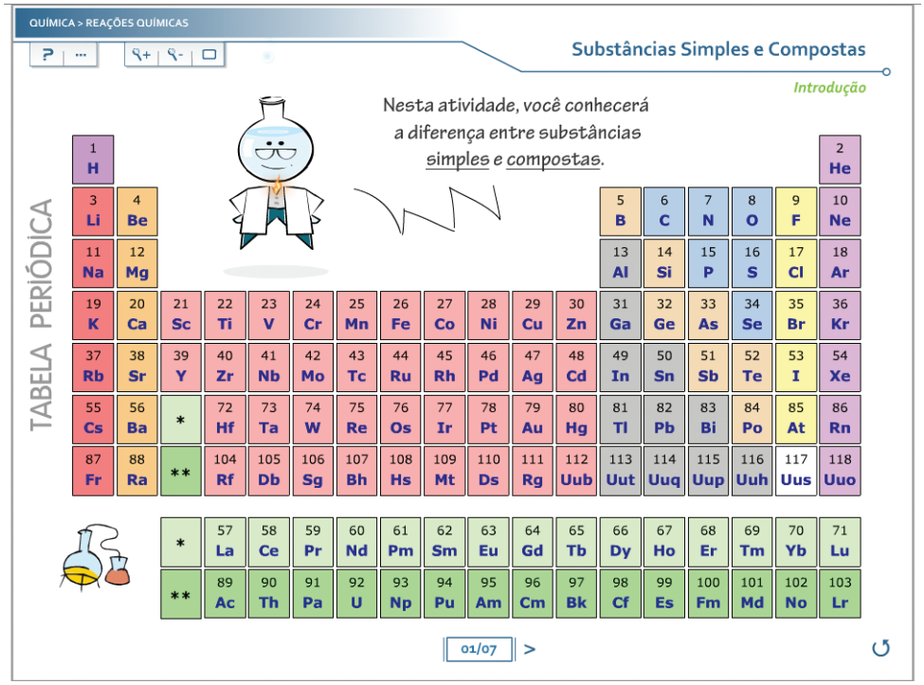
É o fim da nossa viagem, mas não dos nossos estudos! A partir da próxima unidade nos aprofundaremos cada vez mais no mundo da Química. Agora que você já está por dentro dos átomos, descobrirá que eles são capazes de reagir uns com os outros por meio de diferentes tipos de ligações. E assim, formarão substâncias que apresentarão características diferentes daquelas dos átomos que as formam isoladamente. Nos veremos por lá!

Resumo

- Em 1869, Mendeleev desenvolveu uma Tabela com os elementos dispostos de acordo com as suas massas, revelando a periodicidade de suas propriedades, ou seja, certas propriedades dos elementos repetiam-se em determinados intervalos de massas atômicas.
- É a partir do trabalho de Moseley e a determinação do número atômico do átomo que a Tabela Periódica passa a ser escrita em ordem crescente do número atômico.
- A Tabela Periódica atual é uma importante fonte de consulta. Ela não só apresenta o número atômico, símbolo e nome de todos os elementos químicos conhecidos, como apresenta propriedades físicas e químicas desses elementos, além da classificação como metais e não metais, e, em alguns casos, a distribuição eletrônica. É muito importante compreender a legenda para a obtenção dessas informações.
- Você também deve saber localizar um elemento químico, ou seja, determinar o período (as linhas horizontais) e o Grupo ou Família (as linhas verticais) onde ele está colocado na Tabela Periódica.
- Alguns grupos recebem nomes especiais, como: os metais alcalinos (Grupo 1), metais alcalinos terrosos (Grupo 2), Calcogênios (Grupo 16), Halogênios (Grupo 17) e Gases Nobres (Grupo 18).
- Podemos obter alguns dados interessantes sobre a distribuição eletrônica de um elemento químico em função de sua localização da Tabela Periódica: os períodos indicam o número de camadas existentes nos átomos daquele elemento químicos e todos de um mesmo Grupo, de uma forma geral, possuem a mesma quantidade de elétrons em sua última camada, justificando o fato de terem propriedades químicas semelhantes.

Veja ainda!

Quer aprender um pouquinho mais sobre a classificação de substâncias simples e compostas? Então acesse a animação: http://web.ccead.puc-rio.br/condigital/software/objetos/T2-08/T2-08-sw-a1/Condigital.html

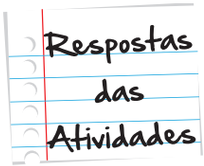


Outra boa pedida é: tabela Periódica: o mundo em 114 blocos! Este é o título de um infográfico da revista Veja que apresenta várias informações sobre a criação de Mendeleev: http://veja.abril.com.br/noticia/ciencia/a-evolucao-da-tabela-periodica.

Referências

- MORTINER, E.F.; MACHADO. A.H. **Química, 1:** ensino médio (ou será Química para o ensino médio). 1ª edição, Scipione , São Paulo, 2010, 288 p.
- MÓL. G.S.; SANTOS, W.L.P. **Química cidadã:** materiais, substâncias, constituintes, química ambiental e suas implicações sociais, volume 1. 1ª edição, Nova Geração, São Paulo, 2010. 175p.

- OKI, M. C. M. **O Conceito de Elemento:** da Antiguidade à Modernidade. Química Nova na Escola, n° 16, p. 21-25, 2002.
- ROMAN, C. A. **História ilustrada da Ciência da Universidade de Cambridge**, volume 4: a ciência nos séculos XIX e XX. 1ª edição, editora Jorge Zahar, Rio de Janeiro, 2001, 138 p.
- STHATHERN, P. **O Sonho de Mendeleiev:** a verdadeira história da Química. 1ª edição, editora Jorge Zahar, Rio de Janeiro, 2002, 264 p.



Atividade 1

Resposta individual. Nesta atividade, é necessário que você pesquise um pouco mais sobre a origem da Tabela Periódica. Acesse o *link* sugerido ou pesquise em outras fontes de consulta.

Atividade 2

- Cobalto – símbolo Co e número atômico 27
- Bromo – símbolo Br e número atômico 35
- O cobalto possui massa atômica menor que o bromo.
- O bromo é um não metal, enquanto o cobalto é um metal.
- Além disso, o cobalto é sólido à temperatura ambiente, enquanto o bromo é líquido.

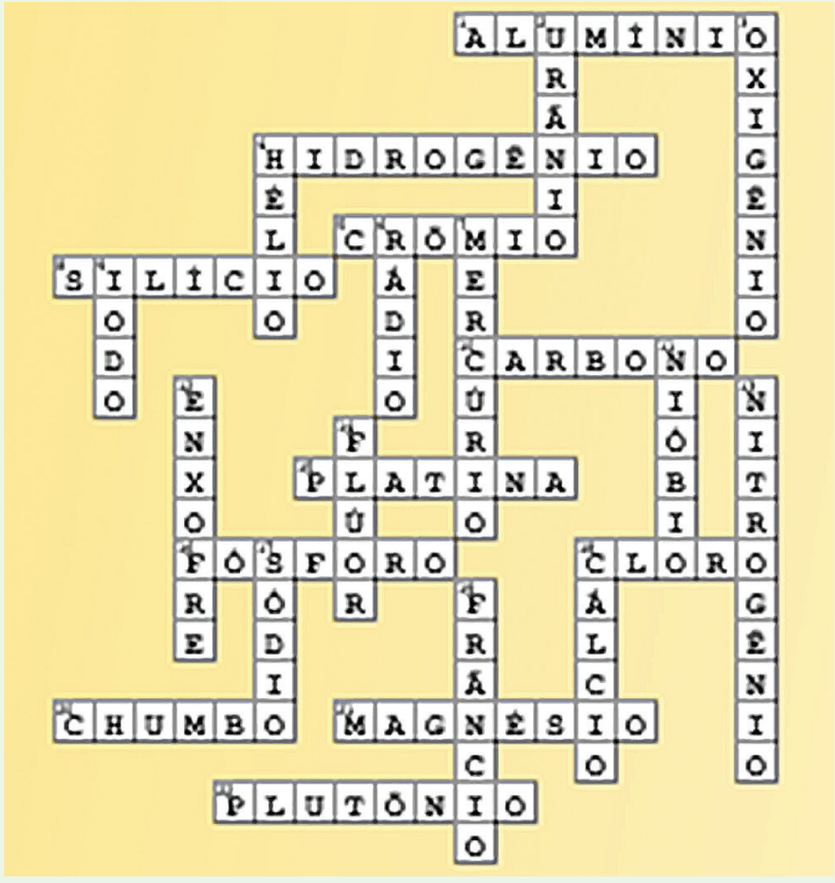
Quer saber um pouco mais sobre esses dois elementos. Veja os vídeos disponíveis em www.tabelaperiodica.org, clicando sobre esses elementos na página principal do portal.

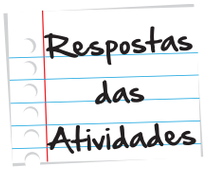
Atividade 3

Elemento Químico	Período	Grupo
Boro ($_{5}B$)	2°	13
Silício ($_{14}Si$)	3°	14
Bromo ($_{35}Br$)	4°	17
Tungstênio ($_{74}W$)	6°	6

Respostas das Atividades

Atividade 4



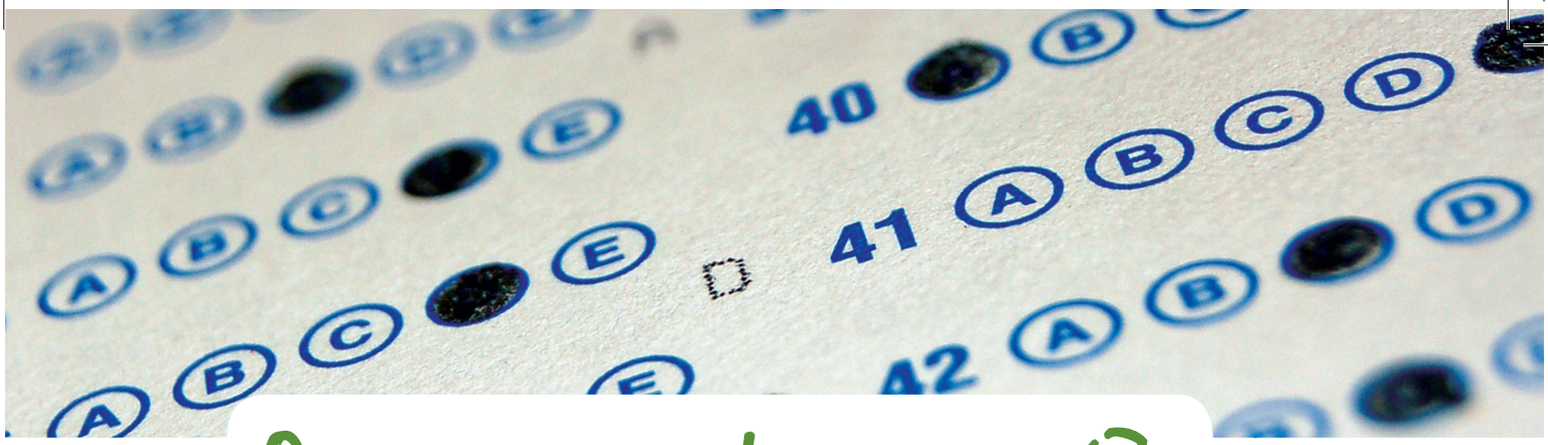


Atividade 5

Período	Grupo 17	Distribuição eletrônica						
		K	L	M	N	O	P	Q
2°	$_{9}F$	2	7					
3°	$_{17}Cl$	2	8	7				
4°	$_{35}Br$	2	8	18	7			
5°	$_{53}I$	2	8	18	18	7		
6°	$_{85}At$	2	8	18	32	18	7	

a. O bromo ($_{35}Br$) possui elétrons, distribuídos em quatro camadas eletrônicas: K, L, M e N; logo, pode ser encontrado no 4° período da Tabela Periódica.

b. Possuem a mesma quantidade de elétrons nas camadas de valência, ou seja, em suas últimas camadas eletrônicas.



O que perguntam por aí?

Questão 1

(UERJ 2012)

Segundo pesquisas recentes, há uma bactéria que parece ser capaz de substitr o fósforo por arsênio, em seu DNA. Uma semelhança entre as estruturas atômicas desses elementos químicos que possibilita essa substituição é:

a. número de elétrons;

b. soma das partículas nucleares;

c. quantidade de níveis eletrônicos;

d. configuração da camada de valência.

Resposta: Letra D

Comentário: Uma semelhança entre as estruturas atômicas desses elementos químicos que possibilita essa substituição é o fato de pertencerem à mesma família ou grupo da Tabela Periódica (VA ou 15) e apresentarem a mesma configuração eletrônica em sua camada de valência (última camada)

Questão 2

(UERJ 2002)

A tabela de Mendeleiev, ao ser apresentada à Sociedade Russa de Química, possuía espaços em branco, reservados para elementos ainda não descobertos.

A tabela foi assim organizada a partir da crença de Mendeleiev na existência de relações periódicas entre as propriedades físico-químicas dos elementos.

Dois dos elementos, então representados pelos espaços em branco, hoje são conhecidos como gálio (Ga) e germânio (Ge).

Mendeleiev havia previsto, em seu trabalho original, que tais elementos teriam propriedades químicas semelhantes, respectivamente, a:

a) estanho (Sn) e índio (In)

b) alumínio (Aℓ) e silício (Si)

c) cobre (Cu) e selênio (Se)

d) zinco (Zn) e arsênio (As)

Resposta: Letra B

Comentário: Já que são, respectivamente, do mesmo Grupo da Tabela Periódica do gálio (Ga) e do germânio (Ge).

Questão 3

(UFRJ 2003)

O carbono apresenta diferentes formas cristalinas alotrópicas. O diamante, de ocorrência natural rara, tem a mesma estrutura cristalina do silício e do germânio, os quais podem ser empregados na fabricação de dispositivos semicondutores. Recentemente, foi descoberto como produzir diamante com pureza suficiente para, também, ser utilizado na fabricação de semicondutores.

Identifique, entre os três elementos químicos mencionados, aquele que pertence ao terceiro período da tabela periódica. Escreva seu símbolo e o número total de elétrons do seu nível mais energético.

Gabarito e Comentário: Silício (Si). Número de elétrons no nível mais energético: 4

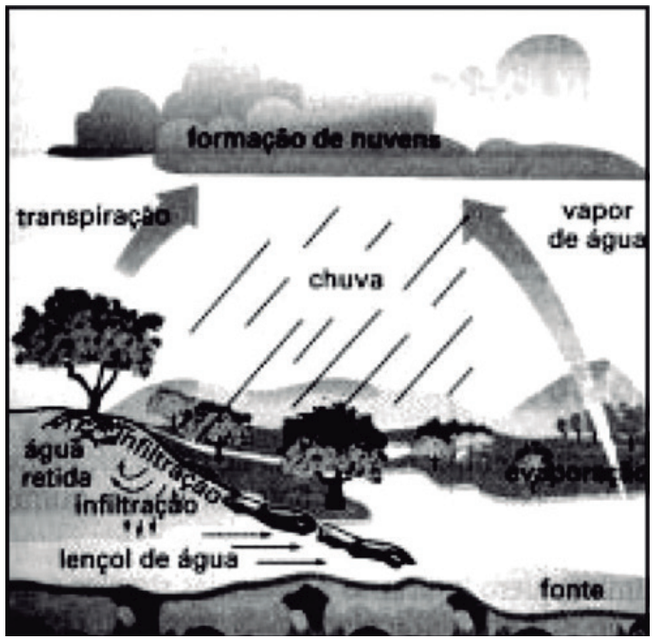
Lista de exercícios

Aqui, estamos disponibilizando uma lista com exercícios para você testar seus novos conhecimentos. Os exercícios foram retirados do ENEM e de outros vestibulares.

Lembre-se, praticar é uma das melhores maneiras de aprender. As respostas você encontrará ao final, mas deixe para consultá-las apenas depois de resolver os desafios. Não deixe de tentar, ok? Mãos a obra!

1 – (UESC BA 2008)

A figura representa o ciclo da água na Natureza e envolve um conjunto de processos cíclicos, como o da evaporação e o da condensação.



A análise da figura, com base nos estados físicos da matéria, permite concluir:

Parte superior do formulário

a. A evaporação da água tem como consequência o aumento do volume de rios e de mares.

b. As águas superficiais, na biosfera, são consideradas minerais porque contêm uma variedade muito grande de sais.

c. O processo de formação de nuvens constitui uma transformação química.

d. A água pura, ao atingir o ponto de ebulição, entra em decomposição.

e. A formação da água de chuva é o resultado do fenômeno de condensação.

2 – (UFAL)

Os sistemas a seguir:

A. água + álcool etílico + óleo

B. ar + poeira

Podem ser classificados, respectivamente, como:

a. homogêneo-trifásico e homogêneo-bifásico;

b. heterogêneo-bifásico e heterogêneo-bifásico;

c. homogêneo-monofásico e homogêneo-monofásico;

d. heterogêneo-bifásico e homogêneo-monofásico;

e. homogêneo-unifásico e heterogêneo-bifásico.

Parte inferior do formulário

3 – (ENEM 2001)

Pelas normas vigentes, o litro do álcool hidratado que abastece os veículos deve ser constituído de 96% de álcool puro e 4% de água (em volume). As densidades desses componentes são dadas na tabela.

Substância	Densidade (g/L)
Água	1000
Álcool	800

Um técnico de um órgão de defesa do consumidor inspecionou cinco postos suspeitos de venderem álcool hidratado fora das normas. Colheu uma amostra do produto em cada posto, mediu a densidade de cada uma, obtendo:

Posto	Densidade do combustível (g/L)
I	822
II	820
III	815
IV	808
V	805

A partir destes dados, o técnico pôde concluir que estavam com o combustível adequado somente os postos:

(A) I e II

(B) I e III

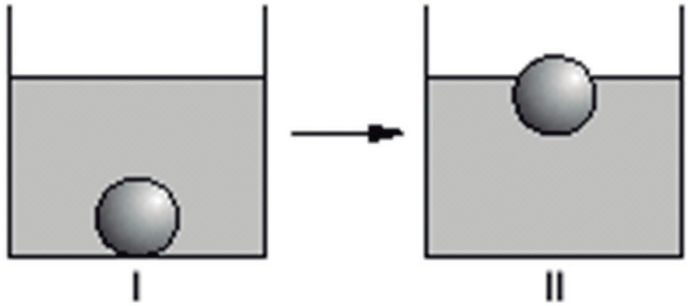
(C) II e IV

(D) III e V

(E) IV e V

4 – (ENEM 2000)

No processo de fabricação de pão, os padeiros, após prepararem a massa utilizando fermento biológico, separam uma porção de massa em forma de "bola" e a mergulham num recipiente com água, aguardando que ela suba, como pode ser observado, respectivamente, em I e II do esquema abaixo.



Quando isso acontece, a massa está pronta para ir ao forno.

Um professor de Química explicaria esse procedimento da seguinte maneira: A bola de massa torna-se menos densa que o líquido e sobe. A alteração da densidade deve-se à fermentação, processo que pode ser resumido pela equação:

$C_6H_{12}O_6 \rightarrow 2\ C_2H_5OH + 2\ CO_2 +$ energia

Glicose álcool comum gás carbônico

Considere as afirmações a seguir.

I. A fermentação dos carboidratos da massa de pão ocorre de maneira espontânea e não depende da existência de qualquer organismo vivo.

II. Durante a fermentação, ocorre produção de gás carbônico, que vai se acumulando em cavidades no interior da massa, o que faz a bola subir.

III. A fermentação transforma a glicose em álcool. Como o álcool tem maior densidade do que a água, a bola de massa sobe.

Dentre as afirmativas, apenas:

a. I está correta.

b. II está correta.

c. II e III estão corretas.

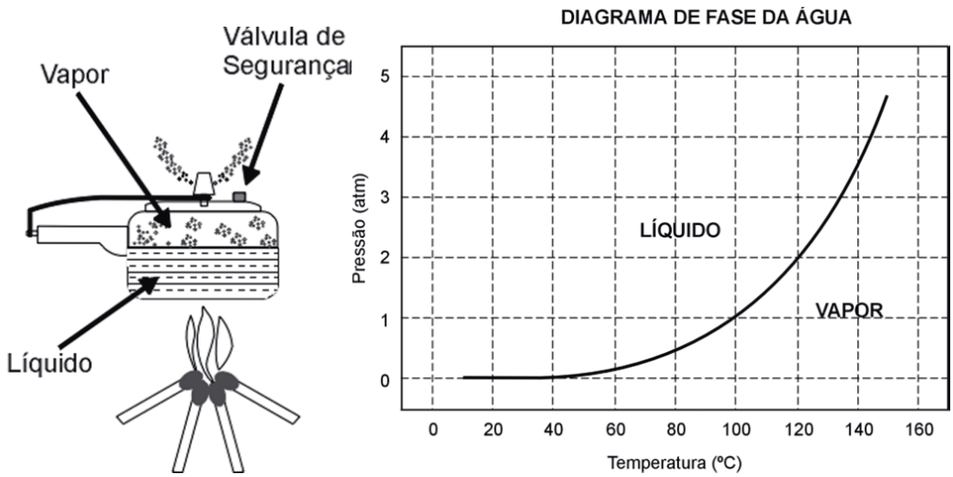
d. III está correta.

e. I e II estão corretas.

5 – (ENEM 99)

A panela de pressão permite que os alimentos sejam cozidos em água muito mais rapidamente do que em panelas convencionais. Sua tampa possui uma borracha de vedação que não deixa o vapor escapar, a não ser através de um orifício central sobre o qual assenta um peso que controla a pressão. Quando em uso, desenvolve-se uma pressão elevada no seu interior. Para a sua operação segura, é necessário observar a limpeza do orifício central e a existência de uma válvula de segurança, normalmente situada na tampa.

O esquema da panela de pressão e um diagrama de fase da água são apresentados a seguir.



A vantagem do uso de panela de pressão é a rapidez para o cozimento de alimentos e isto se deve

(A) à pressão no seu interior, que é igual à pressão externa;

(B) à temperatura de seu interior, que está acima da temperatura de ebulição da água no local;

(C) à quantidade de calor adicional que é transferida à panela;

(D) à quantidade de vapor que está sendo liberada pela válvula;

(E) à espessura da sua parede, que é maior que a das panelas comuns.

6 – (UFAL)

Para um elemento químico representativo (grupos A), o número de elétrons na camada de valência é o número do grupo. O número de camadas eletrônicas é o número do período. O elemento químico com configuração eletrônica 1s2 2s2 2p6 3s2 3p6 4s2 3d10 4p3 está situado na tabela periódica no grupo:

a. 3A e período 4

b. 3B e período 3

c. 5A e período 4

d. 5B e período 5

e. 4A e período 4

7 – (PUCCAMP-SP)

O subnível de maior energia do átomo de certo elemento químico é 4d5 . Esse elemento é um metal:

a. de transição do 4º período da tabela periódica;

b. de transição do grupo 5B da tabela periódica;

c. representativo do 4º período da tabela periódica;

d. representativo do 5º período da tabela periódica;

e. de transição do 5º período da tabela periódica.

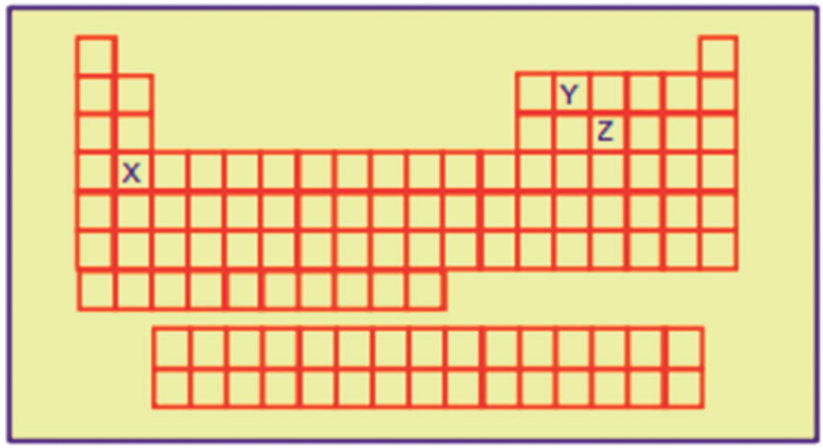
8 – (CEFET-PR)

Um "hacker" de programas de computador está prestes a violar um arquivo importantíssimo de uma grande multinacional de indústria química. Quando ele violar este arquivo, uma grande quantidade de informações de interesse público poderá ser divulgada. Ao pressionar uma determinada tecla do computador, aparece a figura a seguir e uma mensagem em forma de desafio:

"A senha é composta do símbolo de X, seguido do número de elétrons do seu átomo neutro, do símbolo de Y, seguido do seu número atômico, e do símbolo de Z, seguido do seu número de prótons".

Acontece que o hacker não entende nada de Química.

Será que você pode ajudá-lo?



A senha que o hacker deve digitar é:

a. Ca40C12F15

b. Ca20C12F31

c. Ca20C6F15

d. Ca40C12P15

e. Ca20C6P15

9 – (Univali-SC)

Resfriando-se progressivamente água destilada, quando começar a passagem do estado liquido para o sólido, a temperatura:

a. permanecerá constante, enquanto houver líquido presente;

b. permanecerá constante, sendo igual ao ponto de condensação da substância;

c. diminui gradativamente;

d. permanecerá constante, mesmo depois de todo o líquido desaparecer;

e. aumentará gradativamente.

10 – (UCDB-MS)

Em um laboratório de Química foram preparadas as seguintes misturas:

I. água/gasolina

II. água/sal

III. água/areia

IV. gasolina/sal

V. gasolina/areia

Quais dessas misturas são homogêneas?

a. Nenhuma.

b. Somente II.

c. II e III.

d. I e I

11 – (UFPEL RS)

A série sobre Harry Potter trouxe para as telas do cinema o simpático bruxinho, campeão de vendas nas livrarias. Criticado por alguns e amado por muitos outros, Harry Potter traz à tona temas como bruxaria e alquimia. Essas duas crenças, ou "pseudociências", foram e ainda são ridicularizadas pelos cientistas, mas graças a bruxos, bruxas e alquimistas é que a química nasceu e deu os primeiros passos, afirmando-se como ciência. Muitos conceitos básicos da química, como energia das reações, isotopia, classificação periódica e modelos atômicos foram alicerçados pelos trabalhos e observações desses "cientistas" ou, como queiram, bruxos anônimos.

Sobre os conceitos fundamentais da química, cite os números quânticos – principal e secundário – do elétron de valência do átomo neutro de enxofre.



Resposta dos exercícios do Anexo I

Questão 1

Gabarito: D

Comentário: As nuvens são vapores formados a partir da evaporação das águas de rios e mares. Quando o vapor passa para o estado líquido, chamamos isso de condensação, exatamente o que acontece na formação da chuva.

Questão 2

Gabarito: B

Comentário: Misturas são combinações de duas ou mais substâncias. As heterogêneas são aquelas que apresentam sempre mais de uma fase. No caso da letra A, a água e o álcool, sozinhos formariam uma mistura homogênea, pois não é possível separas as duas substâncias em duas fases, mas a presença do óleo faz com existam duas fases bem visíveis. No caso da letra B, também temos uma mistura heterogênea bifásica, pois é possível identificar a poeira quando misturada com o ar (que não é visível).

Questão 3

Gabarito: E

Comentário: Em 1.000 ml de álcool hidratado encontramos até 40 ml de água. Os demais 960 ml são formados por álcool.

Para calcular a massa de 1.000 ml de álcool hidratado é preciso lembrar que a densidade é a razão entre a massa e o volume: d = m/V

Sendo assim, em 1.000 ml de álcool, temos 768 g de álcool e 40 g de água.

Massa de álcool: m = d.V = 800.960 = 768 g

Massa de água: m = d.V = 1000.40 = 40 g

Portanto, 1.000 ml de álcool hidratado dentro das normas apresentam massa de, no máximo, 808 g (768 + 40). A densidade máxima do álcool é de 808 g/l.

Qualquer amostra de álcool que tiver densidade superior a 808 g/l está fora do padrão legal porque provavelmente contém água em excesso.

Questão 4

Gabarito: B

Comentário: O fermento biológico é composto por um fungo que realiza a transformação de glicose em álcool e gás carbônico, processo chamado fermentação.

Questão 5

Gabarito: B

Comentário: De acordo com o gráfico, quanto maior a pressão a que está submetido o líquido, maior é sua temperatura de ebulição. Isso acontece porque, dentro da panela, a pressão é maior do que a pressão atmosférica externa, o que faz com que o líquido ferva a uma temperatura maior do que no ambiente aberto. É por esse motivo que os alimentos têm cozimento mais rápido em panela de pressão.

Questão 6

Gabarito: C

Comentário: O primeiro passo é identificar o número de elétrons da camada de valência (última) que, segundo o próprio problema nos diz, é o número do grupo. Pela distribuição eletrônica, vemos que a última camada é a 4, que é o número do período, e nesta camada temos 5 elétrons ($4s^2$ e $4p^3 \rightarrow 2 + 3 = 5$).

Questão 7

Gabarito: E

Comentário: Neste caso, para chegarmos à resposta é preciso descrever a distribuição eletrônica até chegarmos ao subnível de maior energia dado pelo problema ($4d^5$). Ela fica assim: $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 4s^2\ 3d^{10}\ 4p^6\ 5s^2\ \underline{4d}^5$. A partir da distribuição, podemos verificar que esse elemento é do grupo 5, pois essa é sua camada mais externa ($5s^2$) com elétrons. Como o problema afirma que o elemento é um metal, ele só pode ser um elemento de transição, pois o outro grupo 5 existente na tabela não é formado por metais.

Questão 8

Gabarito: E

Comentário: Para responder a esta questão, você precisará da Tabela Periódica. É importante lembrar que o número de elétrons é igual ao número de prótons que, por sua vez, é representado, na tabela, pelo número atômico. Sendo assim, vemos que X é o elemento Ca (cálcio), e ele possui 20 elétrons. O elemento Y é o C (carbono) cujo número atômico é 6. Por fim, Z é o elemento P (fósforo), que tem 15 prótons. A senha é: Ca20C6P15.

Questão 9

Gabarito: A

Comentário: No intervalo de tempo em que ocorre qualquer mudança de estado físico (no caso do problema é a fusão), a temperatura permanece constante.

Questão 10

Gabarito: D

Comentário: Misturas homogêneas são aquelas que apresentam uma única fase (monofásicas). Vejam que todas as outras misturas são bifásicas. O sal se diluí na água e, por isso, formam uma mistura homogênea.

Questão 11

Comentário: O número atômico do enxofre (S) é 16 e sua distribuição eletrônica é $1s^2\,2s^2\,2p^6\,3s^2\,3p^4$. Tendo 16 elétrons, os mesmos são distribuídos até a camada M (camada de valência), por isso, o número quântico principal (n) é igual a 3. O número quântico secundário (l) se refere aos subníveis presentes em cada camada. Observando a distribuição eletrônica, vemos que os elétrons do enxofre vão até o subnível p, portanto, $l = 1$.

