

CIÊNCIAS DA NATUREZA II

e suas TECNOLOGIAS

Biologia II • Física II • Química II

Módulo 4 • Volume 2

Governador

Vice-Governador

Luiz Fernando de Souza Pezão

Francisco Oswaldo Neves Dornelles

SECRETARIA DE ESTADO DE EDUCAÇÃO

Secretário de Educação

Chefe de Gabinete

Antônio José Vieira de Paiva Neto

Caio Castro Lima

Subsecretaria Executiva

Subsecretaria de Gestão do Ensino

Amaury Perlingeiro

Patrícia Carvalho Tinoco

Superintendência pedagógica

Coordenadora de Educação de Jovens e adulto

Carla Bertânia Conceição de Souza

Rosana Mendes

SECRETARIA 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

Aline Beatriz Alves Ana Paula Abreu-Fialho Clarissa Leal de Oliveira Mello Claudia Augusta de Moraes Russo Hélio Ricardo da Silva Ricardo Campos da Paz Thiago Madruga

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 Kathleen Gonçalves 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

Sumário

Biologia

| Unidade 1 • A energia do dia a dia | 7 |
|--|-----|
| Unidade 2 • Interações Ecológicas – A Teia da Vida | 29 |
| Unidade 3 • País tropical e bonito por Natureza: os diferentes biomas | 57 |
| Unidade 4 • A árvore e os arbustos da vida | 87 |
| Unidade 5 • Cerveja, pão, Zé Gotinha, Soja e uma certa ovelha chamada Dolly: a Biotecnologia | 109 |
| Física | |
| Unidade 1 • O mundo dentro do espelho | 127 |
| Unidade 2 • Refração e aplicações | 163 |
| Unidade 3 • Entrando nessa onda | 195 |
| Unidade 4 • Experimentando o fenômeno da difração | 223 |

Química

| Unidade 1 • Introdução à Química Orgânica | 241 |
|--|-----|
| Unidade 2 • Hidrocarbonetos | 273 |
| Unidade 3 • Funções oxigenadas | 299 |
| Unidade 4 • Você se alimenta corretamente? | 323 |
| Unidade 5 • Polímeros | 357 |
| Anexo I | 377 |
| Anexo II | 385 |

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 |

66

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

"



A energia do dia a dia

Para início de conversa

A Física define energia, dentre outras formas, como a capacidade de realizar trabalho, como aquele realizado por um carro quando se movimenta, ou um forno quando se aquece. Para a Biologia, no entanto, o trabalho que interessa não é um movimento ou uma radiação, mas sim o metabolismo, ou seja, a vida.

Você já deve ter parado para refletir um pouco sobre a vida. Existem muitas formas diferentes de abordar este fenômeno curioso da Natureza. Desde explicações filosóficas a religiosas, a vida pode ser encarada de vários ângulos. A E a Biologia, como você já sabe, é a ciência que tem como principal objeto de estudo o fenômeno da vida. Sem dúvida um fenômeno tão complexo quanto encantador. E delicado, muito delicado!

Do ponto de vista da Biologia, um dos quesitos para considerar um ser "vivo" é ele possuir metabolismo, como vimos no Módulo 2. Ou seja, que funciona consumindo matéria e energia, além de der capaz de transmitir suas características para seus descendentes.

Nos organismos, as reações químicas que compreendem o metabolismo se alternam de tal forma que a energia liberada em uma é usada na outra. Assim, a energia percorre os sistemas vivos seguindo um fluxo contínuo. A energia flui através dos sistemas vivos assim como flui por toda parte do universo.

E a matéria circula eternamente do ambiente para a cadeia alimentar e, ao longo da cadeia alimentar, de um ser para outro, até voltar para o ambiente pela ação dos seres decompositores que fecham o ciclo sem fim.

A história que veremos a seguir é sobre como os seres vivos obtêm e usam a matéria e a energia que os mantêm vivos.





Figura 1: Já parou para pensar em como a energia do Sol chega até nós?

Objetivos da Aprendizagem:

- relacionar as Leis da termodinâmica às Leis que regem a vida;
- apresentar as duas diferentes estratégias de obtenção de alimento: o auto e heterotrofismo;
- definir cadeia e teia alimentar;
- representar graficamente as quantidades de energia potencial encontradas em diferentes níveis tróficos.

Seção 1

A energia flui

Como dissemos, uma das definições de energia é a capacidade de produzir trabalho. O comportamento da energia é descrito pelas seguintes leis:

66

A primeira lei da termodinâmica observa que a energia pode se transformar de um tipo em outro; ela jamais é criada ou destruída. A luz, por exemplo, pode transformar-se em calor ou ser convertida em energia nas ligações químicas em moléculas orgânicas, como a glicose. Nos dois casos, a energia é consumida, mas não destruída; ela é, sim, transformada.

A segunda lei da termodinâmica refere-se ao fato de que as transformações energéticas não são 100% eficazes, pois parte da energia se dissipa na forma de calor. E as reações que consomem energia não ocorrem de forma espontânea.

"

Dos organismos aos ecossistemas, toda a biosfera possui a característica termodinâmica de criar e manter um grau bem elevado de ordem interior. Todas as manifestações da vida são acompanhadas por trocas de energia, ainda que não se crie ou destrua energia alguma. Sem transferência de energia, não haveria vida. Assim, as relações entre plantas produtoras e animais consumidores, entre predador e presa e toda a infinidade de relações alimentares que se estabelecem são governadas pelas mesmas leis básicas que regem os sistemas não vivos, como os motores elétricos.

Continuamente, a luz e outras radiações saem do Sol e passam para o espaço. Uma parte desta radiação chega à Terra, atravessa a atmosfera e alcança oceanos, florestas, lagos, desertos, campos cultivados e muitos outros **ecossistemas** de nosso planeta.

Ecossistema

É um sistema natural onde interagem entre si os seres vivos (fatores chamados de bióticos) e o ambiente (fatores abióticos, como temperatura, nutrientes, água).



Figura 2: A radiação solar atravessa a atmosfera e atinge uma série de ecossistemas na Terra.

Há seres capazes de, a partir desta energia da luz solar, produzir nutrientes que servem a eles mesmos e a outros seres, em um processo chamado fotossíntese, que você aprendeu na Unidade 2 do Módulo 2. Vamos conhecer um pouco mais sobre essa história, não mais química e molecularmente, mas pensando no fluxo de energia entre os diferentes seres vivos.

Atividade uma ol

Transformações energéticas

Antes de você conhecer como a energia flui dentro de sistemas vivos, vamos dar uma olhada em como isso acontece no ambiente ao seu redor.

Assim, complete o quadro a seguir registrando e identificando transformações energéticas que você presencia no seu dia a dia, como no exemplo:

| | PARA ENERGIA | DE ENERGIA | SITUAÇÃO |
|----------|---|------------|----------------------------------|
| Atividad | Sonora | Elétrica | Ligar um rádio para ouvir música |
| | | | |
| _/ \ | | | |
| | | | |
| | | | |
| | Anote suas respostas em seu caderno | | |

Seção 2

Autotróficos x heterotróficos

Todos os seres vivos precisam de energia para manter as atividades de suas células, como a realização de movimentos, a fabricação e o transporte de substâncias. Sem esse fluxo de energia, as reações químicas que envolvem o processo metabólico param, deixam de acontecer.

Diante de toda a diversidade de formas de vida que existe, podemos identificar algumas estratégias dos seres vivos para conseguir a energia necessária para a manutenção de suas atividades vitais. Todas as formas de obtenção de energia podem ser divididas em dois grupos:

- Seres que captam energia do ambiente e sintetizam moléculas orgânicas a partir das moléculas inorgânicas (autotróficos);
- 2. Seres que, sendo incapazes de sintetizar seu próprio alimento, obtêm-no a partir de outros seres (heterotróficos).

Os seres autotróficos normalmente usam a energia luminosa, captada do ambiente, para sintetizar seu próprio alimento através da fotossíntese. Relembrando o que você viu na Unidade 2 do Módulo 2, nesse processo metabólico, a luz é usada para sintetizar uma molécula orgânica (a glicose) a partir de moléculas inorgânicas, mais simples (gás carbônico e água).

Mais que uma simples estratégia de sobrevivência, a fotossíntese modificou profundamente a história da vida em nosso planeta. Primeiro, porque ela é a principal entrada de energia nas comunidades de seres vivos. Em outras palavras, é, graças à fotossíntese, que a energia física (a luz proveniente do Sol) é transformada em energia química (a molécula orgânica glicose).

Segundo, porque o gás oxigênio, o resíduo da fotossíntese, mudou radicalmente a composição da atmosfera terrestre. No início, tal gás foi uma ameaça aos seres vivos por causa do seu grande poder corrosivo (baseado no seu potencial oxidante, propriedade de arrancar elétrons das outras substâncias). Com o passar do tempo, houve uma seleção natural de organismos que passaram a usar esse poder corrosivo a seu favor. Surgiram, então, os seres aeróbicos, capazes de usar o poder oxidante do gás oxigênio de forma direcionada para degradar a glicose, liberando boa parte da energia armazenada em suas ligações químicas (lembra-se da respiração aeróbia?).



Figura 3: As plantas constituem um grupo de seres vivos capazes de fazer fotossíntese e, por isso, suas folhas estão sempre expostas ao ambiente a fim de captar energia.!

Os seres heterotróficos adotam quatro estratégias básicas para conseguir seu alimento, já que são incapazes de produzi-lo:

1. Os PREDADORES matam outros seres para consumir a matéria orgânica de seus corpos. Incorporando a matéria (o corpo) de suas presas, constroem seus próprios corpos e produzem energia para fazê-los funcionar.

- 2. Os PARASITAS consomem matéria e/ou energia do corpo de outros seres ainda em vida. Seus hospedeiros são prejudicados nesta relação e eventualmente até morrem por causa disso (é o caso dos vermes que você viu na Unidade 5 do Módulo 3).
- 3. Os MUTUALISTAS desenvolvem uma relação de "troca de favores" com outros seres, recebendo a matéria orgânica que precisam para sobreviver em troca de algum benefício que fazem a outros seres. O benefício é mútuo e o interesse em manter a relação também. E existem diferentes graus de dependência entre os seres desta relação. Desde seres que são bem independentes dos seus parceiros (protocooperação) a seres totalmente dependentes a ponto de não conseguirem sobreviver sem a relação de benefício mútuo (simbiose).
- 4. Os SAPRÓFITAS consomem a matéria orgânica presente nos restos dos outros organismos, como, por exemplo, folhas e troncos de plantas caídas no solo, fezes e cadáveres de animais. Evidentemente não causam prejuízo algum ao explorar esses recursos, pelo contrário, agindo desta forma atuam como decompositores e contribuem para a reciclagem dos nutrientes. O papel dos decompositores é fundamental na natureza, como veremos um pouco mais adiante.

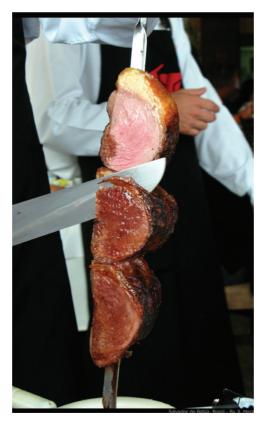


Figura 4: Está servido? É bem possível que esta imagem lhe dê água na boca. E não é para menos, pois nós nos alimentamos de outros seres vivos para construir o nosso corpo, assim como para produzir energia.

Autotrófico ou heterotrófico?

Alividade 2 Toda espécie de ser vivo precisa obter matéria para construir seu corpo e colocá-lo em funcionamento. Os tipos de estratégia para isso são o autotrofismo e o heterotrofismo.

Baseado no que você estudou, leia os hábitos dos seres vivos a seguir e aponte nos parênteses (A) se ele for autotrófico ou (H) se for heterotrófico.

| (|) É fincada | no chão | pelas raízes, | mas suas folhas | encontram-se | no alto, | sempre |
|----------|-------------|-----------|---------------|------------------|--------------|----------|--------|
| em busca | a da melhor | posição p | ara receber | a energia do Sol | | | |

| () Form | nigas, no verão, procuram abast | tecer os seus ninhos de fol | has, restos de ani- |
|-----------------|---------------------------------|-----------------------------|---------------------|
| mais ou de comi | ida, afinal a população precisa | se desenvolver. | |

| () O cui | idado maternal da mamãe | passarinho é tanto | que ela sai à caça | de peque- |
|------------------|-----------------------------|---------------------|--------------------|-----------|
| nos insetos para | que o seu filhote, no ninho | o, cresça e aprenda | a voar. | |

| () Certas bactérias que vivem no solo, longe da luz solar, utilizam-se de substânci | ias |
|--|-----|
| inorgânicas para manterem-se vivas. Elas não dependem de outros seres vivos para isso. | |

| () Um fitoplâncton vive na massa d'água oceânica, flutuando. Ele tem uma es- |
|---|
| tratégia interessante para sobreviver: durante períodos claros do dia, ele flutua próximo à |
| superfície da água, pois precisa captar luz solar; mas, de noite, a fim de fugir de predadores, |
| ele submerge, ficando próximo ao fundo marinho. |



Seção 3

A energia dentro dos seres vivos...

Os seres autotróficos e heterotróficos, no ambiente, desempenham papéis complementares no que diz respeito à produção e ao consumo de energia. Os primeiros, graças (inclusive) ao fenômeno da fotossíntese, produzem matéria orgânica. Isso significa que são os seres vivos responsáveis por promover a entrada de energia dentro dos sistemas orgânicos na forma de moléculas químicas, ou seja, matéria. Os seres autotróficos são, por isso, chamados de *produtores*.

Como nenhum tipo de energia é criada, os heterotróficos não são capazes de produzir energia química a partir do ambiente e precisam captá-la de outro lugar: dos seres autotróficos.

Os seres heterotróficos se alimentam dos produtores, obtendo boa parte da matéria necessária para construir e abastecer o próprio corpo. Pelo fato de heterotróficos consumirem energia química dos produtores, eles são chamados de consumidores.

Observe que há um fluxo de energia dentro do sistema produtores-consumidores, o qual é unidirecional (possui apenas um sentido). Esse fluxo é demarcado pelas relações alimentares travadas entre os seres vivos, muitas vezes dispostas em uma sequência linear de organismos, caracterizando a *cadeia alimentar* (ou cadeia trófica).

Podemos definir cadeia alimentar em um ecossistema como a transferência de energia química alimentar, produzida inicialmente pelos produtores, de organismo em organismo, em uma sequência linear.



Os organismos, dentro da cadeia alimentar, ocupam **níveis tróficos**, dependendo de suas respectivas funções alimentares. Estes, portanto, podem ser, na ordem:

- produtores;
- consumidores primários aqueles que se alimentam diretamente dos produtores;
- consumidores secundários alimentam-se dos consumidores primários;
- consumidores terciários devoram os consumidores secundários;
- e assim por diante...

Existe ainda um nível trófico importantíssimo, os *decompositores*, que obtêm matéria orgânica a partir dos restos orgânicos tanto de produtores quanto de compositores.

Para ajudá-lo a compreender melhor os níveis tróficos, vamos exemplificar uma cadeia alimentar.?

Se você andar por uma trilha na Mata Atlântica, pode presenciar diversos episódios que compõem, ao seu todo, o fenômeno da cadeia alimentar. Logo ao entrar na trilha, verá diversas árvores, de diversos tamanhos, como a embaúba. Essas árvores são os principais produtores desse ambiente!



Figura 5: Foto de um trecho de Mata Atlântica, na qual podemos observar árvores de embaúba, aquelas mais altas, de tronco claro.

Se você tiver um olhar bem atento, poderá ver que, em muitas folhas das árvores, há furos ou mesmo pequenos bichos brancos. Esses bichos são **larvas** de insetos e os furos são causados por eles, que predam as folhas, buscando matéria a fim de crescerem e formarem os seus corpos de adultos. O mesmo acontece com o bicho da goiaba, ou aquele que encontramos nas berinjelas. Animais que se alimentam diretamente de seres produtores são os consumidores primários.

Larva

É uma fase da vida de determinados insetos.

Esses insetos, em formas jovens ou adultas, são fontes alimentares para, por exemplo, sapos e a pererecas, o que a caracteriza estes anfíbios como consumidores secundários. Como consumidor terciário dessa cadeia, é possível apontar o lagarto-teiú, um réptil bastante encontrado na Mata Atlântica que se alimenta da perereca.

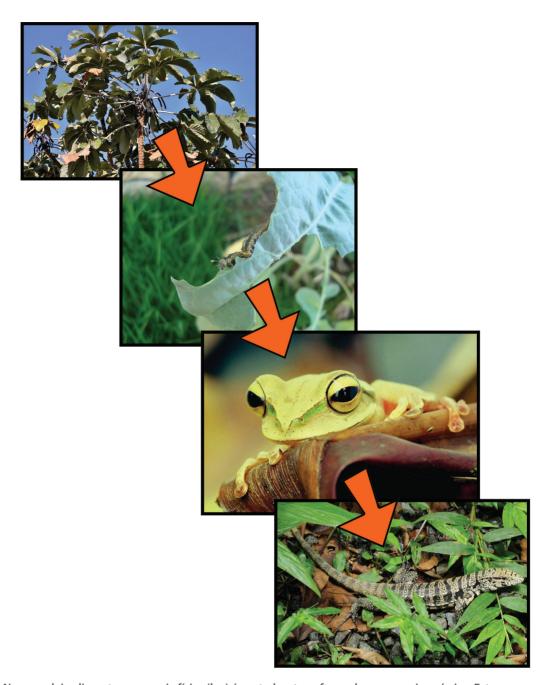


Figura 6 : Nessa cadeia alimentar, a energia física (luz) é captada e transformada em energia química. Esta, por sua vez, é transferida de organismo em organismo em uma sequência linear e em único sentido. Observe o sentido apontado pelas setas. Elas representam o sentido do fluxo de energia entre um nível trófico e outro.

Essa cadeia alimentar, no entanto, é apenas uma das muitas possíveis relações alimentares presentes na Mata Atlântica. Os frutos e folhas da embaúba podem servir de alimentos para o lagarto-teiú, o que o torna consumidor secundário e não mais terciário. Esse mesmo lagarto e a perereca podem servir de alimento para algumas espécies de cobras, sendo elas consumidores secundários, terciários ou quaternários, dependendo do caso...

As cadeias, dessa forma, podem se entrelaçar, formando uma verdadeira teia de interações, fenômeno conhecido como *teia alimentar*.

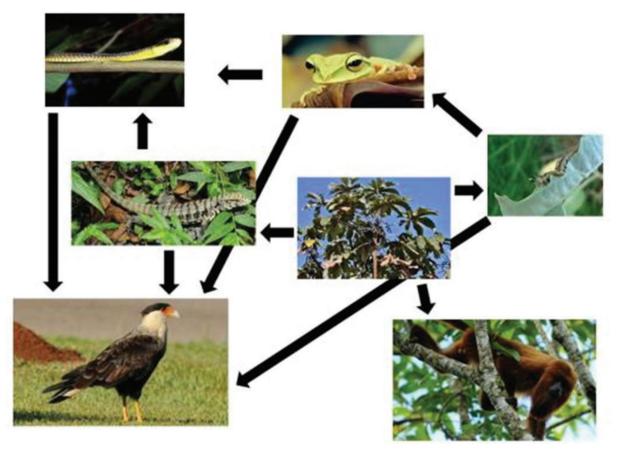


Figura 7: Em um ecossistema, as diversas cadeias podem se interconectar em um ou mais de seus componentes. Com suas várias ligações, eis um exemplo de teia alimentar. Nesta, interagem seres como a embaúba, o macaco bugio, a cobra-cipó, o lagarto-teiú, a perereca, a lagarta, o gavião carcará. Observem bem as setas, pois elas apontam o caminho da energia.

Você é o personagem!

Atividade 3

Observe esses seres vivos:

- 1. O boi é um herbívoro, alimentando-se basicamente de plantas conhecidas como capins.
- 2. O porco come de tudo um pouco, desde carne de outros animais até grãos e frutas.
- 3. A maçã é a fruta de uma árvore chamada macieira. Ela cresce sempre a favor da luz, pois precisa da energia solar.

- 4. O capim atinge baixas e médias alturas, mas é um dos primeiros organismos a ocupar o solo de determinados ambientes.
- 5. O *champignon* é um fungo considerado iguaria culinária em muitos lugares, mas é também um dos organismos responsáveis pela decomposição de restos de animais e vegetais.
- 6. O gafanhoto é um inseto que se alimenta de folhas verdes de vegetais. Mas, acredite, na China, ele é uma iguaria apreciada por muitas bocas humanas!

Agora, coloque-se como o sétimo ser vivo dessa história e monte 3 cadeias alimentares, em cada qual *você* ocupa um nível trófico diferente.





Seção 4

Pirâmides ecológicas

Você já sabe que a direção do fluxo de energia em uma cadeia ou uma teia alimentar tem apenas um sentido: ela se inicia nos produtores e segue até o último nível trófico (consumidores ou decompositores). Mas ainda há uma questão envolvendo esse fluxo energético: quanta energia é passada de um nível para o outro?

A fonte primordial de energia na Terra é o Sol, uma estrela cuja energia é produzida a partir da fusão nuclear de átomos de hidrogênio. Uma pequena parte dessa energia atinge o nosso planeta; desse todo, uma boa porcentagem é refletida na Terra, outra é absorvida por substâncias e seres que se encontram na atmosfera e na superfície do planeta. Sendo assim, de toda energia solar que chega à superfície terrena, uma ínfima parte, aproximadamente 2%, é captada e usada pelos seres autotróficos.

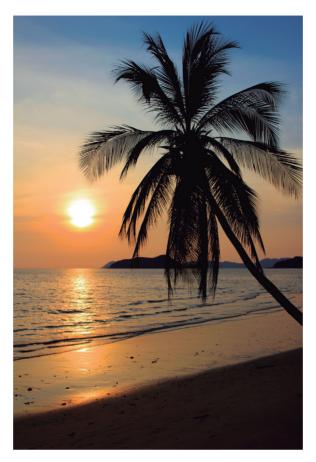


Figura 8: O sol é a fonte primordial de energia da terra. Fonte: http://www.sxc.hu/photo/1409899

A luz usada no processo de fotossíntese é, como você sabe, transformada em energia química (moléculas de glico-se), assim como é transformada também em energia térmica. Isso porque parte da energia que chega às folhas das plantas, por exemplo, é dissipada na forma de calor. Observe, então, que já há um "desperdício" da energia inicial nesse processo. Ainda, do total de energia produzida pela planta, boa parte é usada por ela própria em seus processos metabólicos e fisiológicos, como o transporte de substâncias dentro do seu corpo ou os movimentos que ela faz em busca da luz.

Por isso, podemos pensar que existe uma diferença na quantidade de energia produzida pelos produtores para a consumida pelo consumidor primário.

Os consumidores, assim como o primeiro nível trófico, usam a energia das moléculas orgânicas em prol da construção e do abastecimento do seu próprio corpo. Essa energia, portanto, é utilizada para realizar trabalho. É considerável também a eliminação de matéria alimentar na forma de fezes.

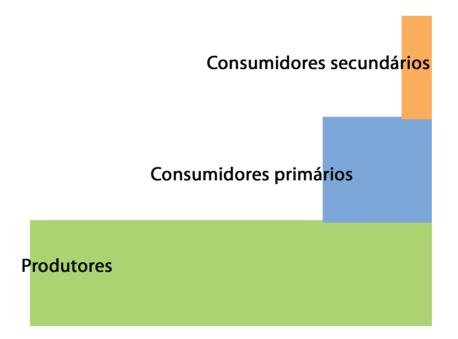


Não é difícil pensar, então, que, em uma cadeia alimentar, a quantidade de energia transferida de um nível trófico para outro seja gradativamente menor em relação à quantidade inicialmente captada pelos produtores.

Essas diferenças energéticas podem ser representadas em forma de gráficos de pirâmide, cujo conjunto constitui as *pirâmides de energia*.

Para comparar os diferentes níveis tróficos entre si, precisamos usar uma característica comum a todos os seres vivos que esteja relacionada à quantidade de energia que ele possui. Por isso, um dos gráficos mais usados para tal representação é o que leva em consideração a biomassa presente no nível trófico de uma comunidade, ou seja, a quantidade de matéria orgânica viva dos organismos que representa cada um deles.

Observe, então, a pirâmide de biomassa de uma dada comunidade:



O nível trófico que ocupa a base da pirâmide é aquele que possui a maior biomassa por área ocupada (a unidade de biomassa é g/m^2 ou $Kcal/m^2$). Os produtores ocupam esse lugar.

Apesar de a biomassa ser uma medida calculada por biólogos em laboratório a partir de dados coletados em campo, não é difícil imaginar que realmente os produtores são os organismos com maior representatividade em um ambiente. Voltemos ao exemplo daquela trilha da floresta de mata atlântica que utilizamos, páginas atrás, para

representar uma cadeia alimentar. Basta olhar o entorno que você constatará que o verde das folhagens, nessa comunidade, vai saltar aos olhos!

Acima dos produtores, na pirâmide de biomassa, estão os consumidores primários, seguidos pelos consumidores secundários, que, por sua vez, são seguidos pelos consumidores terciários e assim por diante, enquanto a cadeia alimentar apresentar níveis tróficos.

É importante apontar, nesse contexto, que quanto menos níveis tróficos houver em uma cadeia alimentar, menor será a dissipação de energia orgânica total do processo.

Estudar os tipos de cadeias e teias alimentares nos ecossistemas é algo fundamental se estivermos interessados em conservar o ambiente onde vivemos. O ambiente é composto por diversas espécies, com suas características intrínsecas, interagindo entre si em um sutil equilíbrio. Modificar esse equilíbrio significa, muitas vezes, a extinção de espécies, o que pode culminar em modificações de toda a teia alimentar de um ecossistema.

E você acha que tais modificações não chegam até nós?

Sim, chegam, afinal somos consumidores! É importante termos em mente que uma plantação é o mesmo que a modificação de um ambiente natural em prol de produzir determinado alimento para nós.

Para, por exemplo, um pé de alface chegar às nossas mesas, os agricultores desmataram uma dada área, ou seja, eles retiraram os produtores nativos desse ecossistema. Em retorno, no novo ambiente, eles precisam evitar que pragas (insetos, fungos ou mesmo outros tipos vegetais) impeçam o crescimento ou matem a população de alfaces plantadas – e muitas vezes, fazem isso utilizando agrotóxicos, que são venenos...

Ao saber disso, aposto que você não olhará para a sua comida com os mesmos olhos!

Resumo

- Todas as manifestações da vida são acompanhadas por trocas de energia, ainda que não se crie ou destrua energia alguma.
- O alimento resultante da fotossíntese dos produtores contém energia armazenada com potencial para se transformar em outras formas de energia e realizar trabalho quando o alimento é usado pelos organismos.
- Diante de toda a diversidade de formas de vida que existe, podemos identificar algumas estratégias dos seres vivos para conseguir a energia necessária para a manutenção de suas atividades vitais: autotrofia e heterotrofia.

- Os seres autotróficos normalmente usam a energia luminosa, captada do ambiente, para sintetizar seu próprio alimento através da fotossíntese.
- Os seres heterotróficos adotam estratégias para conseguir seu alimento, já que são incapazes de produzi-lo,
 como a predação.
- Os seres autotróficos e heterotróficos, no ambiente, desempenham papéis complementares no que diz respeito à produção e ao consumo de energia; são eles: produtores e consumidores (primários, secundário, terciários...).
- Cadeia alimentar, em um ecossistema, é a transferência de energia química alimentar, produzida inicialmente pelos produtores, de organismo em organismo, em uma sequência linear.
- As cadeias alimentares de um ecossistema podem se entrelaçar, formando uma verdadeira teia de interações, fenômeno conhecido como teia alimentar.
- Em uma cadeia alimentar, a quantidade de energia transferida de um nível trófico para outro é gradativamente menor em relação à quantidade inicialmente captada pelos produtores.
- Pirâmide de biomassa é uma representação gráfica da diferença de energia potencial orgânica encontrada de um nível trófico para outro, sendo maior nos produtores e menor nos mais altos níveis tróficos.

Veja ainda...

Há filmes que apresentam também a temática da cadeia alimentar. Surpreenda-se com esse pequeno trecho de "O Rei Leão":

http://educadores.diaadia.pr.gov.br/modules/debaser/singlefile.php?id=18128

Quer entender um pouco mais sobre cadeia alimentar e fluxo de energia? Dê uma olhada nessa animação:

 http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/2010/simuladoreseanimacoes/2011/biologia/cadeia_alimentar.swf

Referências

- ODUM, Eugene. Fundamentos de ecologia. 7ª ed. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 2004. 927 p.
- AMABIS, José Mariano; MARTHO, Gilberto Rodrigues. Biologia das populações. 2ª ed. São Paulo: Moderna,
 2004. Vol. 3. 438 p.

Imagens



André Guimarães



http://www.sxc.hu/photo/1400048



• http://www.sxc.hu/photo/1082397



http://www.sxc.hu/photo/869074



• http://www.flickr.com/photos/ecstaticist/479395016/ • Evan Leeson



• http://www.flickr.com/photos/fotoscanon/4025945291/ • Canon



• http://www.flickr.com/photos/brundani/2439104529 • Claudemir Brundani



http://www.flickr.com/photos/mercadanteweb/7792276604/ • Mauricio Mercadante • Adaptação: Aline Beatriz Alves.



http://www.flickr.com/photos/essecedilha/5303618439/ • Mateus Figueiredo • Adaptação: Aline Beatriz Alves.



http://www.ra-bugio.org.br/galeria.php?id=170 • Germano Woehl Jr. • Instituto Rã-bugio • Adaptação: Aline Beatriz Alves.



http://www.ra-bugio.org.br/galeria.php?id=35 • Germano Woehl Jr. • Instituto Rã-bugio • Adaptação: Aline Beatriz Alves.



• http://www.flickr.com/photos/brundani/2439104529 • Claudemir Brundani • Adaptação: Aline Beatriz Alves.



• http://www.flickr.com/photos/essecedilha/5303618439/ • Mateus Figueiredo • Adaptação: Aline Beatriz Alves.



• http://www.ra-bugio.org.br/galeria.php?id=170 • Germano Woehl Jr. • Instituto Rã-bugio • Adaptação: Aline Beatriz Alves.



http://www.ra-bugio.org.br/galeria.php?id=35
 Germano Woehl Jr.
 Instituto Rã-bugio
 Adaptação:

Aline Beatriz Alves.



http://www.ra-bugio.org.br/especies/475.jpg
 Germano Woehl Jr.
 Instituto Rã-bugio
 Adaptação:

Aline Beatriz Alves.



http://www.ra-bugio.org.br/galeria.php?id=45
 Germano Woehl Jr.
 Instituto Rã-bugio
 Adaptação:

Aline Beatriz Alves.



http://www.ra-bugio.org.br/galeria.php?id=88
 Germano Woehl Jr.
 Instituto Rã-bugio
 Adaptação:

Aline Beatriz Alves.



• http://www.sxc.hu/photo/517386 • David Hartman.



http://www.sxc.hu/985516_96035528.

Atividade 1

Você pode pensar em diversas possibilidades, dentre as quais estão:

|) | Respostas |
|---------------|-------------|
| $\overline{}$ | |
| \cap | das |
| | - |
| | Atividades |
| | . ((1015111 |

| SITUAÇÃO | DE ENERGIA | PARA ENERGIA |
|----------------------------------|-------------------------|--|
| Ligar um rádio para ouvir música | Elétrica | Sonora |
| Usar o forno do fogão | Química | Térmica (calor) e química (gases são liberados a partir da combustão) |
| Ligar o computador | Elétrica | Térmica e luminosa |
| Falar ao celular | Eletroquímica (bateria) | Luminosa, sonora e térmica |

Atividade 2

O ser vivo é uma planta, cujas folhas são os órgãos responsáveis por captar a energia solar e, a partir daí, produzir moléculas orgânicas.

(A) O ser vivo é uma planta cujas folhas são os órgãos responsáveis por captar a energia solar e, a partir daí, produzir moléculas orgânicas.



- **(H)** As formigas, em lugares com inverno rigoroso, abastecem seus ninhos para alimentar toda a população.
- **(H)** Pássaros são seres que se alimentam de outros insetos ou pequenos frutos. Sem essa matéria orgânica, não conseguem sobreviver.
- (A) Esse tipo de bactéria produz seu próprio alimento a partir de moléculas inorgânicas, processo chamado de quimiossíntese.
- **(A)** O fitoplâncton é um grupo de seres vivos que fazem fotossíntese para obter alimentos, por isso precisa captar energia solar.

Atividade 3

Existem algumas possibilidades de resposta, vejamos algumas:

- 1. Macieira (maçã) → você (nessa, você é o consumidor primário);
- 2. Capim \rightarrow boi \rightarrow você (se você se alimenta de carne bovina, com certeza representa o papel de *consumidor secundário*);
- 3. Macieira \rightarrow gafanhoto \rightarrow fungo/ cogumelo (alimentando-se dos restos do gafanhoto) \rightarrow você (consumidor terciário).



Questão 1 (Enem 2011)

Os personagens da figura estão representando uma situação hipotética de cadeia alimentar.



Suponha que, em cena anterior à apresentada, o homem tenha se alimentado de frutas e grãos que conseguiu coletar. Na hipótese de, nas próximas cenas, o tigre ser bem-sucedido e, posteriormente, servir de alimento aos abutres, tigre e abutres ocuparão, respectivamente, os níveis tróficos de

- a. Produtor e consumidor primário.
- b. Consumidor primário e consumidor secundário.
- c. Consumidor secundário e consumidor terciário.
- d. Consumidor terciário e produtor.
- e. Consumidor secundário e consumidor primário.

Gabarito: Letra C.

Comentário: Nessa situação apresentada, o homem é consumidor primário, alimentando-se dos produtores (frutas e grãos, ou seja, vegetais autotróficos). Em consequência, se o tigre alimentar-se do homem, ele seria o consumidor secundário, e o abutre, por sua vez, o consumidor terciário.

Questão 2 (UFRJ 2011)

Nos mercados e peixarias, o preço da sardinha (*Sardinella brasiliensis*) é oito vezes menor do que o preço do cherne (*Epinephelus niveatus*). A primeira espécie é de porte pequeno, tem peso médio de 80 gramas e se alimenta basicamente de fitoplâncton e zooplâncton. A segunda espécie é de porte grande, tem peso médio de 30.000 gramas e se alimenta de outros peixes, podendo ser considerado um predador topo.

Considerando a eficiência do fluxo de energia entre os diferentes níveis tróficos nas redes tróficas marinhas como o principal determinante do tamanho das populações de peixes, justifique a diferença de preço entre as duas espécies.

Gabarito comentado: Espécies que se alimentam nos níveis tróficos mais baixos, nos quais há muita energia disponível, formam populações com grande número de indivíduos. Já as espécies que se alimentam em níveis tróficos mais altos, nos quais há menos energia disponível, formam populações com poucos indivíduos. Os preços desses peixes no mercado estão relacionados a essas diferenças no número de indivíduos: quanto menos indivíduos, maior tende a ser a escassez e maior o preço.





Interações Ecológicas – A Teia da Vida

Pra início de conversa

Continuando nossos estudos, todos os membros de uma comunidade ecológica são interligados em uma vasta rede de relacionamentos: Cada um deles consegue atender às suas necessidades de obter matéria e energia para manter-se vivo a partir dos seus relacionamentos com todos os outros. Interdependência é a natureza de todos os relacionamentos ecológicos.

Na invisível Teia da Vida, cada ser vivo interfere na existência de todos os outros seres. O ser humano, em especial, interfere de forma muito intensa nessa Teia, desde que surgiu no planeta.

Nesta unidade, vamos aprofundar um pouco mais o olhar sobre as interações ecológicas, as relações que sustentam as comunidades de seres vivos e compreender a delicadeza do equilíbrio dessas relações.



Figura 1: No planeta Terra, todos os seres vivos relacionam-se entre si. Como um aranha fiandeira, a vida molda a sua Teia, interligando os seres vivos em uma dinâmica complexa, que toma formas belíssimas! Vamos observar essas formas com olhos mais atentos?

Objetivos de aprendizagem:

- Analisar as inter-relações e interdependências entre os diferentes organismos e com os fatores abióticos do meio, explicando como essas relações contribuem para a estabilidade do ecossistema.
- Investigar como as mudanças nas condições ambientais afetam os organismos e as dinâmicas populacionais.
- Reconhecer a importância da evolução nos processos biológicos e no surgimento da biodiversidade.

Seção 1

Decifrando os padrões

Observando atentamente as interações entre os seres vivos, os cientistas reconheceram várias formas pelas quais eles podem interagir. As interações ocorrem tanto entre seres da mesma espécie (Relações Intraespecíficas) como entre seres de espécies diferentes (Relações Interespecíficas).

Além disso, podem ser classificadas como Harmônicas ou Desarmônicas (caso pelo menos um dos participantes da relação seja prejudicado de alguma forma com a relação). Assim, as possibilidades de interações podem ser resumidas pelas combinações: neutras (0), positivas (+) e negativas (-), como se segue para os organismos envolvidos nas relações:

(0) (0), (-) (-), (+) (+), (+) (0), (-) (0) e (+) (-).

As combinações que são observadas na natureza estão representadas na Tabela 1.

Tabela 1: Na Natureza, os seres podem interagir entre si de diversas maneiras. Aqui, estão representados os diversos tipos de interações (à direita), as quais podem ser neutras, harmônicas ou desarmônicas e ocorrerem dentre seres da mesma espécie ou de espécies diferentes.

| Relações Neutras | | Neutralismo (0) (0) |
|-----------------------|-----------------|-------------------------|
| | | Colônia (+) (+) |
| | Intraespecífica | Sociedade (+) (+) |
| Relações Harmônicas | | Simbiose (+) (+) |
| | Interespecífica | Protocooperação (+) (+) |
| | | Comensalismo (0) (+) |
| | Interespecífica | Amensalismo (0) (-) |
| | | Parasitismo (-) (+) |
| Relações Desarmônicas | | Predação (-) (+) |
| | | Competição (-) (-) |
| | | Competição (-) (-) |
| | Intraespecífica | Canibalismo (-) (+) |

Dizer que uma relação é neutra é o mesmo que dizer que não há relação direta entre as populações. Estudaremos, a seguir, os casos em que a relação se dá de forma positiva, ou seja, uma população afeta outra, de alguma forma, favorecendo-se entre si.

Seção 2

Relações Harmônicas Intraespecíficas

Nas relações harmônicas, não há prejuízo para nenhum dos participantes da relação. Nesta seção, veremos casos de relações harmônicas entre seres da mesma espécie.

2.1. Colônias

Se você já mergulhou alguma vez com equipamento de mergulho próximo a um costão rochoso, você já deve ter visto um coral! Os corais são colônias formadas por vários pólipos, ou seja, pequenos animais do filo dos **cnidários**.

Cnidários

seres vivos, pertencentes ao reino dos animais, caracterizado por viverem exclusivamente em ambientes aquáticos; possuírem corpos simples; apresentarem células especiais, os cnidocistos, especializadas em capturar presas, injetando uma toxina nelas.



Colônias são agrupamentos de indivíduos da mesma espécie, unidos anatomicamente. Os indivíduos de uma colônia dependem tanto do conjunto que eles são incapazes de viver isoladamente.

A costa brasileira é repleta de formações coralinas, como o Atol das Rocas e o recife de corais da praia de Boa Viagem, em Recife, capital de Pernambuco. Não menos belas e famosas são as barreiras de corais de Porto Seguro, no sul da Bahia. Os recifes são considerados os ecossistemas que têm a maior biodiversidade em nosso planeta, tão grande é o número de espécies que vivem associadas aos corais.

Também formam colônias seres como bactérias, protozoários, algas, além de um outro cnidário, a caravela, que tem forma de medusa.





Figura 2: Um coral (à esquerda) e uma caravela (à direita), ambos são colônias de cnidários, um dos animais mais simples do Reino.



Quando foi à Lua, o Homem fez muitas fotografias da Terra. Estávamos curiosos para conhecer o nosso planeta de um novo ângulo. Onde não está coberto de nuvens é possível ver detalhes da nossa geografia, como cordilheiras e oceanos.

O estudo atento das fotografias revelou que há apenas duas coisas construídas por seres vivos que podem ser identificadas da Lua: a Muralha da China e a Grande Barreira de Corais da Austrália. Dê uma olhada nessa fotografia tirada por um satélite para ver a barreira.



2.2. Sociedades

Abelhas, formigas e cupins são insetos sociais.



As sociedades são agrupamentos de indivíduos que, embora não apresentem qualquer tipo de ligação anatômica, desenvolveram o comportamento gregário, ou seja, têm uma grande tendência de viverem juntos.

É comum que, nas sociedades, ocorra uma divisão de tarefas entre os seres associados. Em alguns casos, os seres da comunidade apresentam diferentes formas corporais de acordo com a tarefa que desempenham. Por exemplo, nas sociedades dos cupins, os operários são formados por machos e fêmeas **estéreis**. Os soldados também são machos e fêmeas estéreis, só que apresentam mandíbulas e patas bem mais fortes para proteger a sociedade. Machos e fêmeas **férteis** apresentam asas à época do acasalamento e a rainha tem seu abdômen aumentado centenas de vezes e pode botar milhares de ovos por dia. Em uma mesma sociedade, cada grupo fisicamente diferente forma o que é conhecido como casta.

Estéril

Aquele indivíduo que não pode se reproduzir. Esterilidade é o contrário de fertilidade.

Fértil

É aquele que pode se reproduzir.



No filme Vida de Inseto, a vida de uma sociedade de formigas é apresentada, mostrando um pouco da organização desses seres. Apesar de ser uma animação originalmente produzida pela Pixar para crianças, a representação biológica é tão interessante que vale a pena aos adultos assistir!

Também apresentam o comportamento gregário de formação de sociedades animais como peixes (formam cardumes), aves (bandos), cães (matilhas), lobos (alcateias), búfalos e elefantes (manadas) e primatas, como os micos, macacos, gorilas e o homem.







Figura 3: A divisão de tarefas nas sociedades de cupins é tão forte que moldou seus corpos ao longo da evolução. Aqui, da esquerda para a direita, vemos um operário, um soldado e, em seguida, uma rainha com o abdômen repleto de ovos. Repare que o exoesqueleto não consegue cobrir completamente seu corpo e forma placas que dão ao seu abdômen o aspecto rajado.

Exoesqueleto

Esqueleto que recobre a superfície do corpo de certos animais, tais quais os insetos e crustáceos (siris, camarões, dentre outros).

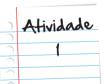
O mundo secreto das formigas

Você já deve ter reparado que as formigas doceiras, aquelas que andam pelas paredes de nossas cozinhas, caminham sempre em fila indiana como se seguissem uma trilha invisível.

Procure uma trilha de formigas e esfregue o dedo perpendicularmente ao caminho delas quando elas não estiverem passando e observe o que acontece a partir daí.

Sabendo que as formigas possuem um cheiro que somente elas sentem e que é responsável por identificá-las, mantendo-as próximas, descreva o comportamento das formigas e elabore uma hipótese para explicá-lo, levando em consideração o seu hábito gregário e as suas diferentes castas.





Seção 3

Relações Harmônicas Interespecíficas

Desta vez, vamos no debruçar sobre as relações harmônicas entre seres de espécies diferentes.

3.1. Simbiose

A alimentação dos cupins é baseada em fontes de origem vegetal, como a madeira e o papel. Acontece que os cupins, como os outros animais, não possuem enzimas capazes de digerir a celulose presente na parede celular que reveste as células vegetais. Então, como os cupins conseguem retirar os nutrientes das células dos vegetais? A arma secreta dos cupins é uma parceria com protozoários que vivem em seu tubo digestivo. Os protozoários são capazes de digerir a celulose, e quando fazem isso para alimentar-se desmancham o revestimento das células vegetais permitindo que as enzimas digestivas do cupim façam a digestão das células vegetais.

Já foi observado que, quando nascem,os cupins são alimentados por cupins operários "babás" com pelotas de fezes de cupins adultos. Em experimentos onde larvas de cupim eram isoladas da colônia e alimentadas somente com madeira após nascerem, ficou claro que a **coprofagia** é fundamental para colonizar seus tubos digestivos com protozoários que os ajudam a digerir seus alimentos. Porque as larvas de cupim que não comiam as fezes dos adultos, simplesmente morriam por falta de alimentação mesmo comendo madeira à vontade. Sem os protozoários, eles simplesmente não conseguem sobreviver.

Coprofagia

Ato de ingerir fezes.

Mas essa relação também é fundamental para os protozoários que recebem, no tubo digestivo dos cupins, abrigo e alimentação. A relação entre os cupins e os protozoários que digerem celulose para eles é conhecida como simbiose.



A simbiose é um tipo de mutualismo (existe benefício mútuo, ou seja, para as duas espécies envolvidas) em que a interdependência é tão grande a ponto de eles não serem capazes de viver isoladamente.

Há muitos outros belos exemplos de simbiose. Dentre eles se destacam:

- **Liquens** associações de algas com fungos. Os fungos, que são seres incapazes de produzir seu alimento (heterotróficos), garantem para as algas a umidade da qual elas dependem para viver fora d'água. Em troca, as algas dividem com os fungos parte dos alimentos que elas produzem na fotossíntese. Não porque elas sejam justas, mas sim porque elas precisam manter os fungos vivos para a sua própria sobrevivência.
- Micorrizas associações de fungos com raízes de plantas. Os fungos aumentam a superfície de absorção de nutrientes, facilitando a germinação e a nutrição adequada de várias plantas. Como isso é interessante para as plantas, elas cultivam os fungos com parte dos açúcares que elas produzem na fotossíntese para mantê-los vivos, prestando seus serviços.

3.2. Protocooperação

Você já deve ter visto como é comum ver aves pousadas nas costas de bois pastando. E elas não estão ali por acaso, mas sim em busca de alimentos no meio do pelo. Isso mesmo, elas comem carrapatos que estão presos à pele dos bois, sugando seu sangue. Não preciso nem dizer o quanto isso é bom para o boi, que fica livre desses incômodos parasitas e também para os pássaros, que ficam alimentados.



Figura 4: O bovino da foto conta com a ajudinha do pássaro para se livrar dos indesejados carrapatos. E o pássaro, de papo cheio, também agradece.

Nessa relação, também há benefício para os dois (o boi e o pássaro). No entanto, o pássaro não depende exclusivamente dos carrapatos do boi para sobreviver, pois consegue achar alimentos também em outros lugares. E o boi também consegue sobreviver mesmo com os incômodos carrapatos.

Importante

A protocooperação é uma relação de mutualismo (de benefício mútuo entre animais de diferentes espécies) em que os seres não dependem dessa relação para sua sobrevivência, mesmo ela sendo boa para ambas as partes.

Há muitos exemplos de protocooperação. Dentre eles se destacam:



Peixe-palhaço e anêmonas-do-mar – as anêmonas são cnidários que se alimentam de animais como peixes que, ao tocarem em seus tentáculos, são paralisados pelas suas toxinas. Os peixes-palhaço não correm esse risco porque possuem uma proteção contra as toxinas das anêmonas, então eles usam as anêmonas como abrigo, beneficiando-se da proteção que elas lhes proporcionam contra predadores. As anêmonas acabam sendo beneficiadas, pois os peixes-palhaço atraem predadores que viram presas para elas.



Formiga e pulgão – os pulgões alimentam-se de seiva de plantas e sofrem com o ataque das joaninhas, que são suas predadoras. Mas os pulgões costumam ser protegidos, por formigas, contra as joaninhas. O interesse das formigas em proteger os pulgões é que elas se alimentam do excesso de seiva que sai do ânus dos pulgões e precisam deles vivos. Como você pode ver, embora não haja dependência entre formigas e pulgões, a relação é interessante para as duas populações.

3.3. Comensalismo

Muita gente acha que toda planta que cresce em cima de outra planta é parasita, ou seja, retira seiva e acaba matando a hospedeira. Isso até acontece, com veremos mais adiante, mas muitas das plantas que nascem sobre as outras (chamadas, por isso, de epífitas) estão apenas pegando uma "carona" na hospedeira em busca de luz. Esse é o caso das orquídeas e bromélias, que não causam prejuízo algum às árvores onde crescem. Mas também não causam benefício. Para a árvore hospedeira, é indiferente a presença ou não das epífitas.

Comensalismo é essa relação em que um ser se beneficia da relação com outro ser, sem lhe causar prejuízo nem benefício.



O mesmo ocorre com aqueles pássaros que ficam em volta dos animais que estão no pasto, como bois e cavalos. Há casos em que eles não comem os carrapatos (que seria uma protocooperação), mas apenas insetos que estavam no meio da vegetação e que pulam ou voam para fugir do pisoteio do animal.

O prejuízo do fogo



No Brasil, ainda é muito comum o hábito de fazer a coivara, usar fogo para a "limpeza" de uma área que se deseja usar para o plantio. Sabendo que as sementes de muitas plantas dependem de uma simbiose com fungos presentes no solo para germinar, explique por que o uso do fogo é tão prejudicial.



Seção 4

Relações Desarmônicas Interespecíficas

Nas relações desarmônicas, pelo menos um dos participantes é prejudicado pela relação. Nesta seção, vamos conversar sobre as relações desarmônicas entre seres de espécies diferentes.

4.1. Amensalismo

Quando manadas de búfalos ou elefantes se deslocam, causam um grande estrago por onde passam. Plantas e pequenos animais morrem pisoteados. Embora a relação seja fatal para os pequenos seres, os animais que lhes provocaram prejuízos não obtiveram, com isso, benefício nem prejuízo.

Amensalismo é este tipo de relação na qual há seres prejudicados com a relação sem intenção, benefício nem prejuízo do outro.



4.2. Parasitismo

Uma boa parte das doenças que podemos ter é causada por parasitas como vírus, bactérias, protozoários, fungos e vermes (vimos alguns exemplos ao longo do Módulo 3). Insetos e aracnídeos também usam e abusam de outros seres; e, quem diria, até as plantas podem ser parasitas de outras plantas!

Identificamos o parasitismo quando um organismo ataca e consome partes de um organismo muito maior do que ele mesmo. Neste tipo de relação, o hospedeiro é prejudicado pelo benefício que o parasita tira dele.



Embora a maioria dos vermes não seja parasita, os poucos do grupo que são parasitas fazem a sua má fama: tênias, esquistossomos, lombrigas, filárias, oxiúros e ancilóstomos são alguns dos vermes mais famosos que podem atacar seres humanos.

A ameba (causadora da amebíase), o tripanossomo (causador da doença de Chagas – apresentado na unidade 2 do módulo 3) e o plasmódio (causador da malária – apresentado na unidade 2 do módulo 3) estão entre os protozoários parasitas de seres humanos. Mas é bom lembrar que existem muitas espécies de protozoários de vida livre ou com relações harmônicas com outros seres.

Não poderíamos deixar de falar dos vírus, parasitas obrigatórios de outros seres, uma vez que não possuem estruturas celulares capazes de desempenhar as funções vitais. Gripe, herpes, hepatite e AIDS estão entre doenças humanas causadas por vírus.



Figura 5: Além dos citados, os humanos possuem diversos outros parasitas. Dentre os parasitas da pele humana, estão os carrapatos, como os da imagem, as pulgas, os piolhos, as larvas de moscas e os ácaros.

A erva-de-passarinho é uma planta parasita de outras. Ela nasce de sementes deixadas por aves nos galhos das árvores. Quando germina, ela lança raízes com uma especialização para perfurar o caule da outra planta a fim de sugar a seiva; são raízes sugadoras. A erva-de-passarinho se desenvolve como um cipó, cobrindo a copa da outra planta, mas ela retira a seiva bruta, que contém apenas água e sais minerais, e faz fotossíntese para produzir a sua própria seiva elaborada. Por isso, a erva-de-passarinho é considerada um meio-parasita (hemiparasita).

O cipó-chumbo é outra planta parasita, mas com uma estratégia um pouco diferente da erva-de-passarinho. Embora seja um vegetal, ele deixou de fazer fotossíntese e suga seiva elaborada de outras plantas. Por isso, o cipó-chumbo é considerado um parasita completo (holoparasita).

4.3. Predação

Gaviões, entre outras coisas, comem cobras. Cobras costumam alimentar-se de sapos. Sapos são **insetívoros.** Entre os insetos que os sapos comem estão os grilos que, por sua vez, são herbívoros. Embora aqui esteja representada de forma simplificada, esta é uma típica cadeia alimentar baseada na predação.

Insetívoro

animal que se alimenta de insetos.

Predação é uma relação desarmônica em que um ser mata outro de uma espécie diferente para alimentar-se dele.





Na Natureza, muito raramente um predador come apenas um tipo de presa, e frequentemente mais de um tipo de predador come a mesma presa. Então, a cadeia transforma-se numa teia complexa quando traçamos todas as relações predadores-presas de uma comunidade. Essa é a Teia Alimentar, que é sustentada por um delicado e complexo equilíbrio das relações entre os seres vivos que dela participam.

Plantas carnívoras? Acho que não, hein?!

Plantas carnívoras, na verdade, costumam ser insetívoras, e nem por isso deixam de ser seres autotróficos, produtores de seu próprio alimento. Essas plantas desenvolveram a capacidade de atrair e prender insetos para absorver os nutrientes de seus corpos. Essa foi uma adaptação dessas plantas a ambientes pobres em nutrientes, especialmente nitrogênio, essencial para o crescimento das plantas e abundante na proteína presente no corpo dos animais.

As insetívoras não têm um tubo digestivo como o dos animais e raramente conseguem capturar animais maiores que os insetos. Logo, não são carnívoras de verdade.



Predadores procuram por presas que atendam às suas necessidades nutritivas e cuja captura não ofereça um risco muito grande de danos. Por isso, há geralmente uma grande diferença entre predador e presa (de tamanho ou de força). E é por isso que geralmente a presa prefere fugir a ficar e enfrentar o predador. As que apresentarem esse comportamento tendem a ser eliminadas, justamente por causa dessa disputa desleal.



O controle biológico de pragas é um método usado como alternativa ao uso de pesticidas. A ideia é responder à invasão de uma praga com a introdução de inimigos naturais dela, como predadores ou parasitas específicos. Embora seja uma técnica recomendada para a agricultura orgânica, a introdução de espécies sempre gera riscos de desequilíbrios ecológicos e deve ser feita com cautela e sob a orientação de especialistas experientes.

4.4. Competição Interespecífica

Todas as plantas precisam da luz do Sol para fazer fotossíntese. Nas florestas, todas as plantas de todas as espécies estão disputando por luz o tempo todo. Crescer, ramificar-se, crescer sobre outras plantas, aumentar o tamanho de suas folhas e até mesmo produzir uma toxina que retarda o crescimento das adversárias são algumas estratégias usadas entre os concorrentes de uma verdadeira corrida armamentista.

Entre animais, as disputas são ainda mais fervorosas. Disputas territoriais são comuns entre várias espécies. O que está em jogo é a disputa pela exploração dos mesmos recursos, no mesmo território e ao mesmo tempo.

Um recurso é qualquer coisa usada diretamente por um organismo que pode levar ao crescimento da população e que tem a quantidade reduzida quando é usada, como, por exemplo, comida, espaço, luz, água etc. Fatores como temperatura, umidade, salinidade e pH, mesmo que tenham forte influência sobre o tamanho da população, não são considerados recursos, porque não podem ser consumidos nem monopolizados.

Cada espécie sobrevive explorando certo conjunto de recursos. Isso define o seu *nicho ecológico*, também entendido como o papel desempenhado por esta espécie no ecossistema. Se não existissem competidores, predadores e parasitas em seu ambiente, uma espécie seria capaz de viver sob maior amplitude de condições ambientais (seu nicho fundamental) do que o faz na presença de outras espécies que a afetam negativamente (seu nicho realizado). Por outro lado, a presença de espécies benéficas pode aumentar a gama de condições em que uma espécie consegue sobreviver.

Recursos cuja reposição é menor que o consumo são considerados *recursos limitantes*. Eles influenciam a abundância e a distribuição das espécies. Os recursos que não são limitantes têm uma influência muito pequena sobre a

dinâmica populacional de uma espécie. Por exemplo, para os animais terrestres a quantidade de gás oxigênio disponível para a respiração não é um fator limitante. Isso porque o gás oxigênio, com seus quase 21% na composição da atmosfera, está sempre acima do nível mínimo de consumo. Já em um ambiente de água doce, onde a concentração máxima de gás oxigênio dissolvido é apenas 0,5%, quase sempre os organismos consomem todo o gás e este se torna um recurso limitante. Ecólogos de ambientes aquáticos, ao contrário de ecólogos de ambientes terrestres, prestam muita atenção aos níveis de gás oxigênio.

A competição é uma relação de disputa pelo uso de um recurso que é limitado. Ela ocorre entre seres que procuram pelos mesmos recursos, no mesmo local e ao mesmo tempo, ou seja, compartilham o mesmo nicho ecológico e o mesmo hábitat.



Não haverá competição se as populações das espécies que usam um mesmo recurso habitam lugares diferentes, porque, evidentemente, elas não estarão disputando o consumo daquele recurso no mesmo lugar.

O tempo de cada espécie...

Os parasitas usualmente têm tempo de geração muito mais curto do que seus hospedeiros. Consequentemente, eles deveriam ser capazes de evoluir mais rapidamente.

Pensando em termos evolutivos, o que impede que os parasitas evoluam a ponto de superarem completamente a resistência de seus hospedeiros e exterminá-los?





Seção 5

Relações Desarmônicas entre Seres da Mesma Espécie

Competição Intraespecífica

Os sapos, pererecas e rãs, todos do grupo dos anuros têm um comportamento reprodutivo muito característico. Os machos vocalizam para atrair as fêmeas. Em regra, quanto mais alto um macho vocalizar, maiores são as suas chances de reprodução. Mas quando vocaliza, além de atrair as fêmeas, os machos também atraem predadores.



Como nas aves, cada espécie de anuro tem uma vocalização característica. Por isso, quando um macho de uma espécie não encontra concorrentes, ele vocaliza apenas um pedaço da sua "canção". Assim, ele avisa às fêmeas da sua localização, mas não se expõe tanto à predação. Se houver um ou mais concorrentes, eles disputarão as fêmeas vocalizando o mais alto e o mais completo possível, ainda que assim eles corram o risco de atrair predadores.

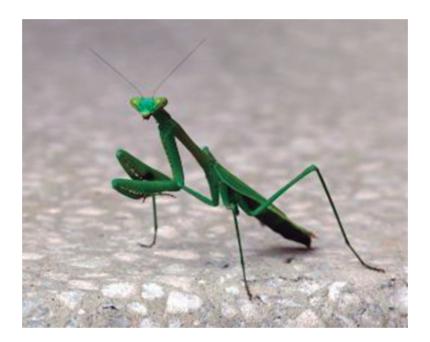
Importante

Seres da mesma espécie geralmente exploram os mesmos recursos. Como desempenham o mesmo nicho ecológico, quando dividem o mesmo hábitat onde um recurso é limitante, competem por esse recurso. A competição intraespecífica ocorre frequentemente por território, alimento e parceiro sexual.

O que está por trás deste comportamento competitivo é a seleção das características que aumentam as chances de reprodução e perpetuação do seu material genético. Cada ser escolhe o parceiro que julga trazer mais benefícios para seus descendentes, garantindo a sobrevivência deles e a transmissão do seu material genético adiante.

Canibalismo

O louva-deus é um inseto predador, devora vorazmente outros insetos que captura com suas típicas patas dianteiras. Estas parecem em prece enquanto esperam a oportunidade para dar um bote em sua presa. Mas durante o acasalamento o louva-deus apresenta um comportamento estranho. Antes ainda do término da cópula, a fêmea começa a devorar o macho. Come-o por inteiro, da cabeça aos pés, ou melhor, às patas.



Quando a predação acontece entre seres da mesma espécie, ela é chamada de canibalismo.



O canibalismo é raro, porque a seleção natural tende a eliminar esse comportamento, afinal, teoricamente, ele reduz o número de indivíduos daquela espécie, deixando-a mais vulnerável à extinção. Além disso, como o canibalismo ocorre entre seres da mesma espécie, a igualdade física deixa a captura da presa pelo predador bem arriscada e com grandes chances de não ser bem-sucedida ou provocar danos sérios ao predador.

Mas há casos em que, pelo contrário, o canibalismo aumenta as chances de sucesso evolutivo da espécie. No caso do louva-deus, a interpretação é que, após cumprir seu papel reprodutivo, o macho é mais útil morto – alimentando a fêmea e garantindo recursos para o desenvolvimento dos embriões e a postura dos ovos – do que vivo, competindo com os descendentes por recursos alimentares.

Muitos animais criados presos apresentam o canibalismo como um distúrbio comportamental gerado pelo estresse do cativeiro.



Hannibal

Na espécie humana, o canibalismo é considerado um desvio grave, como no caso do psicopata Hannibal, interpretado por Anthony Hopkins, no filme "Silêncio dos Inocentes".

Mas a antropologia já registrou tribos indígenas e aborígenas que adotam a prática do canibalismo. Nesses casos, o canibalismo tem mais a ver com aspectos religiosos subjetivos do que uma estratégia nutricional. Os índios Tupinambás, por exemplo, acreditavam que ao derrotar um adversário deveriam comer a sua carne para incorporar a coragem do espírito dele. Não era para matar a fome que estas tribos praticavam o canibalismo.

Seção 6

Interações Ecológicas e Evolução

Pudemos ver claramente, nesta Unidade, que as interações entre os seres vivos são fortes agentes de pressão evolutiva. Relações ecológicas estreitas favorecem processos de seleção natural combinados nas duas populações que interagem, onde a evolução de cada um é dependente da evolução do outro. Isso acontece, por exemplo, entre plantas e herbívoros, organismos grandes e os respectivos micro-organismos simbiontes ou parasitas e seus hospedeiros.



A coevolução é um tipo de evolução da comunidade, envolvendo interação seletiva entre dois grupos de organismos com uma relação ecológica estreita.

Supõe-se que a grande diversidade de plantas nos trópicos pode estar relacionada a uma grande diversidade de insetos herbívoros. Através de mutações casuais, as plantas produzem compostos químicos que tornam suas folhas desagradáveis para herbívoros. Tais plantas, protegidas, entram em uma nova zona de adaptação e, eventualmente, aquilo que começou como mutação casual se espalha e pode caracterizar uma família botânica inteira. Se numa população de insetos herbívoros surgir um mutante capaz de se alimentar de uma planta com paladar desagradável, ele terá uma vantagem sobre os outros insetos. Melhor alimentado, ele tenderá a crescer e se reproduzir melhor que os outros, espalhando sua característica pela população. Assim, a diversidade de plantas tende a aumentar a diversidade de insetos herbívoros e vice-versa.

As relações simbiontes também sugerem processos de coevolução. É o que parece ocorrer entre embaúbas e formigas do gênero *Azteca*. As formigas vivem em sociedade no interior do caule oco das embaúbas, de onde defendem ferozmente a árvore que lhe dá abrigo, reduzindo o ataque de outros insetos herbívoros. A seleção natural age de forma conjunta para as duas populações, reforçando as características dessas árvores e o comportamento das formigas.

Há inúmeros exemplos de plantas que são polinizadas exclusivamente por uma espécie de inseto ou beija-flor. A anatomia da flor parece ter sido desenhada exclusivamente para uma abelha, mariposa ou beija-flor. E os animais, por sua vez, parecem ter o encaixe perfeito com bicos e trombas compridos. Essa relação tão específica é uma forte evidência de coevolução.

Outro exemplo de coevolução são o mimetismo e a camuflagem, adaptações contra a predação. A diferença entre elas está na mensagem transmitida ao predador pelas mudanças no corpo da presa. Na camuflagem, a presa tende a se confundir com o ambiente, sendo mais difícil ao predador localizá-la. Já no mimetismo, a estratégia envolve ser visto, mas não identificado. Mariposas que se parecem com folhas fazem camuflagem, pois passam despercebidas por pássaros que poderiam predá-las: para o pássaro, ela não está lá.

Por sua vez, outras mariposas que parecem ter olhos de coruja desenhados em suas asas são vistas por pássaros predadores de mariposas, mas não são incomodadas por eles porque eles pensam estar olhando para uma coruja. Geralmente fogem com medo. Estas mariposas fazem mimetismo porque sua aparência confunde seus predadores. Elas são vistas, mas eles julgam estar vendo outro ser.

Um hospedeiro morto é um problemão para um parasita. A seleção natural que age na evolução dos parasitas segue duas linhas principais e estranhamente opostas. A primeira seleciona as adaptações que aumentem a eficiência dos parasitas em retirar nutrientes de seus hospedeiros, como, por exemplo, o desenvolvimento de raízes sugadoras nas epífitas parasitas. A outra linha é a de reduzir os danos causados no hospedeiro, já que a sobrevivência do parasita, muitas vezes, depende da sobrevivência do hospedeiro.

É possível que essa redução de **virulência** possa ter levado alguns parasitas a coevoluir para uma relação de simbiose, quando, além de reduzir a virulência, passaram a contribuir de alguma forma para a sobrevivência do seu "ex-hospedeiro", para garantir a sua própria sobrevivência.

Virulência

É a intensidade com que um organismo causa doença em outro.

Os parasitas muito virulentos (agressivos) acabam investindo em contágio. Se vão esgotar os recursos, é bom que consigam abandonar logo aquele hospedeiro e ir para outro, caso contrário eles morrerão.



No seu país tem palmeiras onde canta o sabiá. Mas e se introduzirmos outro pássaro que também use palmeiras como recursos?

Espécies exóticas são espécies não nativas de um ecossistema. Dentro do mesmo país é possível provocar a introdução de espécies exóticas ao transportarmos seres vivos de uma região para outra. Elabore um texto explicando o risco da introdução de espécies exóticas nos ecossistemas levando em conta o equilíbrio entre predadores-presas, parasitas-hospedeiros e competidores.



Nesta unidade, desvendamos as mais sutis relações entre os seres vivos, uma verdadeira Teia da Vida. Comprometer a fragilidade do equilíbrio desta teia reforça o compromisso que temos com a conservação de toda diversidade de vida. Questões como "Para que servem as baratas?" são muito comuns. Ainda que alguém possa questionar a importância de alguns seres, agora você sabe que cada ser desempenha um papel importante no equilíbrio da vida.

É fácil perceber como as seleções naturais entre seres com relações íntimas podem contribuir para o curso da evolução no sentido da diversidade, interdependência e equilíbrio da comunidade.

Talvez, a razão de ser da barata seja apenas ser.

Resumo

- As interações ocorrem tanto entre seres da mesma espécie (Relações Intraespecíficas) como entre seres de espécies diferentes (Relações Interespecíficas). E as interações podem ser classificadas como Harmônicas (caso não haja prejuízo para nenhum dos participantes da relação) ou Desarmônicas (caso pelo menos um dos participantes da relação seja prejudicado de alguma forma com a relação).
- As combinações que são observadas na Natureza estão representadas a seguir:

| Relações Neutras | | Neutralismo (0) (0) |
|-----------------------|-----------------|-------------------------|
| Relações Harmônicas | Intraespecífica | Colônia (+) (+) |
| | | Sociedade (+) (+) |
| | Interespecífica | Simbiose (+) (+) |
| | | Protocooperação (+) (+) |
| | | Comensalismo (0) (+) |
| Relações Desarmônicas | Interespecífica | Amensalismo (0) (-) |
| | | Parasitismo (-) (+) |
| | | Predação (-) (+) |
| | | Competição (-) (-) |
| | Intraespecífica | Competição (-) (-) |
| | | Canibalismo (-) (+) |

- Colônias são agrupamentos de indivíduos da mesma espécie unidos anatomicamente. Os indivíduos de uma colônia dependem tanto do conjunto que eles são incapazes de viver isoladamente.
- As sociedades são agrupamentos de indivíduos que, embora não apresentem qualquer tipo de ligação anatômica, desenvolveram o comportamento gregário, ou seja, têm uma grande tendência de viverem juntos.
- A simbiose é um tipo de mutualismo (existe benefício mútuo, ou seja, para os dois envolvidos) em que a interdependência é tão grande a ponto de eles não serem capazes de viver isoladamente.
- A protocooperação é uma relação de mutualismo (de benefício mútuo entre animais de diferentes espécies) em que os seres não dependem desta relação para sua sobrevivência, mesmo ela sendo boa para ambas as partes.

- Comensalismo é uma relação na qual um ser se beneficia da relação com outro ser, sem lhe causar prejuízo nem benefício.
- Amensalismo é o tipo de relação em que há seres prejudicados com a relação sem intenção, benefício nem prejuízo do outro.
- Identificamos o parasitismo quando um organismo ataca e consome partes de um organismo muito maior do que ele mesmo. Nesse tipo de relação, o hospedeiro é prejudicado pelo benefício que o parasita tira dele.
- Predação é uma relação desarmônica na qual um ser mata o outro para alimentar-se dele.
- A competição é uma relação de disputa pelo uso de um recurso que é limitado. Ela ocorre entre seres que procuram pelos mesmos recursos, no mesmo local e ao mesmo tempo, ou seja, compartilham o mesmo nicho ecológico e o mesmo hábitat.
- Seres da mesma espécie geralmente exploram os mesmos recursos. Como desempenham o mesmo nicho ecológico, quando dividem o mesmo hábitat onde um recurso é limitante, competem por esse recurso. A competição intraespecífica ocorre frequentemente por território, alimento e parceiro sexual.
- Quando a predação acontece entre seres da mesma espécie, ela é chamada de canibalismo.
- É fácil perceber como as seleções naturais entre seres com relações íntimas podem contribuir para o curso da evolução no sentido da diversidade, interdependência e equilíbrio da comunidade.

Veja ainda...

Leia uma interessante reportagem sobre as relações alimentares no ambiente marinho.

http://super.abril.com.br/mundo-animal/bobeou-virou-comida-443852.shtml

Referências

- ODUM, Eugene. Fundamentos de ecologia. 7ª ed. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 2004. 927 p.
- PURVES, William e outros. Vida, a ciência da biologia. 6ª ed. Porto Alegre: Artmed, 2005. 1044 p.
- DAWKINS, Richard. O gene egoísta. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 1979. 230 p.

magens



André Guimarães



http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Reef0484.jpg



• http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Portuguese_Man-O-War_%28Physalia_physalis%29.jpg



• http://commons.wikimedia.org/wiki/File:GreatBarrierReef-EO.JPG



http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Workertermite1.jpg



http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Macro_Termite_Soldier.jpg



http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Cupim_rainha.jpg



• http://www.flickr.com/photos/giffordclan/4769226710



 http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Amphiprion_ocellaris_(Clown_anemonefish)_in_Heteractis_ magnifica_(Sea_anemone).jpg



• http://www.flickr.com/photos/martinlabar/3915414740/ - Martin LaBar



http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Tick_male_(aka).jpg



• http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Leopard_kill_-_KNP_-_001.jpg



• http://www.sxc.hu/photo/1386414



• http://www.sxc.hu/photo/824870



• http://www.sxc.hu/photo/517386 • David Hartman.

Respostas das Atividades

Atividade 1

Você deve ter percebido que, quando atingem o ponto onde você passou o dedo cortando seu caminho, as formigas se espalham, perdendo o rastro das que já passaram por ali.

Isso acontece porque as formigas usam substâncias químicas para se comunicar, os feromônios. Elas literalmente deixam um rastro para marcar a trilha por onde passaram sinalizando o melhor caminho para quem vem atrás.

Se você ficar observando o experimento por mais tempo, você notará que as formigas vão procurar uma passagem para reconectar seu caminho antigo e todas as formigas que passarem por ali depois seguirão o novo caminho neste trecho.

Atividade 2

Além dos danos óbvios como a morte de plantas e animais das áreas queimadas e a poluição atmosférica, a queimada mata também boa parte dos micro-organismos presentes no solo. Alguns deles são fundamentais para o desenvolvimento das plantas por estabelecerem relações simbiontes que auxiliam na germinação e na nutrição dos vegetais.

Atividade 3

Como sua sobrevivência depende do seu hospedeiro, os parasitas têm uma seleção natural que leva em conta também as chances de sobrevivência do hospedeiro. Esse argumento foi bem explorado um pouco mais adiante na Seção 6, que trata da relação entre as relações ecológicas e a evolução dos seres envolvidos na relação. Fica claro que uma tendência na relação parasita-hospedeiro é a redução da virulência, podendo o parasitismo, no limite, transformar-se numa relação simbionte.

Atividade 4

Quando introduzimos uma espécie exótica em um ecossistema, alteramos o equilíbrio nas relações ecológicas deste ecossistema. O novo ser pode ser uma ameaça às outras espécies por ser parasita, predador ou competir com elas. Mesmo se o invasor estabelecer uma relação harmônica com alguma espécie preexistente no ecossistema, ele vai alterar o equilíbrio de forças no ecossistema porque vai alterar a dinâmica populacional da espécie beneficiada. Não raro, a introdução de espécies exóticas gera extinções nas novas áreas.



Questão 1 (ENEM 2008)

Um estudo recente feito no Pantanal dá uma boa ideia de como o equilíbrio entre as espécies, na Natureza, é um verdadeiro quebra-cabeça. As peças do quebra-cabeça são o tucano-toco, a arara-azul e o manduvi. O tucano-toco é o único pássaro que consegue abrir o fruto e engolir a semente do manduvi, sendo, assim, o principal dispersor de suas sementes. O manduvi, por sua vez, é uma das poucas árvores onde as araras-azuis fazem seus ninhos.

Até aqui, tudo parece bem encaixado, mas... é justamente o tucano-toco o maior predador de ovos de arara-azul — mais da metade dos ovos das araras são predados pelos tucanos. Então, ficamos na seguinte encruzilhada: se não há tucanos-toco, os manduvis se extinguem, pois não há dispersão de suas sementes e não surgem novos manduvinhos, e isso afeta as araras-azuis, que não têm onde fazer seus ninhos. Se, por outro lado, há muitos tucanos-toco, eles dispersam as sementes dos manduvis, e as araras-azuis têm muito lugar para fazer seus ninhos, mas seus ovos são muito predados.

Internet: http://oglobo.globo.com (com adaptações).

De acordo com a situação descrita,

- a. O manduvi depende diretamente tanto do tucano-toco como da arara-azul para sua sobrevivência.
- b. O tucano-toco, depois de engolir sementes de manduvi, digere-as e torna-as inviáveis.
- c. A conservação da arara-azul exige a redução da população de manduvis e o aumento da população de tucanos-toco.
- d. A conservação das araras-azuis depende também da conservação dos tucanos-toco, apesar de estes serem predadores daquelas.
- e. A derrubada de manduvis em decorrência do desmatamento diminui a disponibilidade de locais para os tucanos fazerem seus ninhos.

Gabarito: Letra D.

Comentário: O texto do enunciado expõe a delicada interação entre três populações diferentes: a de mandu-

vis, araras-azuis e tucanos-toco. Todas elas são interdependentes, portanto, para a conservação de uma, é preciso que

as outras duas sejam também conservadas.

Questão 2 (ENEM 2008)

O controle biológico, técnica empregada no combate a espécies que causam danos e prejuízos aos seres hu-

manos, é utilizado no combate à lagarta que se alimenta de folhas de algodoeiro. Algumas espécies de borboleta

depositam seus ovos nessa cultura. A microvespa Trichogramma sp. introduz seus ovos nos ovos de outros insetos,

incluindo os das borboletas em questão. Os embriões da vespa se alimentam do conteúdo desses ovos e impedem

que as larvas de borboleta se desenvolvam. Assim, é possível reduzir a densidade populacional das borboletas até

níveis que não prejudiquem a cultura.

A técnica de controle biológico realizado pela microvespa Trichogramma sp. consiste na:

a. introdução de um parasita no ambiente da espécie que se deseja combater.

b. introdução de um gene letal nas borboletas, a fim de diminuir o número de indivíduos.

c. competição entre a borboleta e a microvespa para a obtenção de recursos.

d. modificação do ambiente para selecionar indivíduos melhor adaptados.

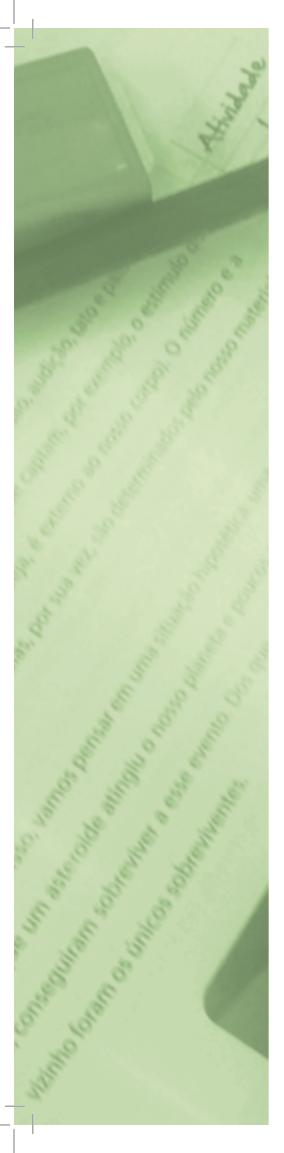
e. aplicação de inseticidas a fim de diminuir o número de indivíduos que se deseja combater.

Gabarito: Letra A.

Comentário: A microvespa é um parasita da borboleta, uma vez que ela se beneficia de recursos desse animal

para se manter vivo. Sua ação acaba por exterminar os embriões da borboleta (presentes nos ovos).

56



País tropical e bonito por Natureza: os diferentes biomas

Para início de conversa

O Brasil é um país gigante em riquezas naturais. Temos o maior fluxo superficial de água doce do mundo, e algo entre 10 e 29% de todas as espécies conhecidas ocorre em território nacional. Isso representa uma das maiores biodiversidades do planeta! Temos ainda muitas riquezas minerais e um incrível potencial energético de matrizes renováveis e limpas (energia solar, eólica e hidrelétrica, abundantes o ano todo). Isso tudo sem contar a beleza da paisagem natural e de um povo muito rico em diversidade cultural e que vive em relativa paz.



Figura 1: Paisagens como essa são bastante comuns em determinadas regiões brasileiras. Você há de convir que esse quadro é belíssimo!

Mas também figuramos em outras listas menos nobres. Estamos em 10º lugar entre os países com maior desigualdade no mundo. Nossos índices em saúde e educação não são bons. A retomada do crescimento econômico do nosso país, após o período da ditadura militar, nos configura como uma potência emergente.

E também temos desafios socioambientais a superar. Já somos o 5º maior consumidor de petróleo do mundo e nossos BIOMAS estão em constante processo de degradação.

Importante

Bioma é um conjunto de ecossistemas caracterizado por tipos semelhantes de vegetação. O Brasil está dividido em seis biomas: Amazônia, Cerrado, Caatinga, Mata Atlântica, Pantanal e Pampa.

O **desmatamento** tem aumentado continuamente em função da expansão da agricultura. Esta é praticada com a perigosa combinação de técnicas já muito ultrapassadas (monocultura em latifúndios) e tecnologia muito avançada (máquinas, fertilizantes e defensivos agrícolas de ultima geração, além de Organismos Geneticamente Modificados – OGM, sobre os quais você aprenderá na Unidade 5) Essas práticas já vitimaram boa parte de nossos biomas.

Desmatamento

Retirada parcial ou total da vegetação de determinada área, geralmente para utilização do solo em atividades agropecuárias, assentamentos urbanos, industriais, florestais, de geração e transmissão de energia, de mineração ou de transporte de carga e passageiros. O desmatamento é caracterizado pelas práticas de corte ou queimada da cobertura vegetal nativa.

Nesta unidade, vamos conversar sobre os BIOMAS BRASILEIROS. Quero lhe convidar a viajar pelo Brasil, conhecendo as principais características, a história, as ameaças e as alternativas para cada um dos nossos biomas. Afinal, a solução do problema está em cada um de nós, pois a conservação da biodiversidade depende dos nossos interesses e da nossa participação nas tomadas de decisões. Nestas, inclui-se a escolha de nossos representantes (democracia representativa) e a participação direta através de movimentos populares, organizações não governamentais e conselhos municipais (democracia participativa). Não há dúvida: é preciso conhecer para conservar!

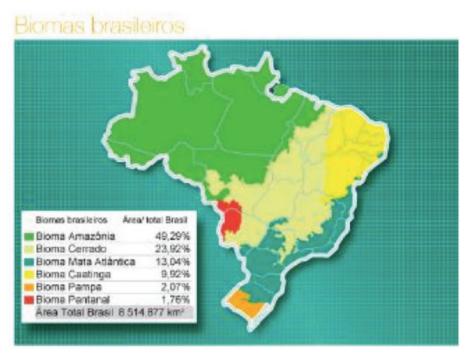


Figura 2: Mapa do Brasil dividido por estados e colorido de acordo com a distribuição de cada um dos 6 biomas brasileiros.

Objetivos da Aprendizagem

- Caracterizar os seis biomas brasileiros.
- Descrever o histórico de impactos ambientais causados nos diferentes ambientes.
- Identificar causas e efeitos das ações humanas sobre os biomas e as consequências dos danos ambientais para as sociedades humanas.

Seção 1:

Amazônia: um tesouro a preservar

Conta a lenda que, na região Norte do Brasil, no meio da selva amazônica, esconde-se o Eldorado, uma cidade de ouro protegida por valentes guerreiras, as Amazonas. O Eldorado nunca foi encontrado, mas finalmente descobrimos o tesouro escondido no coração da floresta: a biodiversidade.

A imensidão verde da Floresta Amazônica abriga, em seus diferentes **estratos**, um intenso ritmo de vida, repleto de aves coloridas, muitos macacos, além de répteis, felinos e incontáveis espécies de insetos. Você pode imaginar a quantidade de peixes que vivem na imensidão das águas da Bacia Amazônica? Na Amazônia, vivem mais de um terço das espécies existentes na Terra.

Estratos

O mesmo que camadas. Grosso modo, a vegetação apresenta três estratos de acordo com o seu porte: o hebáceo (rasteiro), o arbustivo (de arbustos, com porte intermediário) e o arbóreo (formado por árvores de grande porte).

O BIOMA AMAZÔNIA ocupa 8 milhões de quilômetros quadrados espalhados por nove países da América do Sul: Brasil, Bolívia, Peru, Equador, Colômbia, Venezuela, Guiana, Suriname e Guiana Francesa. A Amazônia brasileira se estende por todos os estados da Região Norte do Brasil: Amazonas, Pará, Roraima, Amapá, Rondônia e Acre. A Amazônia Legal inclui ainda as bordas da Floresta Amazônica no Maranhão, Tocantins e Mato Grosso, embora nestes estados as matas sejam mais ralas, fazendo uma transição para o Cerrado.



Amazônia Legal

É uma criação administrativa do Governo Federal de 1996. Abrange áreas vizinhas à Floresta Amazônica. Nessa borda da Amazônia, o Governo Federal tem políticas especiais de estímulo da ocupação (abrindo mão de alguns impostos para atrair empreendedores), mas também de proteção da vegetação (p. ex.: maior porcentagem de reserva legal nas propriedades rurais do Brasil – 80% contra 35% no Cerrado e 20% nas demais regiões do país).

A Floresta Amazônica apresenta vários **estratos** formados pelas copas de árvores frondosas, chegando a 50 metros de altura. Muitas dessas árvores apresentam raízes tabulares, adaptação para a sustentação da planta no solo arenoso da Amazônia (Figura 3). Entre as árvores de grande porte, estão a castanheira do Pará, a sumaúma e a famosa seringueira (*Hevea brasiliensis*), a partir da qual se extrai o látex, usado na fabricação da borracha natural. Também são muito comuns as epífitas, entre as quais se destacam bromélias e trepadeiras com cipós que formam densas cortinas na mata.



Figura 3: Essa é uma típica árvore amazônica, com sua altura exuberante e suas raízes achatadas lateralmente (como tábuas) que ajudam a sustentar tal altura e peso em um solo tão instável como aquele formado por grãos de areia.

A Amazônia presta importantes serviços ambientais para o planeta. Tais serviços são aqueles que a Natureza presta para os seres vivos ao:

- absorver, filtrar e promover a qualidade da água que bebemos e usamos;
- reciclar nutrientes e assegurar a estrutura dos solos onde plantamos;
- manter a estabilidade do clima, amenizando desastres como enchentes, secas e tempestades;
- garantir e desenvolver a nossa produção agropecuária e industrial. Tal processo pode ser feito ao providenciar a necessária biodiversidade e diversidade genética para melhoria das culturas ou para fármacos, cosméticos e novos materiais, ou mesmo ao complementar processos que a tecnologia humana não domina nem substitui como: polinização, fotossíntese e decomposição de resíduos.
- sequestrar carbono da atmosfera, reduzindo o efeito estufa, minimizando os sintomas das mudanças climáticas.

O conceito de serviços ambientais surgiu da necessidade de demonstrar que as áreas naturais cumprem funções importantes de manutenção de toda vida, inclusive a do homem. Tal conceito nasceu em oposição à falsa ideia de que ecossistemas intactos são "improdutivos" ou "obstáculos ao desenvolvimento econômico".

A Floresta Amazônica despeja cerca de 20 bilhões de toneladas de água todos os dias na atmosfera através da **evapotranspiração**. O rio Amazonas é o mais extenso e caudaloso do mundo. Nasce lá na Cordilheira dos Andes e abastece o Oceano Atlântico com cerca de 17 bilhões de litros de água por dia, carregando sedimentos e nutrientes (repare que a Floresta manda 3 bilhões de litros de água a mais para a atmosfera que para o mar). Toda essa água forma verdadeiros rios aéreos que distribuem essa umidade para quase todo o Brasil!

Evapotranspiração

A soma da transpiração das plantas e da evaporação de água do solo na área coberta pela vegetação, totalizando o vapor de água desprendido para a atmosfera em uma área coberta por vegetação.

Além de mandar água para a atmosfera, outro papel importante da Floresta Amazônica é descarregar uma incrível quantidade de nutrientes no Oceano Atlântico. Isso nutre uma grande diversidade de algas, contribuindo para a teia alimentar marinha e também para o sequestro de carbono da atmosfera, regulando o clima do planeta.

O curioso é que a camada de nutrientes do solo da Amazônia é bem superficial. A Floresta se sustenta do próprio material orgânico que lança no chão (através da queda de folhas, flores, frutos, galhos e árvores que ao se decompor enriquecem a camada mais superficial do solo). Isso faz do bioma Amazônia um ecossistema frágil, de equilíbrio muito delicado. Em áreas desmatadas, já se observam processos de **desertificação**. E a devastação já comeu mais de 17% deste bioma.

Desertificação

Fenômeno no qual o solo perde suas propriedades e se torna incapaz de sustentar a comunidade vegetal. Esse fenômeno está associado direta ou indiretamente às atividades humanas, como por exemplo o desmatamento e as mudanças climáticas.

O desmatamento se intensificou a partir da década de 1950, quando foram construídas as primeiras estradas para integrar a região amazônica ao território nacional. Durante os governos militares (1964-1885), foram criados incentivos fiscais e construídos portos, cidades, estradas e usinas hidrelétricas para atrair investimentos e moradores, e assim promover o crescimento econômico da região. Existia um medo de que, por ser muito pouco habitada, a Amazônia seria vulnerável a uma invasão estrangeira.

No início deste século, a devastação da Floresta Amazônica continuou avançando, impulsionada pela exploração de madeira e pelo uso do solo para a pecuária e agricultura. Não por acaso, nesse mesmo período, o Brasil aumentou a exportação de soja, carne e arroz.

Além disso, novos empreendimentos estão trazendo mais impactos sociais e ambientais para a região. Dentre esses projetos, estão:

- a construção e pavimentação de estradas (como a Cuiabá–Santarém, Manaus–Porto Velho e Rio Branco– Cruzeiro do Sul);
- a construção de novas usinas hidrelétricas (como a de Belo Monte, a dos rios Araguaia e Tocantins e do Complexo Madeira);
- a ampliação das áreas de mineração (Carajás);
- a construção de hidrovias (Rio Madeira e Araguaia–Tocantins);
- a construção de **gasodutos** (Urucu–Coari, Urucu–Porto Velho, Urucu–Manaus).

Gasoduto

Tubulações que permitem o transporte de grandes quantidades de gás a grandes distâncias.

Hidrovias

Calhas criadas para permitir a navegação em trechos de rios.

Você deve imaginar a importância desses empreendimentos para o desenvolvimento da Região. Mas também é preciso entender a importância de acompanhar os projetos e cobrar a realização de estudos sérios de impactos ambientais e sociais. Tudo isso com a participação democrática da sociedade civil organizada e do Ministério Público Federal.

Nos últimos anos, centenas de iniciativas populares criaram um novo modelo para o desenvolvimento econômico baseado no manejo sustentável de recursos naturais. A riqueza da Amazônia está na floresta em pé, prestando seus serviços ambientais. Por isso, os empreendimentos devem ser acompanhados pela criação de Unidades de Conservação, formando Corredores Ecológicos que funcionam como barreiras ao avanço do desmatamento. Além disso, é preciso garantir a proteção da cultura das populações tradicionais e indígenas e proteger nosso patrimônio genético da **Biopirataria**.

Biopirataria

Retirada do patrimônio genético dos seres vivos (animais, plantas, fungos etc.) e conhecimentos tradicionais para fins de exploração comercial, sem o consentimento ou controle do país de origem e das comunidades locais.

Impactos na Floresta Amazônica.



Uma das ferramentas usadas pela Ciência são modelos matemáticos que permitem aos cientistas simular situações que nunca foram observadas. Tais ferramentas são úteis porque nos permitem fazer previsões do que aconteceria em cenários que podem, um dia, ser reais. E isso pode nos ajudar a tomar decisões do que fazer ou evitar fazer, pois podemos saber as consequências de nossos atos antes de decidirmos.

Mesmo sem sofisticados modelos matemáticos, mas considerando o que já sabemos sobre os serviços ambientais prestados pela Floresta Amazônica, aponte duas consequências de uma eventual perda significativa de cobertura vegetal na Bacia Amazônica.



Seção 2

Cerrado - A riqueza do Brasil Central

Cerrar, escrito assim, com "c", significa fechar. E é exatamente porque a vegetação rasteira desse ambiente é muito fechada que ele foi batizado assim.



Figura 4: O cerrado tem este nome por sua característica vegetação rasteira bem fechada.

Você pode até pensar que o Cerrado é um ambiente pobre. Mas que nada! O Cerrado, pelo contrário, é um ambiente bastante diversificado, apresenta diferentes domínios, cada um com sua vegetação típica:

- a mata ciliar, onde existe a peroba;
- o Cerrado, caracterizado pelo pau-santo;
- o campo-sujo, onde encontramos o murici;
- o campo cerrado, marcado pelas gramíneas;
- o campo cerrado rupestre, ambiente de diferentes orquideas e bromélias.

Talvez você se surpreenda se eu disser que o Cerrado é, atualmente, o segundo maior bioma brasileiro. Ocupa quase 2 milhões de quilômetros quadrados distribuídos por 12 estados: Rondônia, Pará, Maranhão, Piauí, Tocantins, Goiás, Bahia, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, São Paulo e Paraná, além do Distrito Federal.

No Cerrado, estão um terço $(\frac{1}{3})$ de todas as espécies brasileiras; 5% de toda a fauna e flora do mundo; e, para completar, as nascentes das três principais **bacias hidrográficas** brasileiras (Amazônica, do São Francisco e do Paraná/Paraguai), além do **aquífero** Guarani.

Bacias hidrográficas

Conjunto de terras drenadas por um rio principal e seus afluentes contribuintes. As bacias hidrográficas são determinadas pelo relevo, já que a água escoa sempre das regiões mais altas para as mais baixas.

Aquífero

Camada subterrânea profunda que armazena grande quantidade de água.

A transferência da capital federal do Rio de Janeiro para Brasília, em 1960, foi acompanhada por medidas para estimular o desenvolvimento da região. Políticas públicas, como investimentos em infraestrutura e liberação de dinheiro para investimentos no agronegócio, fizeram do Cerrado alvo de uma forte expansão da fronteira agropecuária.

Assim, metade da soja cultivada no Brasil (13% da soja cultivada no mundo) vem de áreas que eram antes ocupadas pelo Cerrado. A região é responsável por 20% do milho, 15% do arroz e 11% do feijão produzidos, além de abrigar mais de 33% do rebanho bovino e 20% dos suínos criados no Brasil.

Estimativas apontam que metade da área original do Cerrado já foi devastada pelos empreendimentos agropecuários na região. A dinâmica de desmatamento inclui a produção de carvão com a vegetação retirada para as lavouras de soja ou para o plantio de pasto. Os grandes consumidores deste carvão são as siderúrgicas de Minas Gerais.



Figura 5: Esse é o retrato de um triste fim de uma área do Cerrado. Queimadas são ferramentas para a transformação de árvores, muitas vezes encontradas somente nesse bioma, em carvão.

Outro problema é a perda de fertilidade do solo que força os agricultores a usarem **fertilizantes e defensivos agrícolas** que contaminam as águas da região. Além disso, o consumo de água para a irrigação das lavouras deixa pouca água para as populações locais.

Fertilizantes e defensivos agrícolas

São produtos químicos utilizados no enriquecimento do solo e no combate a pragas (como insetos ou ervas daninhas). São usados para acelerar o crescimento das plantas cultivadas e para eliminar plantas que concorrem por nutrientes do solo ou animais parasitas e predadores das plantas cultivadas nas lavouras.

O alagamento de extensas áreas para a construção de usinas hidrelétricas é outra ameaça ao Cerrado. Grande parte da energia gerada nas hidrelétricas da região destina-se à produção de alumínio na Região Norte. Um exemplo é a usina de Tucuruí e da Serra da Mesa (que possui um dos maiores reservatórios de água doce do mundo).

Essa situação é fruto do contraste entre o valor desse bioma e a visão que nós temos dele. O Cerrado ainda é visto como uma vegetação pobre e sem importância, por isso acaba sendo considerada uma área que o Brasil tem para ser ocupada na expansão da sua fronteira agrícola. Tal modelo de ocupação gerou também implicações sociais, não mais permitindo a agricultura familiar. Isso forçou o êxodo rural, uma vez que as atividades rurais não foram capazes de absorver a mão de obra excedente no campo. O problema é que os centros urbanos locais também não deram conta de absorver todo o contingente de mão de obra migrante, provocando um fenômeno de inchaço e de favelização das cidades.

Além do mais, o Cerrado é um dos biomas mais desamparados para sua proteção em termos legais. Isso acontece porque ele não figura como Patrimônio Natural Nacional na Constituição Federal, ao contrário do que acontece com a Amazônia, a Mata Atlântica, a Zona Costeira e o Pantanal.

Salvar o que resta do Cerrado passa por:

- frear urgentemente o desmatamento;
- criar novas unidades de conservação e consolidar as que já existem, mas não funcionam;
- recuperar as áreas já degradadas;
- difusão de práticas mais sustentáveis de agricultura e pecuária, como as propostas pela Agroecologia.

Agroecologia

Sistema agrícola alternativo que considera as produções agropecuárias como ecossistemas. Nestes, o objetivo é um manejo sustentável das relações entre os componentes dos ecossistemas (incluindo plantações, pastos, criadouros e outras redes de flora, fauna, atmosfera, solos, água subterrânea e drenagem) e de um manejo ambientalmente sensível das terras virgens e da vida selvagem.

Mas nada disso vai acontecer enquanto a opinião pública continuar julgando o Cerrado um bioma menos importante. Como Milton Nascimento cantou, em sua música *Notícias do Brasil*:

"Ficar de frente para o mar, de costas pro Brasil, não vai fazer desse lugar um bom país."

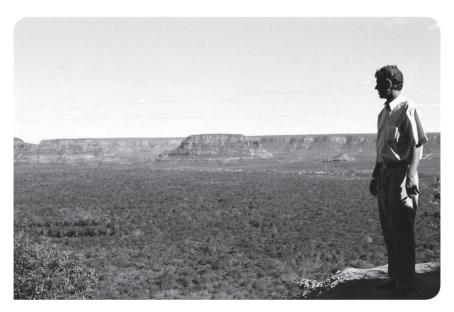


Figura 6: Vamos nos virar para o Cerrado enquanto ainda há tempo?

Seção 3

Caatinga - Vidas Secas

Caatinga, em tupi-guarani, significa floresta branca, nome que descreve muito bem a paisagem do semiárido brasileiro. Sua vegetação, durante o período seco, fica sem folhas para reduzir a perda de água por transpiração e seus caules têm um tom branco acinzentado.



Figura 7: Essa imagem é uma típica paisagem da Caatinga no período de estiagem das chuvas. Observe o característico solo avermelhado, as árvores com poucas folhas, os troncos em tons acinzentados.

É o único bioma exclusivamente brasileiro, ocupando quase 10% do país e 60% da Região Nordeste. Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), a Caatinga se estende por todo o Estado do Ceará, 95% do Rio Grande do Norte, 92% da Paraíba, 83% de Pernambuco, 63% do Piauí, 54% da Bahia, 49% de Sergipe e 48% de Alagoas, 2% de Minas Gerais e 1% do Maranhão.



Quer mais informações sobre os biomas? Consulte o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE. www.ibge.gov.br.

Assim como o Cerrado, a Caatinga vai surpreender você com sua imensa diversidade de vida e paisagens! Existem 12 tipos diferentes de caatingas. Há desde a chamada caatinga arbórea, composta por árvores secas de até 20 metros, até **afloramentos rochosos** com cactos e bromélias.

Afloramentos rochosos

Áreas onde a rocha matriz aparece exposta, sem cobertura de solo.

São 932 espécies de plantas (318 **endêmicas**). A maioria delas apresenta adaptações ao clima semiárido, como caules retorcidos e folhas reduzidas ou transformadas em espinhos para reduzir a superfície de transpiração. Outras adaptações são caules que armazenam água e raízes profundas, que conseguem água a muitos metros abaixo da superfície. São espécies emblemáticas da Caatinga, o mandacaru (*Cereus jamacaru*), o xique-xique (*Pilosocereus gounellei*), o umbuzeiro (*Spondias tuberosa*) e o juazeiro (*Zizyphus juazeiro*). Muitas plantas da Caatinga apresentam propriedades medicinais e, também por isso, precisamos conhecer esse patrimônio genético para conservá-lo.

Espécies endêmicas

Espécies de seres vivos que ocorrem apenas em um local específico e dependem das condições de solo e clima peculiares daquele local.



Figura 8: O mandacaru pode ser considerado um símbolo da Caatinga. Veja os seus espinhos: são folhas modificadas para evitar a perda d'água, um bem precioso nesse ambiente tão seco.

Ornitólogos (estudiosos do grupo das aves) já registraram 510 espécies de aves na Caatinga, como o Acauã (*Herpetotheres cachinnans*), um gavião predador de serpentes, a Ararinha-azul (*Cyanopsitta spixii*), extinta na natureza pelo tráfico de animais silvestres, e o Galo-da-campina (*Paroaria dominicana*), um dos mais bonitos pássaros brasileiros.

Apesar da escassez de água e das muitas ameaças que os corpos hídricos da Caatinga sofrem (desmatamento das matas ciliares e contaminação por esgotos, agrotóxicos e efluentes industriais), foram registradas 240 espécies de peixes (57% endêmicas). Algumas delas têm uma incrível adaptação para viver em rios e lagos temporários: os ovos resistem à seca durante os meses de estiagem e eclodem no período mais úmido. Por isso, esses peixes são conhecidos popularmente como peixes das nuvens ou peixe da chuva.

Apesar disso, a fauna mais característica da Caatinga são os répteis e anfíbios (154 espécies no total). Há também 144 espécies de mamíferos na região (64 são espécies de morcegos e 34 de roedores). De acordo com a lista de animais brasileiros ameaçados de extinção, 28 vivem na Caatinga. Ainda assim, este é o bioma menos estudado do país.

Entre as áreas de maior importância para a conservação estão a Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco, o Raso da Catarina (BA), a Chapada do Araripe (CE, PE e PI), o Parque Nacional da Serra das Confusões (PI) e o Parque Nacional da Serra da Capivara (PI). Neste último, foi descoberto um sítio arqueológico com os mais antigos vestígios conhecidos da presença humana nas Américas (fogueiras, artefatos de pedra e **pinturas rupestres**).

Pinturas rupestres

São as mais antigas representações artísticas conhecidas, gravadas em abrigos ou cavernas, em suas paredes e tetos rochosos, ou também em superfícies rochosas ao ar livre, mas em lugares protegidos, normalmente datando de épocas pré-históricas.

Aliás, o passado geológico da região é fascinante! O Rio São Francisco já formou uma imensa lagoa no interior do Brasil. A dinâmica de variação do seu curso, devido a alterações climáticas nos últimos 2 milhões de anos, criou barreiras geográficas que isolaram populações, estimulando a formação de novas espécies (como você estudou na Unidade 5 do Módulo 1).

A Caatinga também é uma região de profundas desigualdades sociais, com os mais baixos Índices de Desenvolvimento Humano (IDH). Eles são decorrentes de um processo de ocupação que explorou a Natureza de forma predatória, concentrando terra e poder no domínio de poucos. Uma região onde o acesso à água ainda não se consolidou como direito básico. Uma região com energia solar abundante e que abriga um complexo hidrelétrico que fornece energia para as grandes metrópoles nordestinas e para seu parque industrial. Mas onde 30% da energia consumida em residências, **olarias** e siderúrgicas são gerados por lenha, retirada da natureza de forma predatória.

Olarias

Fábricas de tijolos e objetos de cerâmica, como vasos e pisos. Nas olarias, os fornos são usados para cozinhar o barro transformando-o em cerâmica. Geralmente esses fornos são alimentados por lenha, muitas vezes extraída de forma irregular. Além disso, a extração do barro costuma ser outro problema, pois, geralmente, envolve a retirada da vegetação, deixando o solo mais vulnerável à erosão, aumentando o risco de deslizamento de terra, além de contribuir para o assoreamento de cursos d'água.

Além do desmatamento para o consumo de lenha, a Caatinga sofre ainda degradação ambiental pela pressão da pecuária extensiva, a agricultura de irrigação e pela exploração de minérios (como o polo gesseiro da Chapada do Araripe – CE).

Entre as ações prioritárias para a conservação deste bioma, estão a recuperação das matas ciliares (especialmente as do Velho Chico), a ampliação das áreas de manejo sustentável e a criação de três corredores ecológicos, nas regiões de Peruaçu a Jaíba (MG), no sertão de Alagoas e Sergipe e entre a Serra da Capivara e a Serra das Confusões.

O sertão e a Caatinga estão muito bem retratados na arte brasileira, como na literatura (Graciliano Ramos, Raquel de Queiroz, José Lins do Rêgo, Guimarães Rosa, Ariano Suassuna e Patativa do Assaré), no cinema ("Deus e o Diabo na Terra do Sol", "Vidas Secas", "Baile Perfumado", "Abril Despedaçado", entre outros) e na música de Luiz Gonzaga e do Cordel do Fogo Encantado. Muito ricas, as manifestações culturais do sertanejo exprimem como o homem está envolvido com o ambiente em que vive. Infelizmente, essa que é a parcela mais pobre do Brasil também é a mais vulnerável aos efeitos do aquecimento global por causa da seca e da desertificação.

Velho Chico

O rio São Francisco é conhecido como o rio da integração nacional. Sua bacia hidrográfica faz a ligação entre as regiões Sudeste e Nordeste, passando pela região Centro-Oeste. Seis estados são banhados pelo Velho Chico e seus afluentes, além do Distrito Federal: Minas Gerais, Goiás, Bahia, Pernambuco, Alagoas e Sergipe. O curso principal da bacia, o rio São Francisco, tem uma extensão de 2.696 Km, nascendo na Serra da Canastra (MG) e desembocando no oceano Atlântico, entre Alagoas e Sergipe.

Um bom trecho do rio tem grande potencial para navegação, mas, em termos estratégicos, o setor de produção de energia hidrelétrica divide com a agricultura irrigada a posição de maior importância na bacia.



Adaptados à seca



A Caatinga e o Cerrado são biomas da Região Nordeste do Brasil. A região por onde esses biomas se distribuem é caracterizada pelo clima seco na maior parte do tempo, com um período curto de umidade. A água é o fator limitante para os seres vivos neste tipo de ambiente. A evolução das espécies pressiona a seleção de adaptações para as condições de pouca oferta de água.

Apresente uma adaptação das plantas que vivem nesta região para lidar com a falta d'água. Você saberia dizer também uma adaptação dos animais?



Seção 4

Mata Atlântica - A Natureza ao seu redor

Talvez você não conheça pessoalmente a Amazônia ou o Pantanal, mas tenho certeza de que você conhece a Mata Atlântica. Se você olhar a sua volta ou pela janela, em qualquer lugar do Estado do Rio que você esteja, provavelmente você estará cercado por ela.

Quando os portugueses chegaram ao Brasil, em 1500, a Mata Atlântica ocupava cerca de 15% do território brasileiro, praticamente todo o litoral, que é banhado pelo Oceano Atlântico (daí o seu nome). E, como a ocupação do Brasil foi feita justamente a partir do litoral, esse foi o bioma que sofreu o maior impacto. Na verdade, houve uma verdadeira luta contra a selva no início da ocupação e a vegetação densa e fechada deu lugar às primeiras estradas e províncias que foram lentamente se multiplicando e expandindo. Hoje, pouco mais de 500 anos depois, restam apenas cerca de 8% da vegetação original (embora, quando se leva em conta as áreas em regeneração, essa estimativa chegue a 20%).

Mesmo reduzida e muito fragmentada, é a floresta mais rica do mundo em diversidade de árvores. Estima-se que, na Mata Atlântica, existam cerca de 20.000 espécies vegetais (cerca de 35% das espécies existentes no Brasil, incluindo cerca de 8.000 espécies endêmicas). Infelizmente, várias delas estão ameaçadas de extinção. Essa riqueza é maior que a de alguns continentes (17.000 espécies na América do Norte e 12.500 na Europa).

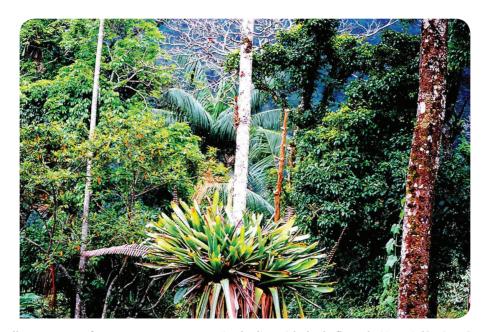


Figura 9: Basta olhar para essa foto para se ter uma noção da diversidade de flora da Mata Atlântica. Consegue contar quantas plantas diferentes há nesse quadro? Aposto que você vai ter um bom trabalho para chegar ao número, que não é pequeno!

Em relação à fauna, os levantamentos já realizados indicam que a Mata Atlântica abriga 849 espécies de aves, 370 espécies de anfíbios, 200 espécies de répteis, 270 de mamíferos e cerca de 350 espécies de peixes.

No triste *ranking* dos biomas ameaçados de extinção, a Mata Atlântica fica em 2º lugar, perdendo apenas para as florestas de Madagascar. Ao mesmo tempo, a Mata Atlântica ainda é um dos biomas mais ricos do mundo em biodiversidade. Essa combinação de uma grande riqueza de diversidade biológica e que ao mesmo tempo sofre uma grande ameaça caracteriza esse bioma como um *hotspot*.

Hotspot

Áreas de grande riqueza biológica e altos índices de ameaças de extinção, indicadas por especialistas como uma das prioridades para a conservação da biodiversidade em todo o mundo.

Muitos ainda são os fatores que impactam e contribuem com a degradação da Mata Atlântica. Além de ser uma das regiões mais ricas do mundo em biodiversidade, tem importância vital para aproximadamente 120 milhões

de brasileiros que vivem em seu domínio. Nesse ambiente, são gerados aproximadamente 70% do PIB brasileiro, prestando importantíssimos serviços ambientais.

Ainda, a Floresta regula o fluxo dos mananciais hídricos, assegura a fertilidade do solo, suas paisagens oferecem belezas cênicas, controla o equilíbrio climático e protege escarpas e encostas das serras, além de preservar um patrimônio histórico e cultural imenso. Nesse contexto, as áreas protegidas, como as Unidades de Conservação e as Terras Indígenas, são fundamentais para a manutenção de amostras representativas e viáveis da diversidade biológica e cultural da Mata Atlântica, que é, ainda, dividida em **diferentes ecossistemas.**



Figura 10: Essa é a imagem de uma tragédia! A Mata Atlântica tem a grande capacidade de segurar o solo de encostas e morros, impedindo que ele seja carreado com a água das chuvas. Quando a mata sofre intervenções, ela perde essa capacidade, e desastres como esses podem ocorrer, muitas vezes vitimando muitas pessoas.

Satélites e o combate ao desmatamento



As imagens de satélites são muito úteis no monitoramento do meio ambiente, pois fornecem informações sobre o estado de conservação dos ecossistemas e podem também revelar agressões, como desmatamentos por corte ou queimada, além de apontar a ocupação ilegal por meio de construções irregulares.

Mas as imagens de satélites exigem uma interpretação atenta para não esconder fatos importantes. Por exemplo, uma imagem de satélite da Amazônia vista de uma grande

altitude mostra aparentemente gigantescas áreas contínuas de vegetação. Mas quando você aproxima a imagem em várias regiões é possível perceber a presença de clareiras abertas pela ação do homem. Na Mata Atlântica, observa-se o contrário. Vista bem do alto, aparentemente quase não há cobertura vegetal, mas quando aproximamos a imagem é possível observar diversos pequenos fragmentos de vegetação.



Considerando as características de cada uma dessas duas regiões, proponha uma explicação para o fato de que, na Amazônia, as áreas de desmatamento aparecem conforme se aproxima a imagem de satélite e na Mata Atlântica são as áreas de floresta que aparecem.



Seção 5

Pantanal - Reino das águas claras

Com uma área equivalente às dos estados de São Paulo, Rio de Janeiro e do Paraná somadas, o Pantanal é a maior planície alagável do mundo. É reconhecido como Patrimônio Nacional pela Constituição Brasileira e está na lista da UNESCO de Patrimônio Natural da Humanidade.

O Pantanal é elo entre as duas maiores bacias hidrográficas da América do Sul: a do rio da Prata e a do rio Amazonas. Por isso, é considerado um corredor que permite a dispersão e troca de espécies da fauna e da flora entre essas bacias. Setenta por cento deste importante bioma estão no Brasil (nos estados de Mato Grosso e Mato Grosso do Sul). Os outros 30% estão divididos entre a Bolívia (20%) e o Paraguai (10%).

A característica mais marcante do Pantanal é seu regime de cheias e secas. O ciclo de inundação do Pantanal é regido pelas chuvas dos planaltos do entorno da planície pantaneira. A água escoa lentamente pela planície, que apresenta uma suave declividade do norte para o sul e do leste para o oeste.

Durante a cheia, rios, lagoas e riachos ficam interligados, formando um verdadeiro mar de águas, permitindo o deslocamento de espécies. Esse fenômeno é um dos principais responsáveis pela constante renovação da vida e pelo fornecimento de nutrientes. Na época seca, ao contrário, formam-se lagos isolados. À medida que esses lagos vão secando, concentram grande quantidade de peixes e plantas aquáticas, o que atrai aves e outros animais em busca de alimentos, promovendo espetacular concentração de animais. Devem receber um destaque especial à importância desse bioma o abrigo, a alimentação e a reprodução de **aves aquáticas** e espécies migratórias.

Aves aquáticas

São aquelas que habitam, preferencialmente, ambientes úmidos ou massas d'água.

Quando os primeiros colonizadores europeus chegaram à região, por volta do século XVI, o Pantanal já era ocupado por importantes populações indígenas de várias etnias. Estima-se que somente no Mato Grosso do Sul havia cerca de 1,5 milhão de indígenas. Atualmente, a população no Pantanal brasileiro é de cerca de 1.100.000 pessoas, cerca de 18.800 na parte boliviana e 8.400 no Pantanal Paraguaio. Mesmo havendo reservas indígenas importantes nesta região, a população indígena atual que vive em reservas é bem reduzida.

As principais atividades econômicas desenvolvidas na planície pantaneira são a pecuária, a pesca, o turismo, a extração de minérios e, em menor escala, a agricultura. Nas áreas vizinhas (de planalto) são desenvolvidas principalmente a pecuária e a agricultura, atividades que geram um impacto considerável, pois aceleram o processo de **assoreamento** dos rios que alimentam a região da planície.

Assoreamento

Processo de obstrução de rios e outros corpos d'água pela queda de sedimentos em seus leitos. O assoreamento é intensificado pela retirada da mata ciliar (que se encontra à margem dos corpos d'água), que tem justamente a função de reter os sedimentos da erosão, evitando que sejam arrastados para dentro de rios, lagos e nascentes.

Os problemas ambientais, sociais e econômicos decorrentes de intervenções humanas na região pantaneira têm sido cada vez mais intensos. Entre eles, destacam-se:

- queimadas para limpeza de pastagens, as quais todos os anos causam danos ambientais (perda de qualidade do solo e das águas) e para a saúde humana (causando problemas respiratórios);
- tráfico, caça e venda de peles e couro de animais silvestres, representando uma ameaça à biodiversidade;
- introdução de espécies exóticas como a brachiaria, gramínea usada como pasto e que se alastra com muita facilidade, competindo com plantas nativas;

- o gasoduto Bolívia-Brasil, construído para fornecer gás para o Mato Grosso do Sul, São Paulo, Paraná, Santa
 Catarina e Rio Grande do Sul;
- a instalação de siderúrgicas que aumentaram a pressão de desmatamento pelo consumo de lenha em seus fornos:
- o projeto da construção da hidrovia Paraná-Paraguai, que prevê a criação de uma calha de 3.400 Km para a passagem de embarcações. Esse projeto já havia sido negado pela Justiça Federal, mas foi resgatado e consta como uma das prioridades do Programa de Aceleração do Crescimento (PAC). Se for construída, a hidrovia vai modificar a dinâmica de escoamento de água da bacia pantaneira pelo Rio Paraguai, comprometendo o equilíbrio da vida selvagem na região.

Espécies exóticas (ou introduzida)

São aquelas que foram introduzidas ou adentraram acidentalmente um ambiente que não é o seu de origem.

Seção 6

Pampa - pasto sem fim

O termo "Pampa" tem origem numa língua de índios nativos sul-americanos (Quíchua) e designa as extensas planícies cobertas de vegetação rasteira de gramíneas, no sul da América do Sul. Além da vegetação característica, outra presença marcante no cenário desse bioma são os ventos que moldam a paisagem. A vegetação do Pampa é classificada como uma estepe, também chamada de campanha ou campos sulinos.

O Pampa ocupa extensas áreas na Argentina, no Uruguai e no Brasil. Aqui, ocupa a metade mais ao sul do Rio Grande do Sul, distribuído por extensas planícies com suaves ondulações. Suas pequenas matas são constituídas por árvores de pequeno porte, como a aroeira e o salgueiro. Além das planícies cobertas por campos nativos, o Pampa apresenta outras formações bem típicas, como:

- banhados, constituídos de áreas alagadas;
- Parque de Espinilho, com uma vegetação espinhosa e seca;
- cerros e serras, morros baixos que aparecem em áreas totalmente planas, geralmente sem floresta.

Várias espécies animais habitam o Pampa, dentre elas se destacam aves como o Quero-quero, o João de Barro, marrecos selvagens e a ema, além de mamíferos como tatus, tamanduás, lobos-guará e uma imensa diversidade de insetos e outros invertebrados.

As maiores ameaças ao equilíbrio dos ecossistemas pampeanos são:

- a monocultura de árvores para a produção de celulose, com impactos previstos no clima da região por alterar o regime de ventos e de evaporação de água;
- a ampliação das áreas de plantio de soja e mamona para a produção de biocombustível;
- a mineração e queima de carvão mineral em usinas termelétricas, com consequências ambientais locais e globais, como emissão de gases de efeito estufa, chuva ácida, acidificação da água, alteração da paisagem e aumento da incidência de doenças respiratórias na população.
- a drenagem dos banhados para possibilitar seu uso na agricultura. Alguns foram transformados em plantações de arroz.

Por causa das grandes áreas de pasto, a vocação natural da região é para a pecuária. Por isso, há muitos latifúndios com criação extensiva de gado. Nessa região, a qualidade do campo nativo, aliada às modernas práticas de manejo, garante produtividade, manutenção da biodiversidade e ganhos financeiros significativos para o produtor rural. Essa é uma das alternativas para a conservação do Pampa.

Como você pode perceber, o Brasil é realmente muito rico em belas paisagens. Como a extensão territorial é muito grande, há também uma grande variedade de clima, relevo, tipos de solo e regime de chuva, o que determina muitas diferentes formações vegetais.

Conhecer e valorizar toda essa diversidade de ecossistemas dos nossos biomas é ponto de partida para a proteção do meio ambiente em nosso país. Pessoas bem informadas farão diferença na escolha do rumo que vamos tomar. Espero que essa unidade tenha contribuído para que você conheça um pouco melhor o nosso querido Brasil e tenha despertado o seu interesse na defesa do nosso patrimônio natural.

Resumo

- O Brasil é um país muito rico em biodiversidade e recursos naturais.
- A Amazônia é o maior bioma brasileiro e também uma das maiores extensões florestais do mundo. Tem uma biodiversidade ainda não completamente conhecida, mas é reconhecida por prestar importantes ser-

viços ambientais, contribuindo para a dinâmica de circulação de água na atmosfera através da evapotranspiração e na regulação do clima do planeta.

- O Cerrado é o segundo maior bioma brasileiro, presente em 12 estados. No Cerrado, estão um terço de todas as espécies brasileiras e as nascentes das três principais bacias hidrográficas brasileiras (Amazônica, do São Francisco e do Paraná/Paraguai), além do aquífero Guarani. Ainda assim, o Cerrado vem sofrendo repetidas agressões porque, assim como a Amazônia, é visto como uma área para a expansão da fronteira agrícola do país. O Cerrado é caracterizado por uma vegetação adaptada a longas temporadas de seca, com caules retorcidos e folhas que caem no período da seca.
- A Caatinga é o único bioma exclusivamente brasileiro. Ocupa 10% do território brasileiro e 60% da Região Nordeste. A paisagem árida desta região, que é a mais seca do Brasil, engana, pois na Caatinga existe uma surpreendente biodiversidade com muitas espécies endêmicas.
- A Mata Atlântica foi o bioma que mais sofreu devido à ocupação humana no Brasil por causa da sua localização ao longo do litoral, exatamente por onde os colonizadores entraram. Hoje, restam apenas cerca de 8% dos ecossistemas originais deste bioma. Ele é um dos mais ameaçados do mundo. Mesmo assim, ainda hoje, a Mata Atlântica chama muito a atenção pela sua biodiversidade deslumbrante. É este o bioma que está espalhado por todo o estado do Rio de Janeiro.
- O Pantanal é a maior planície inundável do mundo. Mais que isso, devido a sua localização geográfica, é um importante corredor para a circulação de seres vivos entre as duas maiores bacias hidrográficas da América do Sul: a do rio da Prata e a do rio Amazonas. A característica mais marcante do Pantanal é seu regime de cheias e secas. O Pantanal é uma das áreas mais importantes para as aves aquáticas e espécies migratórias em busca de fonte de alimentação, abrigo e reprodução.
- O Pampa, dominado por campos de pastagens naturais, ocupa o extremo sul do Rio Grande do Sul e estende-se até a Patagônia. É uma região de planície com poucas e suaves elevações, marcada pela presença constante de ventos. Há grandes áreas alagadas conhecidas como Banhados. Apesar da quase total ausência de árvores, a biodiversidade local é bem grande, principalmente em relação à fauna.
- As principais ameaças aos biomas brasileiros estão relacionadas à ocupação humana para habitação, produção de alimentos (agricultura e pecuária), exploração e circulação de recursos naturais (mineração, geração de energia, construção de rodovias, ferrovias e hidrovias). Além disso, as mudanças climáticas já apresentam seus efeitos sobre nossos biomas, alterando o equilíbrio do clima e o regime das chuvas, provocando eventos extremos, como secas prolongadas em algumas regiões e chuvas torrenciais em outras. Nos últimos anos vimos rios que nunca secam secarem e atingirem recordes das marcas históricas dos períodos de cheia.

Todos nós somos responsáveis pelo que está acontecendo ao meio ambiente. Nossos hábitos de vida e nosso padrão de consumo dos recursos naturais têm influência direta sobre tudo isso. Conhecer bem os biomas brasileiros, suas particularidades e ameaças, e contribuir de alguma forma para fiscalizar e cobrar das autoridades o cumprimento das leis de proteção do meio ambiente é papel do Cidadão Ecológico. Este é um desafio que faço a você!

Veja ainda...

Há muito material relacionado a tudo que estudamos nesta Unidade disponível na internet. Em particular, a construção da Usina Hidrelétrica de Belo Monte tem gerado muita discussão entre ambientalistas e os órgãos oficiais do Governo. Para que você entenda melhor essa polêmica, uma boa dica é ver os vídeos da Eletronorte (www.eletronorte.gov.br) para saber o que diz o Governo sobre a construção da Usina. Para ter um contraponto, veja o filme "Belo Monte: uma guerra anunciada" (disponível no site www.belomonteofilme.org.br), com entrevistas a lideranças indígenas e ambientalistas.

Depois de analisar os dois lados do debate, você certamente terá muito mais embasamento para formar uma opinião sobre o assunto, seja ela qual for.

Referências

- ALMANAQUE BRASIL SOCIOAMBIENTAL. 2ª ed. São Paulo: Instituto Socioambiental, 2008. 551 p.
- PARQUES NACIONAIS: Brasil: Guia de Turismo Ecológico. São Paulo: Empresa das Artes, 1999. 383 p.
- FERNANDEZ, Fernando. O poema imperfeito. Paraná: UFPR.

Imagens



André Guimarães



· Tiago Madruga



• http://www.brasil.gov.br/sobre/meio-ambiente/geografia



http://www.flickr.com/photos/33037982@N04/3543276157/Leonora Enking



Rommulo Barreiro



• http://www.flickr.com/photos/55953988@N00/6411175225/in/pool-1367102@N20/ • Otávio Nogueira



• http://www.flickr.com/photos/eduardo_rodrigues/3744954228/in/pool-1367102@N20/ • Eduardo Rodrigues



• http://www.flickr.com/photos/14323530@N05/2150992479/ • Maria Hsu



• http://www.flickr.com/photos/geoglauco/1367173960/ • Glauco Umbelino



• http://www.flickr.com/photos/fjota/2576953563/ • Flávio Jota de Paula



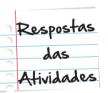
• http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Hillside_deforestation_in_Rio_de_Janeiro.jpg



• http://www.sxc.hu/photo/517386 • David Hartman

Atividade 1

Considerando a importância do bioma Amazônia na dinâmica de circulação de água (tanto superficial quanto atmosférica) e o papel que a Floresta Amazônica desempenha na regulação do clima, a resposta pode indicar como efeito da perda de Floresta alguns dos itens a seguir:



- Mudanças climáticas, como: alteração do regime de chuvas, com secas prolongadas em algumas regiões e enchentes em outras, e elevação da temperatura local e global.
- Perda de biodiversidade.
- Desertificação.



Deslocamento de populações (refugiados do clima).

Além de indicar os danos relacionados aos serviços ambientais, pode-se discutir também o valor que a Floresta tem em si só.

Atividade 2

Adaptações dos vegetais para a falta d'água:

- Perda das folhas nos períodos mais secos para evitar a perda de água na transpiração (p. ex.: umbuzeiro).
- Redução da superfície de transpiração transformando folha em espinho (p. ex.: cactos).
- Raízes profundas que atingem lençóis freáticos vários metros abaixo da superfície (p. ex.: joazeiro).

Adaptações dos animais para a falta d'água:

- Pele grossa e com um revestimento impermeável que evita a desidratação (p. ex.: répteis).
- Hábito noturno para evitar as horas mais quentes do dia, quando o risco de desidratação é maior (p. ex.: anfíbios).

Atividade 3

A história de exploração pelo homem na região da Mata Atlântica é bem mais antiga que na região Amazônica. Por isso, a área devastada do bioma Mata Atlântica é proporcionalmente maior que o da Amazônia. No entanto, um olhar aproximado revela que ainda há vestígios de cobertura vegetal em pequenos fragmentos da Mata Atlântica, áreas muito íngremes onde não foi possível a exploração na agricultura ou na pecuária ou áreas que estão se regenerando. E, na Amazônia, o desmatamento é mais recente e está relacionado ao desmatamento de lotes nas margens das rodovias, promovido por madeireiras ou para liberar espaço para a agricultura ou a pecuária.



1. (ENEM 2009)

A economia moderna depende da disponibilidade de muita energia em diferentes formas, para funcionar e crescer. No Brasil, o consumo total de energia pelas indústrias cresceu mais de quatro vezes no período entre 1970 e 2005. Enquanto os investimentos em energias limpas e renováveis, como solar e eólica, ainda são incipientes, ao se avaliar a possibilidade de instalação de usinas geradoras de energia elétrica, diversos fatores devem ser levados em consideração, tais como os impactos causados ao ambiente e às populações locais.

RICARDO, B.; CAMPANILI, M. Almanaque Brasil Socioambiental. São Paulo: Instituto Socioambiental, 2007 (adaptado).

Em uma situação hipotética, optou-se por construir uma usina hidrelétrica em região que abrange diversas quedas d'água em rios cercados por mata, alegando-se que causaria impacto ambiental muito menor que uma usina termelétrica. Entre os possíveis impactos da instalação de uma usina hidrelétrica nessa região, inclui-se:

- a. A poluição da água por metais da usina.
- b. A destruição do habitat de animais terrestres.
- c. O aumento expressivo na liberação de CO2 para a atmosfera.
- d. O consumo não renovável de toda água que passa pelas turbinas.
- e. O aprofundamento no leito do rio, com a menor deposição de resíduos no trecho de rio anterior à represa.

Gabarito: Letra B.

Comentário: A inundação provocada pela construção da barragem alaga áreas de floresta, reduzindo a disponibilidade de *habitats* para os animais terrestres. A consequência disso, muitas vezes, é a extinção de várias espécies.

2. (ENEM 2006)

As florestas tropicais úmidas contribuem muito para a manutenção da vida no planeta, por meio do chamado sequestro de carbono atmosférico. Resultados de observações sucessivas, nas últimas décadas, indicam que a Floresta Amazônica é capaz de absorver até 300 milhões de toneladas de carbono por ano. Conclui-se, portanto, que as florestas exercem importante papel no controle: :

- a. das chuvas ácidas, que decorrem da liberação, na atmosfera, do dióxido de carbono resultante dos desmatamentos por queimadas.
- b. das inversões térmicas, causadas pelo acumulo de dióxido de carbono resultante da não dispersão dos poluentes para as regiões mais altas da atmosfera.
- c. da destruição da camada de ozônio, causada pela liberação, na atmosfera, do dióxido de carbono contido nos gases do grupo dos clorofluorcarbonos.
- d. do efeito estufa provocado pelo acúmulo de carbono na atmosfera, resultante da queima de combustíveis fósseis, como carvão mineral e petróleo.
- e. da eutrofização das águas, decorrente da dissolução, nos rios, do excesso de dióxido de carbono presente na atmosfera.

Gabarito: Letra D.

Comentário: Esse é um dos serviços ambientais prestados pela Floresta Amazônica em pé, o sequestro de carbono que contribui para a neutralização do efeito estufa que vem se intensificando pelas emissões de gases produzidos na queima de combustíveis fósseis.

3. (ENEM 2006)

"O aquífero Guarani, megarreservatório hídrico subterrâneo da América do Sul, com 1,2 milhão de km², não é o 'mar de água doce' que se pensava existir. Enquanto em algumas áreas a água é excelente, em outras, é inacessível, escassa ou não potável. O aquífero pode ser dividido em quatro grandes compartimentos. No compartimento Oeste, ha boas condições estruturais que proporcionam recarga rápida a partir das chuvas e as águas são, em geral, de boa qualidade e potáveis. Já no compartimento Norte - Alto Uruguai, o sistema encontra-se coberto por rochas vulcânicas, a profundidades que variam de 350 m a 1.200 m. Suas águas são muito antigas, datando da Era Mesozoica, e não são potáveis em grande parte da área, com elevada salinidade, sendo que os altos teores de fluoretos e de sódio podem causar alcalinização do solo."

Scientific American Brasil, n.º 47, abr./2006 (com adaptações).

Em relação ao aquífero Guarani, é correto afirmar que:

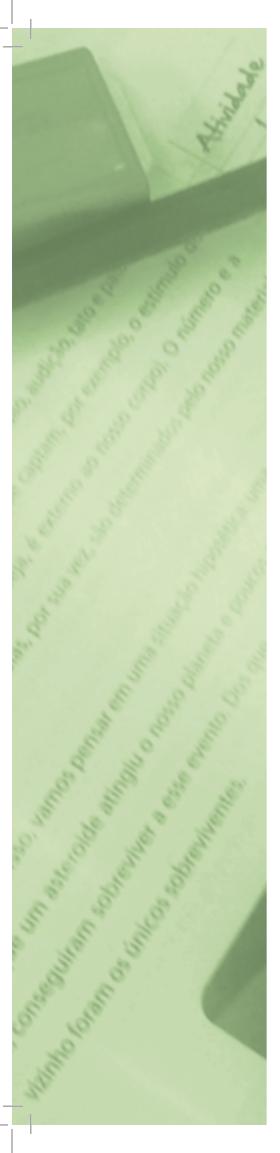
- a. seus depósitos não participam do ciclo da água;
- b. águas provenientes de qualquer um de seus compartimentos solidificam-se a 0 °C;
- c. é necessário, para utilização de seu potencial como reservatório de água potável, conhecer detalhadamente o aquífero;
- d. a água é adequada ao consumo humano direto em grande parte da área do compartimento Norte Alto Uruguai;
- e. o uso das águas do compartimento Norte Alto Uruguai para irrigação deixaria ácido o solo.

Gabarito: C

Comentário: Aí está o lema: Conhecer para conservar! Se não conhecermos a extensão, a profundidade, todas as características do aquífero, não seremos capazes de impedir a sua contaminação e usufruir do seu uso como reservatório potencial de água potável.







A árvore e os arbustos da vida

Para início de conversa...

Analisando toda a diversidade que vimos na unidade anterior, tanto de vegetação quanto de fauna, voltamos a pensar naquelas questões que começamos a discutir no Módulo 1, sobre como essa diversidade acontece.

As diferenças e as semelhanças entre quaisquer dois organismos estão no meio de uma escala que varia de 0% a 100% de diferenças. O ponto de localização em tal escala é consequência direta de quando a reprodução foi rompida entre essas linhagens.

Linhagens que compartilham um ancestral comum mais recente apresentam mais características morfológicas em comum, pois acumularam muitas características mutantes enquanto eram uma única espécie. Um exemplo são as duas espécies de pinguins do gênero *Pygoscelis: Pygoscelis papua* e *Pygoscelis antartica*, ilustradas na **Figura 1.** Repare que as características em comum entre elas (nadadeiras, bicos finos, rabo curto) já estavam presentes na espécie ancestral do gênero antes de se especiar nessas duas linhagens. Por outro lado, as características diferentes entre elas (cor das penas, cor dos bicos, medidas do corpo) foram adquiridas independentemente depois da especiação que deu origem a duas espécies incompatíveis reprodutivamente.



Figura 1. Duas espécies de pinguins do gênero Pygoscelis, P. papua (esquerda) e P. antartica (direita). Repare as características em comum e as diferenças entre as duas espécies (P. papua possui bico e patas de cor laranja, enquanto P. antartica apresenta todo o corpo com tons brancos e acinzentados). Repare que na figura da direita aparece um indivíduo adulto junto com seus filhotes e as penas dos jovens são diferentes das do adulto. O indivíduo nunca evolui. As mudanças no corpo que um indivíduo sofre desde a fecundação até a sua morte são chamadas de desenvolvimento ou ontogenia. Um indivíduo, portanto, desenvolve-se ao longo de sua vida passando pelas fases do desenvolvimento.

Repare que a idade do ancestral comum torna as espécies mais semelhantes, pois as características morfológicas são herdadas com o material genético recebido da espécie ancestral. Vamos observar as duas espécies do gênero *Ara*, ilustradas a seguir, que herdaram da espécie ancestral do gênero suas características em comum.



Figura 2. Duas espécies de araras do gênero Ara, A. glaucoogularis (esquerda) e A. ararauna (direita). Da mesma forma que nos pinguins, as características em comum entre elas já estavam presentes na espécie ancestral das araras e as diferentes foram adquiridas depois da especiação.

Para formar essas quatro espécies, três desses eventos de especiação ocorreram. O evento mais antigo separou, primeiro, araras e pinguins, que passaram a evoluir independentemente por maior período de tempo e, por isso, apresentam mais diferenças. Mais recentemente, outros eventos de especiação ocorreram: um na linhagem ancestral das araras e outro, na dos pinguins.

Na história evolutiva dessas quatro espécies, as duas espécies de araras eram a mesma espécie biológica, acumulando as mesmas mutações (como toda espécie) até pouco tempo.

Nesta unidade, iremos entender como e por que a história evolutiva da vida em nosso planeta pode ser contada por meio de uma fascinante árvore filogenética da vida. Os galhos e ramos compartilhados nessa árvore determinam as características semelhantes e diferentes entre as espécies e servem de alicerce para a construção do conhecimento biológico.

Objetivos de aprendizagem

- Ressaltar a diferença entre o processo de evolução de espécies ao longo do tempo e o processo de desenvolvimento de um indivíduo desde a fecundação ao longo de sua vida.
- Enfatizar que a idade de um ancestral comum a linhagens diferentes determina as diferenças e semelhanças que essas vão apresentar.
- Demonstrar que a perspectiva histórico-evolutiva tem um papel central na construção do conhecimento biológico.
- Reiterar a sistemática filogenética como a ferramenta chave para tal construção, pois as características dos organismos são herdadas segundo um padrão ancestral descendente que é ilustrado em uma árvore filogenética.
- Listar as evidências que sustentam o processo evolutivo como gerador e mantenedor da diversidade biológica.

Seção 1

A idade do ancestral comum determina a proporção de diferenças

O ciclo de homogeneização (pela reprodução) e de ruptura da capacidade reprodutiva (pela especiação) é o mais importante de todos os conceitos biológicos. É a partir desses ciclos, que podemos nomear, distinguir e estudar os grupos taxonômicos da diversidade biológica e saber quais as características que cada um dos grupos possui.

As espécies de araras (**Figura 2**) são originadas a partir de uma mesma espécie biológica desde a origem da vida até o momento recente de sua especiação. Assim, as características compartilhadas entre essas duas espécies de araras foram acumuladas durante quatro bilhões de anos. As quatro espécies eram também a mesma espécie desde a origem da vida até um momento um pouco anterior à especiação das araras.

Na origem da vida, toda a diversidade era representada por uma única espécie, a qual, ao longo do tempo, se homogeneizou e adquiriu, por mutações, as características que todas as espécies vivas hoje possuem em comum. Por exemplo:

- o código genético universal (ou seja, aquele constituído por códons que são traduzidos em aminoácidos);
- o DNA como material genético;
- uma membrana isolando o interior e o exterior do organismo.

Todas essas são características que foram adquiridas antes da primeira especiação, pois toda a diversidade biológica as apresenta.



Calibre o seu olhar

Observar as características compartilhadas por espécies é como abrir uma janela que nos permitisse enxergar o ancestral comum delas.

Sendo assim, observe bem a **Figura 1** e procure listar 5 características presentes no ancestral dos pinguins.

Anote suas respostas en sen caderno As duas espécies ilustradas na Figura 2 apresentam características comuns:

- às araras (ex.: bico em forma de gancho e rabo comprido);
- às aves (ex.: penas, ossos pneumáticos);
- aos vertebrados (ex.: coluna vertebral);
- aos eucariontes (ex.: núcleo isolado na célula);
- aos seres vivos (ex.: DNA como material genético).

Ossos pneumáticos

São tipos ósseos, característicos das aves, que apresentam cavidades internas e orifícios que permitem a entrada de ar em sua estrutura. Assim, dentre outras características, tais ossos tornam-se mais leves, facilitando o voo.

As mutações, que deram origem às características que as araras compartilham, não aconteceram nas duas linhagens independentemente, mas sim quando as duas linhagens de araras eram membros de uma única espécie, se reproduzindo e compartilhando todas as suas características.



Porcentagem de diferenças morfológicas

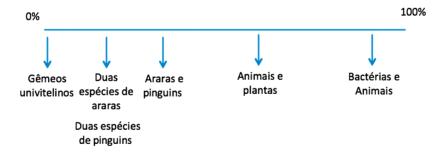


Figura 3. Escala representando hipoteticamente a porcentagem de diferenças morfológicas entre várias linhagens comparadas. A porcentagem de diferenças morfológicas está relacionada com a idade do ancestral comum. Um ancestral mais recente indica um maior número de características compartilhadas e a localização mais à esquerda na escala, como na comparação entre gêmeos univitelinos (chamados também de gêmeos idênticos).

Quando comparamos as espécies de pinguins com as de araras, notamos que elas também não podem ser chamadas de iguais e tampouco de diferentes. A comparação entre pinguins e araras tem uma localização na escala mais para a direita do que a comparação entre duas araras, como mostra a **Figura 3**. O ancestral comum dessas quatro espécies viveu há mais tempo do que o ancestral comum só das araras. Ou seja, as linhagens de pinguins e araras estão há mais tempo isoladas reprodutivamente e acumulando mais mutações independentemente e, assim, exibem mais diferenças morfológicas.

Seção 2

Árvores filogenéticas

Na realidade, existe uma forma melhor de visualizarmos a escala comparativa dos organismos: não em uma linha reta, mas como uma árvore filogenética, como mostra a **Figura 4**. Por assim dizer, a Biologia é uma ciência que só pode ser realmente entendida a partir de uma perspectiva histórica, pois foram os sucessivos eventos que formataram a vida fóssil, como também a recente. A reconstrução dessas árvores filogenéticas não é trivial, sendo realizada com base na comparação detalhada de características morfológicas e genéticas das espécies em questão.

Observe a pequena árvore filogenética a seguir:

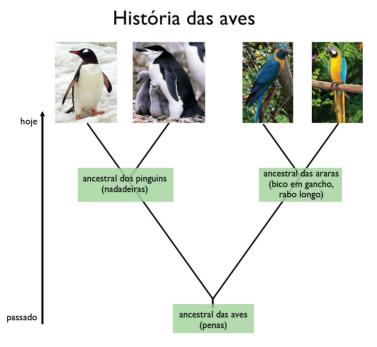


Figura 4. Pequena história evolutiva das aves contada em uma árvore filogenética. O eixo de tempo (à esquerda) também marca o processo de diferenciação, no qual as espécies que se especiaram recentemente apresentam maior proporção de características compartilhadas.

Iniciamos a leitura desta árvore pelo lado oposto ao que aparecem as espécies (neste exemplo, pela parte inferior). Tal lado marca o nó (encontro de linhas) que define o ancestral comum da diversidade ilustrada. O tempo vai do ancestral comum (passado) para as espécies vivas (presente); na **Figura 4**, o tempo vai de baixo (passado) para cima (presente).

Nesta árvore, uma linha é chamada de linhagem e indica uma espécie cujos membros são compatíveis reprodutivamente. Já a bifurcação de uma linhagem ilustra o processo de especiação de uma espécie ancestral em duas espécies descendentes que, a partir daí, irão evoluir independentemente. A raiz é uma bifurcação especial que ilustra o último ancestral comum e o primeiro processo de especiação da diversidade ilustrada.

Entretanto, numa árvore de aves, como a ilustrada, a raiz marca o ancestral comum das aves. Naturalmente, a história das aves é extremamente rica pela diversidade do grupo e não se resume à árvore da **Figura 4**, pois não existem apenas quatro espécies de aves. Existem milhares de espécies incluídas na Classe Aves! Isso não significa que a árvore retratada esteja errada, ela está apenas incompleta, para fins didáticos de explicação evolutiva sobre uma determinada espécie.

Mãos à obra, historiador da vida!

Desenhe uma árvore filogenética com as seis espécies a seguir, indicando as características que apareceram em cada linhagem.







Em uma árvore da vida, a raiz representa a origem da vida e as pontas dos galhos representam as espécies que estão vivas hoje em dia. Como uma árvore genealógica retrata a sua história evolutiva, a árvore filogenética da vida retrata as relações de ancestralidade em comum entre todos os seres vivos. Claro que nem todas as espécies podem ser incluídas numa árvore, pois nem conseguiríamos enxergar as relações de ancestralidade em uma filogenia com as 2 milhões de espécies vivas!

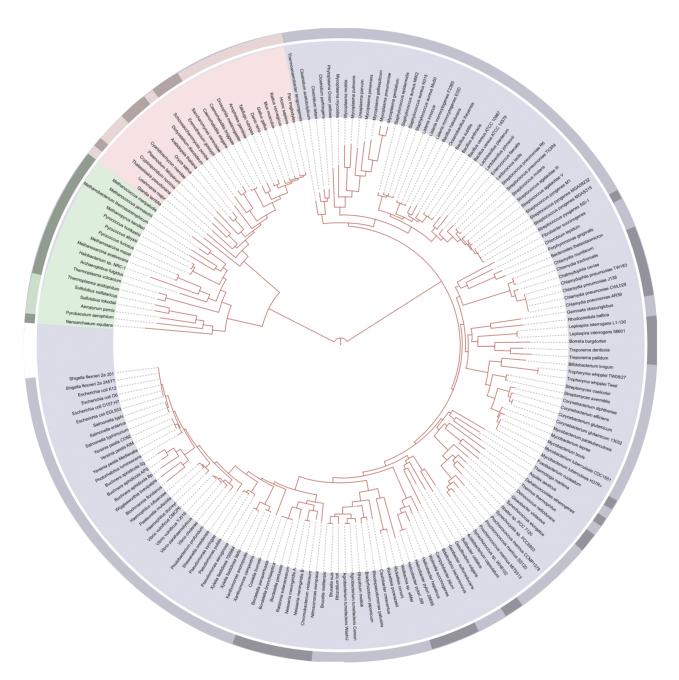


Figura 5. Árvore da vida. Nem todos os 2 milhões de espécies estão presentes nessa árvore, mas sim as principais linhagens de cada um dos grandes grupos. A maior parte da diversidade de grandes linhagens é de bactérias (roxo): temos as arqueas (verde) e os eucariontes (rosa), que incluem, entre outros, todos os organismos que podemos ver a olho nu.

Seção 3

Sistemática filogenética

Entender os padrões de relações históricas e evolutivas entre as linhagens da diversidade biológica é fundamental, pois existe uma dependência entre as características que espécies descendentes compartilham e a idade de seu ancestral em comum. Existem processos evolutivos relacionados à diversificação das linhagens que, se compreendidos, fornecem aos pesquisadores pistas sobre o compartilhamento de características.

Ora, se o conhecimento biológico é baseado na associação entre grupos da diversidade e características que um dos tais grupos apresenta, a história evolutiva é o caminho pelo qual as espécies descendentes herdam e exibem tais características. Isso significa que, sob um ponto de vista evolutivo, a Biologia deixa de ser uma disciplina do "decoreba" e da memorização.

Por exemplo, entendendo os padrões de ancestralidade em comum, saberemos que, se uma espécie apresenta glândulas mamárias, ela será um vertebrado, um animal e um eucarionte. Sabendo uma característica, podemos prever outras, muitas outras! As espécies ancestrais passam todo o genoma para espécies descendentes. Por isso, não apenas as características marcantes, mas também aquelas características que nós nem conhecemos ainda são compartilhadas pelos ramos de uma árvore filogenética.

Uma questão interessante que surge quando aliamos a filogenia à história é que podemos inferir questões importantes sobre outras características que não foram usadas para inferir a filogenia. Uma perspectiva histórica é importante, pois questões da biologia aplicada estão ligadas à história dos organismos. A resistência de um vírus a um medicamento, por exemplo, deve-se a uma mutação que aconteceu em algum momento histórico.



Figura 6. O conhecimento biológico é acumulado APENAS associando grupos da diversidade (p. ex.: mamíferos) com características (p. ex.: pelos, mamas e dentes diferenciados), que sozinhas nada significam.

Uma coisa importante é que, a partir do momento em que contamos a história da vida por meio de uma árvore filogenética, nomear os grupos da diversidade vira uma tarefa relativamente simples. Basta nomearmos os ramos da filogenia e juntarmos a filogenia com a taxonomia em uma sistemática filogenética.



Charles Darwin escreveu, em uma carta a Thomas Huxley, em 1857: "Vai existir um momento, que eu não viverei para presenciá-lo, quando teremos árvores filogenéticas quase verdadeiras para cada um dos grandes reinos da natureza."

Pois bem, o sonho de Darwin está sendo concretizado num grande projeto com cientistas de todo o mundo chamado Árvore da Vida, ou *Tree of Life* (com a sigla ToL). O projeto tem como objetivo apresentar as filogenias e os dados morfológicos que sustentam tais propostas filogenéticas para cada um dos grupos da diversidade.

Quando um novo grupo da diversidade se origina, o grupo preexistente não deixa de existir necessariamente. Após a especiação, as duas linhagens simplesmente passam a se diferenciar, pois estão isoladas reprodutivamente. Por exemplo, os anfíbios terrestres não deixaram de existir porque um grupo deles se transformou em répteis com ovos de casca dura, nem os répteis deixaram de existir porque um grupo deles se transformou em aves e outro em mamíferos (**Figura 7**).

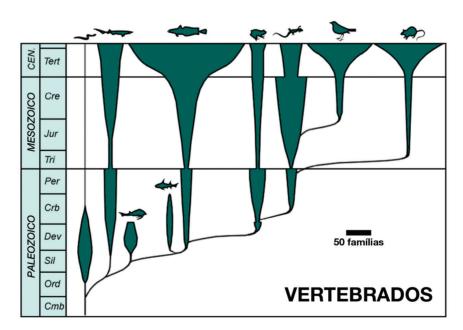


Figura 7. Grandes eventos de extinção e de diversificação dos vertebrados, ao longo dos anos. Nesse gráfico, as linhas largas ou finas representam o tamanho da diversidade de um grupo: quanto mais "gorda" for uma linha, mais diverso é o grupo. Um afinamento de baixo para cima significa uma extinção desse grupo da diversidade. Repare que, depois de uma extinção em massa, existe uma fase em que os grupos sobreviventes começam a se diversificar e especiar, ocupando ambientes onde há pouca (ou nenhuma) competição por recursos com outros organismos.

A raiz da árvore filogenética da **Figura 7** indica que o ancestral comum dos vertebrados viveu há 500 milhões de anos (era Paleozoica). Por outro lado, a diversificação das aves e dos mamíferos ocorreu na era Cenozoica (Cen), há menos de 50 milhões de anos. Repare que, nas transições entre os períodos Paleozoico-Mesozoico e Mesozoico-Cenozoico, ocorreram extinções em massa em todos os grupos de vertebrados. A primeira causou a extinção dos trilobitas e a segunda é famosa pela extinção dos dinossauros (**Figura 8**).





Figura 8. Trilobitas eram animais muito comuns durante a era Paleozoica. Existem milhares de fósseis desses organismos, dispostos de tal maneira nas rochas, indicando que foram extintos. Os dinossauros, por outro lado, eram comuns na era Mesozoica e de todas as espécies que descenderam desses animais apenas as aves sobrevivem hoje em dia.

Willi Hennig

Hennig (1913-1976) foi um biólogo alemão que entendeu o ponto central e a importância da sistemática com base na ancestralidade em comum proposta por Darwin. A proposta de Darwin tinha sido simplesmente ignorada, pois a sociedade da época de Darwin ficou tão chocada com a ideia de evolução que tudo mais que Darwin propôs foi esquecido. Assim, ninguém entendeu a sistemática filogenética de Darwin até 1950, quando Hennig publicou o livro "Sistemática Filogenética". Hoje, a sistemática filogenética é objetivo e rotina da maior parte dos taxonomistas.





Seção 4

Evidências evolutivas

Desde a publicação, por Darwin, da sua teoria evolutiva descobrimos muitas coisas, até campos inteiros do conhecimento, que, na época de Darwin, eram desconhecidos, tais como a Genética, a Biologia do Desenvolvimento, a Neurobiologia. Essa quantidade imensa de evidências que vêm desses campos é perfeitamente compatível com a Teoria Evolutiva de Darwin. Assim, a teoria evolutiva é uma das mais sólidas teorias em ciência comprovada por inúmeras evidências das fontes mais consistentes.

Por exemplo, das milhões de espécies que estão descritas hoje, apenas cinco mil apresentam pelos. Curiosamente, as mesmas cinco mil também apresentam mamas e são as únicas viventes que apresentam dentes diferenciados.

Como exatamente as mesmas cinco mil espécies apresentam essas três adaptações? Como explicar, ainda, que essas cinco mil espécies também apresentem outras adaptações comuns a um maior número de espécies, como a coluna vertebral, por exemplo?

Apenas a evolução explica perfeitamente, pela ancestralidade em comum, os padrões de semelhanças e diferenças que observamos entre os organismos. Existem centenas de milhares de evidências que fazem da teoria evolutiva uma das mais bem comprovadas por evidências científicas. Conheça algumas delas.

1. Fósseis intermediários. Existem milhares de exemplos de fósseis intermediários que são uma evidência contundente da evolução dos organismos. Um dos exemplos melhor estudados está relacionado à evolução das baleias. As baleias são descendentes de mamíferos terrestres e existem fósseis intermediários comprovando essa fase de invasão do ambiente marinho.

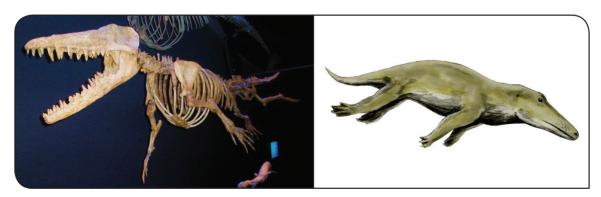


Figura 9. Um esqueleto fóssil de *Ambulocetus natans* encontrado no Paquistão, em extratos com fósseis de 50 milhões de anos atrás. Este organismo tinha pernas bem desenvolvidas que conseguiam sustentar seu corpo no ambiente terrestre, mas já era um excelente nadador. Ao lado, está a provável reconstrução do corpo do animal.





Figura 10. O *Basilosaurus* representa um animal ancestral das baleias mais recente que era exclusivamente aquático. Repare na reconstrução, à direita, que ele ainda apresentava membros inferiores evidenciados, mas que claramente não conseguiam sustentar seu corpo no ambiente terrestre. Fósseis deste gênero são encontrados em estratos mais recentes do que os de *Ambulocetus* (cerca de 40 milhões).

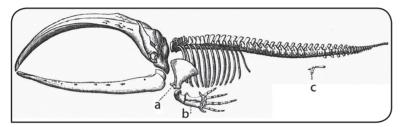




Figura 11. O esqueleto e a foto de uma baleia recente. Apesar de não possuir membros inferiores evidentes, as baleias até hoje apresentam um pequeno fêmur (C), resquício (e evidência) de sua ancestralidade terrestre. Note também que a baleia atual não está perfeitamente adaptada à vida marinha, pois ela respira apenas quando sobe à superfície e pode ser considerada uma espécie intermediária entre o ambiente terrestre e o marinho!

2. Sucessão no registro fóssil. No planalto central brasileiro, na savana africana e no deserto da China, iremos encontrar a mesma sequência de fósseis ao escavarmos os estratos sedimentares. Cavando um pouco, encontraremos fósseis de mamíferos, principalmente. Cavando um pouco mais fundo, os mamíferos desaparecem do registro fóssil em todo mundo ao mesmo tempo. Cavando um pouco mais ainda, todos os vertebrados somem. Ora, se os vertebrados fossilizam mais facilmente (pois têm ossos duros fáceis de serem preservados) do que os invertebrados, por que cavando fundo em estratos mais antigos só encontramos invertebrados? Por que exatamente o mesmo padrão é encontrado em qualquer lugar do mundo? A única explicação para essas duas perguntas é que naquela época mais antiga os vertebrados não tinham evoluído ainda.

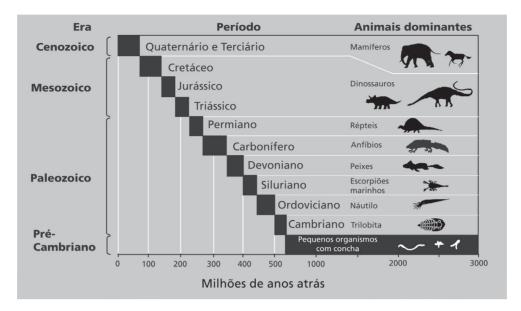


Figura 12. Sucessão no registro de fósseis. A única explicação coerente com o fato de que encontramos a mesma sucessão de fósseis em todo o mundo é a evolução.

3. Seleção natural observável. Um exemplo bem conhecido de seleção natural que podemos observar é o caso das bactérias resistentes a antibióticos. Alexander Fleming (1881-1955) foi um biólogo britânico que descobriu a propriedade antibiótica de uma substância secretada por fungos do gênero *Penicillium*. A feliz descoberta que revolucionou a medicina aconteceu por acaso. Fleming tinha deixado colônias de bactérias no laboratório antes de sair para uma viagem. Ao retornar, verificou que uma das colônias tinha sido contaminada por um fungo. Nessa colônia, as bactérias estavam mortas. A substância exterminava bactérias que entraram em contato com ela e foi chamada de penicilina, que é, até hoje, um potente antibiótico que já salvou milhões de vidas no planeta.



Figura 13. Na figura à direita, um esquema ilustrando como as bactérias mais resistentes (vermelhas) ao remédio tendem a sobreviver. Assim, nas próximas gerações, as bactérias tendem a aumentar a proporção e o nível de resistência na presença de antibióticos. Por isso, novas drogas têm de ser desenvolvidas para eliminar essas linhagens resistentes. É por esse motivo que as infecções contraídas em hospitais são tão perigosas, pois as bactérias que habitam ali são resistentes a maior parte dos antibióticos. Na foto à esquerda, Sir Alexander Flemming recebendo o Prêmio Nobel de Medicina, em 1945, do rei da Suécia Gustaf V.

4. Seleção artificial - criadores realizam cruzamento seletivo e aumentam e diminuem os tamanhos dos cachorros, mudam as formas, as cores dos bichos. O cachorro ancestral era semelhante ao lobo e tinha porte mediano. Os primeiros criadores perceberam que havia pessoas interessadas em animais de outros tamanhos. Assim, alguns passaram a selecionar os menores indivíduos para cruzarem entre si originando as menores raças. Outros criadores selecionaram os maiores indivíduos que cruzaram entre si dando origem a raças cada vez maiores.

O mesmo processo pode ser feito para tamanho ou cor de pelo, velocidade, capacidade de olfato, inteligência e, hoje, cada uma das raças de cachorro apresenta características próprias de acordo com as características selecionadas em seus ancestrais. O processo nas criações de cachorros é semelhante ao que acontece na Natureza, onde os organismos que apresentam adaptações têm mais chances de sobreviver e se reproduzir, aumentando a frequência dessas características.

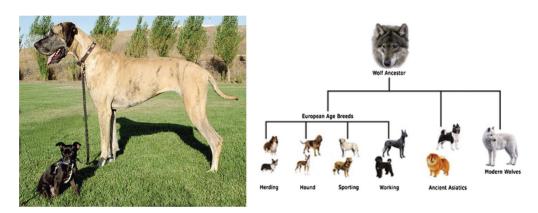
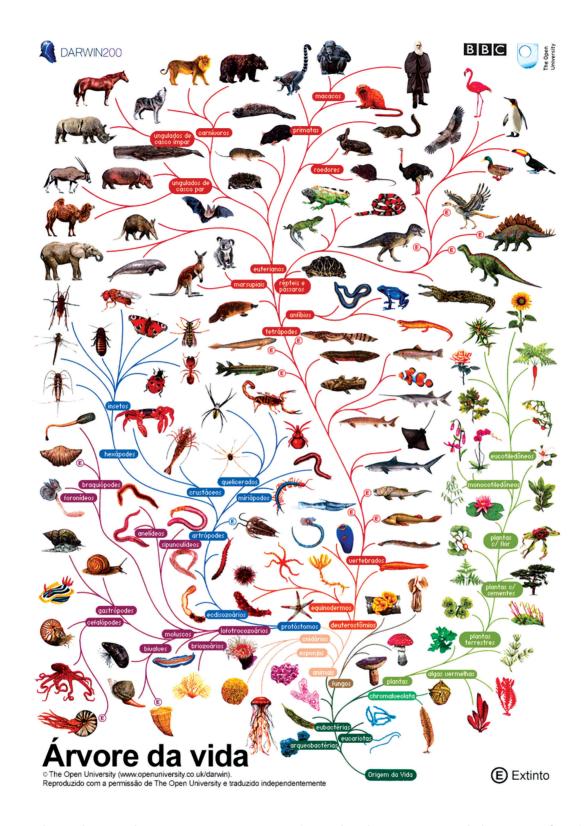


Figura 14. À esquerda, duas raças de cachorro selecionadas artificialmente para porte grande e porte pequeno, respectivamente. À direita, o lobo ancestral que foi domesticado. Ancestrais do lobo moderno foram selecionados para tamanho, cor, comprimento de pelo, docilidade que resultaram nas inúmeras raças de cachorro que encontramos hoje em dia. Todas as raças de cachorro e o lobo selvagem são da mesma espécie biológica *Canis lupus*, pois conseguem cruzar e ter filhotes férteis.

Seção 5

De um tão simples começo

Depois da química complexa ter virado o primeiro sistema biológico capaz de reproduzir-se, a vida continuou diversificando a partir daí. As propriedades de herdabilidade, reprodutibilidade e mutabilidade já existiam, mas essas permitiram todas as outras que descobrimos a cada dia nos laboratórios de pesquisa biológica. Assim foi até que, depois de 4 bilhões de anos, um dos descendentes dessa molécula replicadora original adquiriu consciência sobre esse momento primordial, percebendo a origem do *Homo sapiens* como apenas mais um dos descendentes do primeiro sistema replicador. O nome desse descendente era Charles Darwin.



Este descendente, embora seja apenas mais um na árvore da vida, por sua capacidade cognitiva foi e é capaz de impactar muito significativamente toda a vida no planeta. Dentre as muitas ações que a espécie humana conseguiu realizar, há uma em especial, chamada biotecnologia, que compreende a manipulação de espécies biológicas para obtenção de algum benefício. Sobre isso, você vai aprender na próxima unidade!

Resumo

- Dois processos são transformantes em Biologia. O primeiro é a evolução das linhagens e das espécies que vimos falando desde a primeira unidade. O segundo envolve as modificações no corpo que um indivíduo sofre desde a fecundação até a sua morte, chamado de desenvolvimento ou ontogenia. Um indivíduo nunca evolui, ele se desenvolve.
- Na origem da vida, toda a diversidade era uma única espécie se homogeneizando e adquirindo, por mutações, as características que todas as espécies vivas hoje possuem em comum.
- Depois desse momento, eventos de especiações confinaram novas mutações que iam aparecendo a uma ou a outra linhagem, permitindo a diferenciação de fato como observamos hoje em dia. A melhor forma de ilustrarmos tal diferenciação é por meio de uma árvore filogenética.
- Iniciamos a leitura de uma árvore pelo lado oposto ao que aparecem as espécies. Tal lado marca o ancestral comum da diversidade ilustrada, o tempo vai do ancestral comum (passado) para as espécies vivas (presente), ilustrando os eventos de especiação que deram origem à diversidade retratada.
- Charles Darwin propôs a Teoria Evolutiva há mais de 150 anos, antes de descobrirmos a Genética, a Biologia do Desenvolvimento, e a Neurobiologia. A quantidade imensa de conhecimento acumulado desde então é perfeitamente compatível e sustenta a Teoria Evolutiva de Darwin. Sendo assim, a Teoria Evolutiva é uma das mais sólidas e melhor comprovadas em ciência.

Imagens



André Guimarães



• : http://en.wikipedia.org/wiki/File:Pygoscelis_papua.jpg



• : http://en.wikipedia.org/wiki/File:Manchot_01.jpg



• http://en.wikipedia.org/wiki/File:Ara_glaucogularis_-Cincinnati_Zoo-8a.jpg



http://pt.wikipedia.org/wiki/Ficheiro:Blue-and-Yellow-Macaw.jpg



• Claudia Russo



• http://pt.wikipedia.org/wiki/Ficheiro:Homo_habilis-cropped.jpg



http://pt.wikipedia.org/wiki/Ficheiro:HappyPensioneer.jpg



http://en.wikipedia.org/wiki/File:Gorilla_gorilla11.jpg



http://pt.wikipedia.org/wiki/Ficheiro:Lichonycteris.jpg



http://pt.wikipedia.org/wiki/Ficheiro:Desmodusrotundus.jpg



http://pt.wikipedia.org/wiki/Ficheiro:Kangaroo_and_joey03.jpg



http://en.wikipedia.org/wiki/File:Tree_of_life_SVG.svg



• http://en.wikipedia.org/wiki/File:DuskyDolphin.jpg



http://pt.wikipedia.org/wiki/Morcego



http://pt.wikipedia.org/wiki/Ficheiro:Capivara_ST.jpg



http://en.wikipedia.org/wiki/File:Pferdeauge.jpg



http://pt.wikipedia.org/wiki/Ficheiro:Manatee_with_calf.PD.jpg



 $http://pt.wikipedia.org/wiki/Ficheiro: Teeth_by_David_Shankbone.jpg$



• http://en.wikipedia.org/wiki/File:Spindle_diagram.jpg



• http://en.wikipedia.org/wiki/File:BLW_Trilobite_(Paradoxides_sp.).jpg



http://en.wikipedia.org/wiki/File:Dr._Bob_Bakker_with_Dino.jpg



• http://pt.wikipedia.org/wiki/Willi_Hennig#mediaviewer/Ficheiro:Willi_Hennig2.jpg



http://en.wikipedia.org/wiki/File:Ambulocetus_natans.jpg



http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/e/e6/Ambulocetus_BW.jpg



• http://en.wikipedia.org/wiki/File:Basilosaurus_cetoides_(1).jpg



http://en.wikipedia.org/wiki/File:Basilosaurus_BW.jpg



http://en.wikipedia.org/wiki/File:Whale_skeleton.png



 $\bullet \ http://en.wikipedia.org/wiki/File:Humpback_stellwagen_edit.jpg$



 $\bullet\ http://en.wikipedia.org/wiki/File:Antibiotic_resistance.svg$



• http://pt.wikipedia.org/wiki/Ficheiro:Nobelpristagare_Fleming_Midi.jpg



• http://en.wikipedia.org/wiki/File:Big_and_little_dog_1.jpg



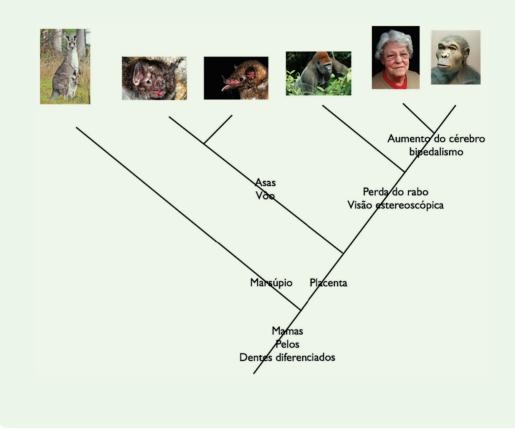
• http://www.sxc.hu/photo/517386 • David Hartman

Atividade 1



As características em comum nas duas espécies de pinguins, que já estavam presentes na espécie ancestral são: nadadeiras, bicos finos, rabo curto, medidas do corpo e cor das pernas.

Atividade 2





1. (ENEM 2010)

"Investigadores das Universidades de Oxford e da Califórnia desenvolveram uma variedade de *Aedes aegypti* geneticamente modificada que é candidata para uso na busca de redução na transmissão do vírus da dengue. Nessa nova variedade de mosquito, as fêmeas não conseguem voar devido à interrupção do desenvolvimento do músculo das asas. A modificação genética introduzida é um gene dominante condicional, isto é, o gene tem expressão dominante (basta apenas uma cópia do alelo) e este só atua nas fêmeas."

FU, G. et al. Female-specific hightiess phenotype for mosquito control. PNAS 107 (10):4550-4554, 2010.

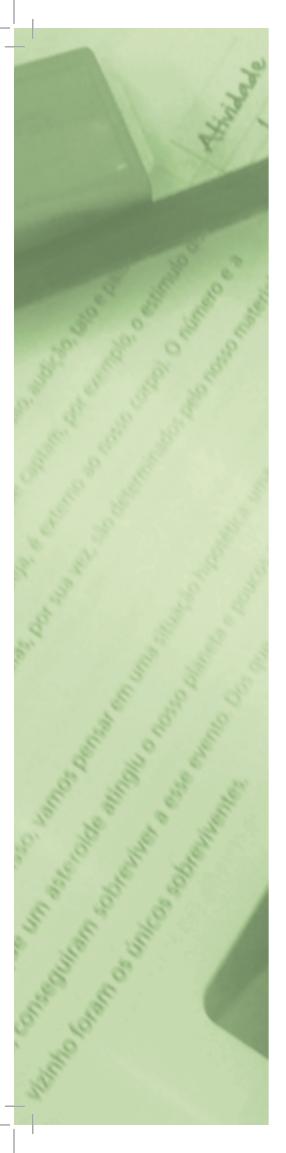
Prevê-se, porém, que a utilização dessa variedade de *Aedes aegypti* demore ainda anos para ser implementada, pois há demanda de muitos estudos com relação ao impacto ambiental. A liberação de machos de *Aedes aegypti* dessa variedade geneticamente modificada reduziria o número de casos de dengue em uma determinada região porque

- a. diminuiria o sucesso reprodutivo desses machos transgênicos.
- b. restringiria a área geográfica de voo dessa espécie de mosquito.
- c. dificultaria a contaminação e reprodução do vetor natural da doença.
- d. tornaria o mosquito menos resistente ao agente etiológico da doença.
- e. dificultaria a obtenção de alimentos pelos machos geneticamente modificados.

Gabarito: Letra C.

Comentário: Os machos geneticamente modificados da espécie *Aedes aegypti* podem voar, mas transmitem o gene que impede o voo aos seus descendentes. As fêmeas que herdarem o gene não voam, o que dificulta a contaminação delas com o vírus da dengue e a reprodução dessas fêmeas com o gene modificado.





Cerveja, pão, Zé Gotinha, Soja e uma certa ovelha chamada Dolly: a Biotecnologia

Pra início de conversa...

Beber uma cerveja é um prazer para muitas pessoas. Seja nas horas vagas, nos momentos de descontração ou nas comemorações, essa bebida tem acompanhado os seres humanos há bastante tempo. Muito tempo. Acredita-se que a cerveja foi uma das primeiras bebidas alcoólicas produzidas pelo homem e há registros de sua produção e consumo por povos antigos (como os egípcios, por exemplo), pelo menos desde o ano 6.000 a. C.

A cerveja e também os vinhos têm como bases das suas preparações, misturas ou "sucos" de plantas diferentes: tipos distintos de cerveja podem ser produzidos a partir de diferentes cereais (especialmente a cevada), enquanto diferentes tipos de vinhos têm sua origem a partir do suco de uvas de diferentes qualidades.

Os processos de produção de bebidas alcoólicas em geral, ou simplesmente de álcool (etanol), são atualmente bem conhecidos e rigorosamente controlados em todas as suas etapas (por exemplo, para garantir maior produtividade e melhor qualidade). Como dissemos, isso éfeito hámilhares de anos. Mas há um detalhemuito interessante e que muitas pessoas desconhecem: não fazemos sozinhos. Necessitamos da ajuda de microorganismos, de um uso tecnológico de agentes biológicos.

Objetivos de aprendizagem

- Identificar ações humanas relacionadas à biotecnologia.
- Posicionar-se frente ao uso da biotecnologia pelo homem, emitindo opini\u00f3es baseadas em argumentos s\u00f3lidos sobre a tem\u00e1tica.

Seção 1

Biotecnologia, o pão e a cerveja nossos de cada dia!

A utilização de conhecimentos sobre os processos biológicos e sobre os próprios seres vivos envolvidos nesses processos, no intuito de gerar bens e resolver questões nas mais diferentes áreas de atividades humanas, é definida, de maneira geral, como "Biotecnologia".

Os processos biotecnológicos são muito variados e baseiam-se no conhecimento e na integração de saberes de várias áreas, como, por exemplo, Microbiologia, Genética, Biologia Molecular, Bioquímica, Química, Agricultura e Informática.

Hoje em dia, é bastante comum associar a biotecnologia a usos de conhecimentos avançados de técnicas de Biologia Molecular e à sua associação à informática (bioinformática). Essa é a chamada "Biotecnologia Moderna", sobre a qual falaremos mais adiante. Mas se olharmos para trás, veremos que há um longo histórico antes disso.

Os povos antigos, provavelmente por acaso, descobriram o fenômeno da fermentação alcoólica. De uma maneira bastante simples e resumida, a fermentação alcoólica acontece em um ambiente sem oxigênio, quando microorganismos, denominados **leveduras**, precisam obter energia para a sua sobrevivência. Para isso, utilizam o amido (ou o açúcar derivado deste) presente no "suco de cevada" (no caso das cervejas) ou no suco de uvas (no caso dos vinhos), transformando-o em etanol e alguns outros compostos.

Leveduras

São um tipo de fungo, assim como os cogumelos e os bolores que aparecem no pão mofado.



Figura 1: Saccharomices cerevisae, a levedura que dá origem à cerveja, fotografada com o auxílio de um microscópio.

Informações arqueológicas disponíveis apontam que os povos da antiguidade também descobriram que a fermentação poderia ter outras aplicações... Ao utilizarem o amido da farinha como alimento, as leveduras produzem não apenas álcool, mas também gás carbônico (dióxido de carbono ou CO_2 ; no caso das cervejas e dos vinhos espumantes, esse gás é o responsável pela formação de "bolhas" no líquido). Dentro da massa do pão, o gás carbônico não consegue escapar facilmente, fazendo-a inchar e "crescer". Assim, vão sendo formadas pequenas bolhas, as quais deixam a massa porosa e mais fofa - o álcool acaba evaporando durante a etapa de aquecimento da massa.



Figura 2: O uso das leveduras na massa do pão (acrescentadas na forma de um tablete de fermento que vende nos supermercados) faz com que, durante a fermentação, bolhas de gás carbônico formem-se, deixando o pão fofo.

Há outro tipo de fermentação muito útil à nossa alimentação: a fermentação láctea, que dá origem a muitos dos laticínios que ingerimos. Este tipo de fermentação usa o açúcar presente no meio para gerar uma substância, chamada ácido lático, que constitui os queijos, iogurtes, manteigas...

Os processos de fermentação não têm aplicações somente na indústria alimentícia. Com o tempo, descobriu-se que, a partir da cana-de-açúcar, as leveduras podem fazer o álcool, que hoje utilizamos como combustível para os automóveis. Ou seja, com o tempo, um processo que foi descoberto de forma intuitiva, por meio da observação nos tempos antigos, foi sendo aperfeiçoado para dar origem a compostos que atendem a outras necessidades que o homem possui.

As festas de Baco continuam até hoje!

Baco, deus romano, retratado por Michelangelo Caravaggio (à direita), é relacionado ao vinho, à Natureza, mas também aos excessos e à ebriedade (embriaguez). As festas em sua homenagem, conhecidas como bacanais, eram sempre regadas à comida e a bastante vinho!

Esse vinho era produzido a partir do suco de uvas, que ficavam por algum tempo armazenadas em tonéis,

sem contato com o ar, para que fermentassem. Nesses tonéis, as leveduras consumiam o açúcar do suco de uva e geravam, como produto de seu metabolismo, o álcool que o transformava em vinho.

Hoje em dia, apesar de não cultuarmos Baco como faziam os romanos, também celebramos bastante ao sabor do bom e velho vinho. Mas, será que o vinho atual é produzido da mesma maneira que os antigos?

No Brasil, possuímos grandes produtores de uvas e vinhos. E eles, para produzirem vinhos com mais qualidade e sabor, estão aderindo aos conhecimentos advindos das novas tecnologias.

Há um órgão público brasileiro, a Embrapa Uva e Vinho, que pesquisa e regulamenta novas tecnologias para essa produção. Algumas dessas tecnologias são: quais são os melhores tipos de uva a serem plantados em dado terreno; modificações genéticas das uvas para que elas dêem frutos maiores; estudo dos solos onde as uvas são plantadas; quais são os melhores tonéis para armazenar o suco da uva e fermentá-lo; quais são os melhores equipamentos para tratar do solo antes do plantio.

Agora, considerando a definição de biotecnologia, sublinhe, no texto, todas as técnicas relacionadas a ela.



Atividade

Seção 2

Vacinas

Não sabemos se você se lembra, mas em meados da década de 1980, um "mascote" foi criado para facilitar a vacinação de crianças: o Zé Gotinha.

O Zé Gotinha faz referência explícita a uma gota de um líquido imunizante que protege as crianças de um determinado grupo de doenças. Vamos retomar um pouco do que vimos sobre o sistema imune na Unidade 3 do Módulo 3.

Imunizar significa tornar imune, ou seja, tornar "à prova de" alguma coisa. Temos um sistema no nosso corpo responsável por defendê-lo de microorganismos ou substâncias que possam afetar o seu bom funcionamento – é o sistema imune, que tem duas formas de atuar na proteção do nosso organismo.

Em uma delas, o nosso sistema imune produz uma série de células especiais, os macrófagos e neutrófilos, capazes de destruir microorganismos que possam nos fazer mal.

A outra forma de defesa está relacionada a moléculas, os famosos anticorpos. Anticorpos (ou imunoglobulinas) nada mais são do que proteínas produzidas pelo nosso sistema imune e que são capazes de neutralizar toxinas ou outros antígenos de naturezas diversas que se encontram em nosso organismo. Os anticorpos podem atuar tanto inativando os antígenos quanto facilitando sua destruição pelas células de defesa do restante do sistema.

A relação entre o anticorpo e o antígeno que ele é capaz de neutralizar é muito, mas muito específica. Assim, é necessário que existam anticorpos para cada tipo de antígeno que entrar em contato com nosso organismo, pois, sem a especificidade química, que permite que um se ligue ao outro, não há neutralização e consequente proteção da pessoa.

A gente já nasce com um certo grupo de anticorpos no corpo, e adquire outros pelo colostro, aquele primeiro leite mais grosso com o qual a mãe amamenta o seu filho. Os outros anticorpos vão sendo produzidos no nosso organismo ao longo da nossa vida. E é aqui que entra o Zé Gotinha e a biotecnologia novamente!

Esta história começa lá nos idos do século XVIII e nos mostra, mais uma vez, que a Biotecnologia vem sendo utilizada e aperfeiçoada desde outros tempos para gerar maior qualidade de vida para o homem – este ser que faz parte da árvore da vida e é capaz de impactá-la de maneira tão significativa.

Naquela época, uma doença chamada varíola causava muitas mortes, e não havia tratamento eficaz ou prevenção contra ela. Um médico inglês, chamado Edward Jenner, observou que havia uma forma semelhante de varíola em vacas. Ele percebeu também que as pessoas que ordenhavam as vacas doentes desenvolviam algumas poucas feridas, mas não ficavam realmente adoecidas. Em um experimento, Jenner inoculou (introduziu) uma secreção de um machucado desses das ordenhadoras em um menino saudável, que desenvolveu uma forma bem branda da doença.

Poucos meses depois, colocou esse mesmo menino em contato com o vírus da varíola de verdade: o resultado foi que ele não contraiu a doença, ou seja, estava imune a ela.

A interpretação desse experimento, que deu origem à primeira vacina, veio depois e foi sendo cada vez melhor compreendida por pesquisadores da área. Hoje em dia, sabemos que o que Jenner fez foi pegar uma forma atenuada do vírus da varíola para desencadear no menino a produção de anticorpos que pudessem defendê-lo de uma real infecção com varíola. Sabemos que é possível fazer isso não somente para vírus, mas também para bactérias, e estimular a defesa contra doencas diversas.

As vacinas podem ser produzidas a partir do antígeno vivo atenuado, do antígeno morto ou de partes dele (proteínas específicas, pedaços da membrana etc.) que sejam capazes de desencadear a resposta adaptativa do sistema imune – ou seja, a produção de anticorpos no organismo. O uso de vacinas é mais efetivo no controle de algumas doenças do que simplesmente usar medicamentos quando uma pessoa fica doente, além de proteger contra doenças que não podem não ter seus efeitos revertidos, como é o caso da poliomielite/paralisia infantil.

Falando em paralisia infantil, esta é uma das doenças que, assim como a varíola, já foram erradicadas no Brasil graças às campanhas de vacinação.

Oswaldo Cruz e a Revolta da Vacina

Um dos nomes mais importantes no Brasil, em relação à Saúde Pública, foi Oswaldo Cruz. Este médico foi responsável por, na época do presidente Rodrigues Alves, capitanear uma grande vacinação da população da capital do país (na época, o Rio de Janeiro), revertendo a grande incidência de tifo, varíola e febre amarela.

Em que pese ele tenha feito grandes contribuições para a Saúde Pública da cidade, na época, a maneira como foi conduzido o processo merece um pouco de nossa reflexão. Veja o vídeo disponível em http://goo.gl/f5RPZ, sobre a revolta da vacina.

Politicamente, foi uma imposição muito violenta. O bota abaixo do então prefeito do Rio, Pereira Passos, foi uma forma brutal de colocar ordem na cidade, derrubando muitas construções com a finalidade de urbanizar a cidade, alargando ruas, abrindo outras novas. No entanto, tais modificações se deram sem respeitar as pessoas que ali viviam (guardando as devidas proporções, é parecido com o que acontece hoje em dia com os moradores do Morro da Conceição, da Vila Autódromo e de outras partes da cidade). Muitos dos problemas de urbanização que temos hoje, com a população mais pobre com dificuldade de moradia, vêm dessa época.

Na mesma postura autoritária de Pereira Passos, Oswaldo Cruz comandou a vacinação compulsória. As pessoas foram obrigadas a serem vacinadas sem nem entenderem direito como isso funcionava (e, cá entre nós, é realmente uma ideia estranha inocular em você um agente causador de doença para te proteger da doença "de verdade", não é mesmo?). Hoje em dia, todos sabemos da importância que a vacinação tem em controlar algumas doenças. Mas, na época, a população desinformada tinha medo. Será que a única maneira de estabelecer a vacinação naquela época era a violência? Será que havia tempo para se tentar outra estratégia?





Não sabemos a resposta. Foram decisões complexas, que envolveram muitas pessoas e que podem acontecer novamente, de outras formas, na nossa sociedade. Por isso, é importante refletirmos sobre ela...

Hoje em dia, Oswaldo Cruz e sua inegável contribuição para a Saúde Pública brasileira dão nome à Fundação Oswaldo Cruz. A Fiocruz tem importante atuação na área da Saúde, tanto no ensino e na pesquisa, quanto na produção de remédios e vacinas que são distribuídos pelo nosso Sistema Único de Saúde (SUS). Se quiser saber mais sobre a Fiocruz, acesse www.fiocruz.br.

E quando não há vacina?



Há algumas bactérias e fungos que são tão nocivos (ou patogênicos, como preferir) que, após entrarem em nosso organismo não imune, matam-nos rapidamente. Para muitos desses, não há vacina ou remédio que trate os doentes.

Esse é o caso das bactérias **Yersinia pestis** (causadora da peste bubônica) e **Bacillus anthracis** (provoca o antraz). Elas já foram usadas como armas biológicas, você sabe o que é isso?

Armas biológicas são microorganismos (ou toxinas produzidas por eles) usadas para atingir um oponente durante uma guerra (ou ataque) militar.

É possível, a partir desse novo conhecimento, relacionar as vacinas às armas biológicas?



Seção 3

Soja, biotecnologia e a discussão sobre os famosos transgênicos

Há muito tempo, o homem manipula plantações. Arranca plantas que são mais frágeis aos ataques de pragas, deixando apenas aquelas que são mais resistentes; seleciona aquelas que dão os melhores frutos, excluindo da plantação aquelas que dão poucos frutos, ou frutos não saborosos e bonitos.

Você aprendeu no Módulo 1 que o nome deste processo é Seleção Artificial. Ele acontece há muitos séculos e, através dele, características vistas como "mais interessantes" pelos agricultores foram sendo selecionadas. O mesmo vale para criadores de animais, que selecionavam os cavalos que corriam mais, eram mais fortes, as vacas que davam mais leite etc.

Pois bem! Se entendemos Biotecnologia em sentido amplo, em que usamos o conhecimento sobre processos e características biológicos dos seres vivos para gerar benefícios ao homem, a seleção artificial pode ser entendida como um processo biotecnológico também.

Só que no campo da Biologia e da Biotecnologia Moderna, essa seleção foi tomando outros contornos... Conhecimentos sobre a estrutura do DNA e a possibilidade de identificar quais genes são responsáveis por quais características, aliados às técnicas mais desenvolvidas de Biologia Molecular, possibilitaram que o homem fizesse outro nível de seleção. Em laboratório, tornou-se possível que uma planta tivesse seus genes modificados de forma que ela fosse mais resistente a insetos que atacam a plantação, por exemplo.

O processo envolve técnicas relacionadas ao DNA recombinante. Como o próprio nome diz, são técnicas que possibilitam recombinar o DNA de um organismo com outros trechos de DNA (genes), que podem ser de outro organismo ou dele mesmo. Estes organismos que sofreram recombinação de DNA, transferência de genes, são chamados transgênicos.

Há vários propósitos de transgenia. Um muito difundido é a inserção em bactérias do gene que codifica a insulina. A insulina é um peptídeo que, no nosso metabolismo (como você viu na Unidade 5 do Módulo 3), tem o papel de regular a quantidade de açúcar no nosso sangue. Quando há problemas com a regulação dessa quantidade de açúcar, o indivíduo sofre de diabetes e pode precisar de insulina artificial em seu organismo.

Durante muito tempo, essa insulina "extra", usada como medicamento, foi conseguida a partir de extrações de animais, como boi e porco. Foi na década de 1980 que se descobriu que era possível produzir insulina em laboratório. A prática consistia em inserir o gene que codifica a insulina em uma bactéria que o expressaria (ou seja, produziria a

insulina). Com a multiplicação das bactérias, se multiplicaria também a quantidade de gene expresso e, consequentemente, a quantidade de insulina produzida. A partir daí, por processos de purificação, a insulina poderia ser usada como medicamento normalmente.

Há muitas outras aplicações da modificação genética de organismos. No que se refere à agricultura, como já mencionamos, há uma busca por melhor aproveitamento das plantações.

No Brasil, estima-se que mais da metade das plantações que existem sejam de organismos geneticamente modificados (OGM). De soja, um dos produtos mais importantes na nossa balança de exportações, essa proporção chega a mais de 80%. Todos esses OGM de larga escala (soja, milho e até arroz) têm maior resistência a insetos, porque foram modificados com a inserção de genes com propriedade inseticida. Além disso, têm maior resistência aos agrotóxicos, embora nós, que consumimos os alimentos, não tenhamos sido geneticamente modificados para isso.

Fato concreto é que a manipulação genética de plantas de exportação relevante, como a soja, tem um impacto muito grande na economia. Analisando a questão, de um lado, temos dados científicos obtidos até o momento para defender a plantação de transgênicos. Entidades como a Organização Mundial da Saúde (OMS), a Organização das Nações Unidas para Alimentação e para Agricultura (FAO), o Comissariado Europeu para Pesquisa, Inovação e Ciência e várias das principais academias de ciência do mundo avaliam como "normal" a disseminação de transgênicos. Esta é também a posição do nosso Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.

De outro lado, há organizações e cientistas que não acreditam que o impacto dos transgênicos já tenha sido avaliado de forma suficiente. O Greenpeace carrega intensamente essa bandeira contrária à disseminação e consumo de transgênicos, e conseguiu que, ao menos, os produtos alimentícios transgênicos fossem identificados em seus rótulos, de forma que cada pessoa tivesse sua oportunidade de escolha. As alegações do "time" contrário aos transgênicos são de que os estudos realizados até o momento não seriam totalmente conclusivos, uma vez que seria necessário avaliar os efeitos do consumo constante e prolongado dos transgênicos ao longo da vida das pessoas para chegar a alguma conclusão. Além disso, a manipulação genética teria um impacto direto na biodiversidade, pois estaria interferindo diretamente na natureza e não seria possível avaliar as consequências disso nos ecossistemas.

O que podemos concluir desse debate é que a discussão sobre os transgênicos precisa ser olhada com muita cautela. De um lado, temos a ciência e muitos interesses econômicos em jogo; de outro, argumentos que, embora mais especulativos, não são "maluquices"...

Seção 4

Uma certa ovelha chamada Dolly

Você aprendeu lá no Módulo 1 que existe um tipo de reprodução chamada assexuada. Neste tipo, um organismo dá origem a cópias idênticas de si mesmo – sem "misturar" o seu DNA ao de outro organismo. Isso é o que acontece com as bactérias, por exemplo, e com todas as células do nosso corpo, que se dividem, gerando duas novas células iguais à original.

Em laboratórios, esse princípio é muito utilizado para cultivar células e bactérias com alguma característica específica, por exemplo, como vimos no caso da insulina em bactérias transgênicas. Basta conseguir fazer a inserção do gene da insulina em umas poucas bactérias que, ao se reproduzirem, elas gerarão cópias idênticas contendo esse gene.

Este processo de gerar cópias idênticas de uma coisa chama-se clonagem. Na Natureza, ele é muito comum para alguns tipos de organismos e para células de outros. Gêmeos idênticos também são um caso de clonagem natural: de uma única célula fecundada, por meio de divisões mais aceleradas do que o padrão, em vez de um bebê temos dois, três, quatro sendo formados.

A observação da Natureza fez com que a ciência se interessasse bastante pela clonagem. Em um primeiro momento, a observação mostrava que era muito simples fazer clonagem de seres unicelulares (como as bactérias). Mas seria possível clonar organismos complexos, como um mamífero?

Em 1997, é divulgada a resposta para esta pergunta: a ovelha Dolly, um clone que já tinha alguns meses de vida – era o primeiro clone de um organismo complexo, um mamífero. Um grupo liderado pelo pesquisador lan Wilnut criou a Dolly, em laboratório, a partir de três ovelhas. A ovelha 1 doou célula-ovo, da qual os cientistas retiraram todo o DNA. Da mama de uma ovelha 2 (a que foi efetivamente clonada, porque seu DNA é que foi usado), eles coletaram células e extraíram o DNA, que inseriram na célula-ovo da ovelha 1. Esta célula-ovo da 1 com o DNA da 2 foi inserida em uma ovelha 3, que serviu de "barriga de aluguel". Este processo de reproduzir um ser em laboratório por meio de clonagem é chamado *clonagem reprodutiva*.

Dolly nasceu em 1996. Em 1998, teve sua primeira cria, o que mostrou que ela era capaz de se reproduzir, questão que era colocada pela comunidade científica na época. Só que na gestação seguinte, os três filhotes que ela teve apresentaram problemas graves de saúde. Com cinco anos, ela apresentou um quadro grave de artrite, o que não é comum para ovelhas nesta idade. Seria este um sinal de envelhecimento precoce? A Dolly tinha mesmo cinco anos ou tinha onze (soma de sua idade com a idade da ovelha 2, que doou o DNA)? O clone não carrega as características de envelhecimento do seu DNA de origem?

Dolly morreu com sete anos de idade e, embora tenha deixado muitas perguntas sem resposta, a sua "criação" em laboratório abriu uma avenida de possibilidades para os cientistas. Obviamente, ela acenou com a possibilidade de clonagem humana.

Imagine a complexidade deste evento. Quem seria clonado? Quem doaria a célula-ovo? Quem seria a "barriga de aluguel" em cada caso de clonagem? Quem arcaria com os custos elevadíssimos desses procedimentos? Foi demonstrado, com a clonagem de outros mamíferos além da ovelha, que é muito difícil clones serem viáveis ou não apresentarem anomalias em seus genomas. Como seria isso com os seres humanos? Para que fim esses clones seriam "usados"? Transplantes de órgãos para o ser "original"? E o clone não é um ser humano também? E, tendo diversos clones, isso não seria um problema para a variabilidade genética de uma população? Se uma catástrofe acontece, como está a capacidade adaptativa se os seres (humanos e bichos) têm o mesmo DNA?

Dado o número de questões sem resposta, em 2003 uma reunião de 63 academias científicas publicou um documento dizendo que seria irresponsável os governos liberarem a produção de clones humanos em seus ambientes científicos.

No entanto, a ciência encontrou um outro princípio de clonagem relevante para a espécie humana: a clonagem terapêutica. Em vez de se pensar em fazer um ser humano completo clonado, a ideia é fazer tecidos e até órgãos por meio da clonagem, a partir de células-tronco embrionárias. Aqui "mora" o nó crítico da ideia.

Células-tronco, como você viu na Unidade 5 do Módulo 2, são células que ainda não se diferenciaram o suficiente para assumir alguma "função" no nosso organismo. Assim, dependendo do estímulo, elas podem virar qualquer célula. Embora haja células-tronco na medula de indivíduos adultos, nas células embrionárias é que encontramos o maior potencial de multiplicação e diferenciação dessas células. Essas células embrionárias estão presentes no cordão umbilical, placenta e no próprio embrião.

Células-tronco são utilizadas, já nos dias de hoje, para uma série de tratamentos, como é o caso da diabetes tipo 1. No princípio da clonagem terapêutica, a ideia não é gerar um ser-humano-clone, que vai crescer, ficar adulto, mas sim um embrião com o DNA de uma pessoa que, logo nos estágios iniciais, teria suas células coletadas e induzidas à diferenciação de acordo com a necessidade de quem deu origem a esse embrião (um fígado, um rim, um coração etc).

Este tipo de procedimento, embora seja realizado em alguns países no mundo, ainda é proibido no Brasil. Existem muitas, mas muitas questões éticas, de direitos humanos e mesmo científicas que ainda não foram suficientemente debatidas para que se pudesse chegar a uma conclusão.

A pessoa que deu origem ao embrião teria sua vida melhorada ou salva pelo transplante. A clonagem terapêutica poderia auxiliar também no tratamento de doenças neurodegenerativas, com a produção de novos feixes nervosos para implante nos "donos do embrião". A fila de transplantes poderia diminuir muito, assim como os riscos de rejeição do órgão transplantado seriam baixíssimos. Mas e o embrião, que é descartado depois? Ele é vida ou neste estágio não é considerado vida ainda? Os Direitos Humanos ainda não conseguiram chegar a um consenso sobre o momento em que um embrião é considerado uma vida: se no momento da fecundação, na fixação no útero, no desenvolvimento do encéfalo. Como regulamentar um procedimento onde definições importantes ainda não foram feitas?

Qual a sua opinião?

No meio científico, há controvérsias quanto à utilização de clones para terapia, assim como no meio político e religioso.

Essas pessoas são, claro, reflexos da sociedade e, por isso, é importante que você conheça essas questões e tenha sua própria opinião sobre a clonagem. Então, em poucas linhas, escreva a sua opinião sobre esse tema: você é a favor que se clone células humanas para fins terapêuticos? Por quê?



Considerações finais

Depois de tudo o que você estudou aqui nesta unidade, imaginamos que esteja claro o potencial de benefícios do uso tecnológico de sistemas biológicos.

Alguns dos procedimentos biotecnológicos são unânimes hoje, tanto para a população quanto para a comunidade científica em geral. Outros, nem tanto.

No encerramento deste último módulo de Biologia, achamos que a biotecnologia, a manipulação da natureza, nos abre espaço para algumas boas reflexões.

De fato, ainda precisamos de muitos estudos e de tempo para observar e entender as consequências do que o homem vem produzindo. Não há como negar que os cientistas não têm, ainda, como prever o efeito de transgênicos na biodiversidade, a longo prazo. Observações pontuais não dão conta de responder a perguntas como: "o que

Atividade

acontece com quem se alimenta de transgênicos que possuem "genes-inseticidas" por 30 anos?" ou "o que acontece com os insetos que se alimentam de plantas com essas características? E com outros bichos que se alimentam desses insetos? Como são afetadas as cadeias e teias alimentares?"

Qual é o limite da intervenção do homem na Natureza? Ele existe? Deve existir? A ciência explica e justifica tudo? Quais são as implicações para o próprio homem das interferências que ele vem realizando na natureza? Existem consequências? Quais são?

São muitas as questões sobre as quais temos que refletir. É inegável o avanço da ciência e os benefícios que ela tem trazido para a sociedade. Por outro lado, isso não deve nos permitir colocá-la em um lugar de onisciência absoluta, de quem "sabe-tudo", sem regulamentação pela própria Ciência, pelo Direito e, principalmente, pela Ética.

Resumo

- A utilização de conhecimentos sobre os processos biológicos e sobre os próprios seres vivos envolvidos nesses processos, no intuito de gerar bens e resolver questões nas mais diferentes áreas de atividades humanas, é definida, de maneira geral, como "Biotecnologia".
- Os processos biotecnológicos são muito variados e baseiam-se no conhecimento e na integração de saberes de várias áreas, como, por exemplo, Microbiologia, Genética, Biologia Molecular, Bioquímica, Química, Agricultura e Informática.
- A fermentação alcoólica acontece, em um ambiente sem oxigênio, quando microorganismos, denominados leveduras, precisam obter energia para a sua sobrevivência. Para isso, utilizam o amido (ou o açúcar derivado deste) presente no "suco de cevada" (no caso das cervejas) ou no suco de uvas (no caso dos vinhos),
- Há outro tipo de fermentação muito útil à nossa alimentação: a fermentação láctea, que dá origem a muitos dos laticínios que ingerimos. Este tipo de fermentação usa o açúcar presente no meio para gerar uma substância, chamada ácido lático, que constitui os queijos, iogurtes, manteigas...
- As vacinas são antígenos que não nos fazem mal, mas são capazes de desencadear uma resposta imune adaptativa, ou seja, a produção de anticorpos.
- As vacinas podem ser produzidas a partir do antígeno vivo atenuado, do antígeno morto ou de partes dele (proteínas específicas, pedaços da membrana etc.) que sejam capazes de desencadear a resposta adaptativa do sistema imune – ou seja, a produção de anticorpos no organismo. O uso de vacinas é mais efetivo no controle de algumas doenças do que simplesmente usar medicamentos quando uma pessoa fica doente,

além de proteger contra doenças que não podem não ter seus efeitos revertidos, como é o caso da poliomielite/paralisia infantil.

- Se entendemos biotecnologia em sentido amplo, em que usamos o conhecimento sobre processos e características biológicos dos seres vivos para gerar benefícios ao homem, a seleção artificial pode ser entendida como um processo biotecnológico também.
- Em laboratório, tornou-se possível que uma planta tivesse seus genes modificados de forma que ela fosse
 mais resistente a insetos que atacam a plantação, por exemplo.
- O processo envolve técnicas relacionadas ao DNA recombinante. Como o próprio nome diz, são técnicas que possibilitam recombinar o DNA de um organismo com outros trechos de DNA (genes), que podem ser de outro organismo ou dele mesmo. Estes organismos que sofreram recombinação de DNA, transferência de genes, são chamados transgênicos.
- No Brasil, estima-se que mais da metade das plantações que existem sejam de organismos geneticamente modificados (OGM). Analisando a questão, de um lado, temos dados científicos obtidos até o momento para defender a plantação de transgênicos. De outro lado, há organizações e cientistas que não acreditam que o impacto dos transgênicos já tenha sido avaliado de forma suficiente.
- O processo de gerar cópias idênticas de uma coisa chama-se clonagem. Na Natureza, ele é muito comum para alguns tipos de organismos e para células de outros. Gêmeos idênticos também são um caso de clonagem natural: de uma única célula fecundada, por meio de divisões mais aceleradas do que o padrão, em vez de um bebê temos dois, três, quatro sendo formados.
- A ovelha Dolly foi o primeiro clone de um organismo complexo, um mamífero, conhecido, em 1997. Este processo de reproduzir um ser em laboratório por meio de clonagem é chamado *clonagem reprodutiva*. Em 1998, teve sua primeira cria, o que mostrou que ela era capaz de se reproduzir, questão que era colocada pela comunidade científica na época. Só que, na gestação seguinte, os três filhotes que ela teve apresentaram problemas graves de saúde. Com cinco anos, ela apresentou um quadro grave de artrite, o que não é comum para ovelhas nesta idade. Seria este um sinal de envelhecimento precoce?

Veja ainda

Existem muitas aplicações da Biotecnologia e, neste espaço, claro que não ia ser possível falar de todas elas. Na verdade, essa não é a ideia, mesmo, pois queremos que você vá à Internet, pesquise, descubra coisas e faça as suas próprias reflexões.

Para dar um pontapé, apenas, em temas que não foram abordados, seguem algumas dicas de início de investigação:

- Bioetanol e biodísel são biocombustíveis, ou seja, diferente da gasolina, que vem do petróleo, eles são produzidos de fontes biológicas, como a cana-de-açúcar e óleo de cozinha. Saiba mais em: http://www.youtube.com/watch?v=vxprpNZaZs0
- **Biorremediação** é um jeito de "consertar" poluição com a ajuda de microorganismos. Hoje em dia se sabe que, quando há derramamento de petróleo nos oceanos, por exemplo, usar microorganismos para "comer" esse petróleo e limpar as águas pode ser uma boa saída. Assita http://www.youtube.com/watch?v=HhAir3EHxKk para entender um pouco mais sobre os biocombustíveis e sobre a biorremediação.

Referências

- Documento da convenção sobre diversidade biológica da Organização das Nações Unidas. Disponível em: http://www.rbma.org.br/anuario/pdf/legislacao_01.pdf. Acesso em 28 fev 2013. http://www.brasilescola.com/geografia/biodiesel.htm. Acesso em 01 mar 2013 http://www.mme.gov.br/programas/biodiesel/menu/biodiesel/o_biodiesel.html. Acesso em 01 mar 2013
- Página do Instituto de tecnologia em imunobiológicos Bio Manguinhos. Disponível em www.bio.fiocruz.
 br. Acesso em 01 mar 2013.
- Revista da Vacina. Disponível em http://www.ccms.saude.gov.br/revolta/personas/jenner.html. Acesso em 02 mar 2013.
- Pela 1ª vez, transgênicos ocupam mais da metade da área plantada no Brasil. Disponível em http://g1.globo.com/economia/noticia/2013/02/pela-1a-vez-transgenicos-ocupam-mais-da-metade-da-area-plantada-no-brasil.html. Acesso em 03 mar 2013.
- Testes em transgênicos são robustos o suficiente, diz especialista. Disponível em http://noticias.terra.com. br/ciencia/testes-em-transgenicos-sao-robustos-o-suficiente-diz-especialista,2f7821105c7bc310VgnCLD2 000000ec6eb0aRCRD.html. Acesso em 03 mar 2013.
- Lisboa, Marcia, 2008. Insulina: avanços da pesquisa. Disponível em http://www.fiocruz.br/jovem/cgi/cgilua. exe/sys/start.htm?tpl=printerview&sid=5&infoid=269. Acesso em 03 mar 2013.
- http://www.bioetica.ufrgs.br/dollyca.htm
- http://www.icb.ufmg.br/mor/mor/Disciplinas/Embriologia/clonagem.htm

- https://www.ufmg.br/diversa/4/clonagem.htm
- http://www.rc.unesp.br/biosferas/0011.php

Imagens



André Guimarães



• http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/d/d9/S_cerevisiae_under_DIC_microscopy.jpg



• http://farm7.staticflickr.com/6137/5939683445_5b0f810ee1_b_d.jpg • Dee



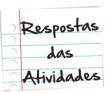
• http://pt.wikipedia.org/wiki/Ficheiro:Michelangelo_Caravaggio_007.jpg



• http://www.sxc.hu/photo/517386 • David Hartman

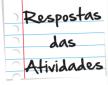
Atividade 1

"Esse vinho era produzido a partir do suco de uvas, que ficavam por algum tempo armazenadas em tonéis, sem contato com o ar, para que fermentassem."
 A produção de vinho a partir do suco da uva é uma técnica que se utiliza os processos fisiológicos de dois seres vivos: a planta e o fungo.



- <u>"os melhores tipos de uva a serem plantados em dado terreno"</u>
 - A partir do conhecimento da fisiologia da videira (planta que produz a uva), é possível aferir qual tipo de vida melhor cresce em determinado tipo de solo. Assim, obtemos melhor produto.
- "modificações genéticas das uvas para que elas dêem frutos maiores"
 Se modificarmos as informações genéticas de um ser vivo, ele pode passar a conter informações anatômicas e fisiológicas que melhor nos convém.

Atividade 2



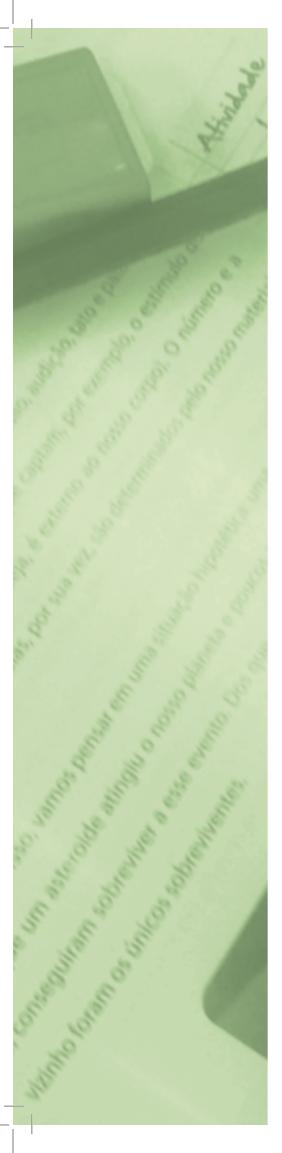
Vacinas e armas biológicas são frutos da Biotecnologia. A partir do conhecimento científico sobre os efeitos dos microorganismos sobre nós, podemos produzir elementos que beneficiem a população humana (como as vacinas) ou, pelo contrário, é possível promover eventos que diminuam a população.

Por isso, é importante sabermos que a chave para o sucesso da ciência não é a quantidade de produção do conhecimento e sim o que você faz com ele. Há de ser se ter responsabilidade com o que produzimos, assim como respeito para com os seres vivos que nos circundam.

Atividade 3

Causa e efeitos das tecnologias são aspectos que nem sempre um cientista pode apontar. O mesmo vale para clonagem. E é importante que você baseie a sua opinião sobre esse tema em fontes bibliográficas seguras. Portanto, pesquise bastante sobre a clonagem e reflita sobre as consequências de seus usos, assim como os seus porquês.





O mundo dentro do espelho

Para início de conversa...

Você já parou para pensar o que seria a sua vida sem luz? Seria como não ter visão. Talvez você não saiba, mas o cérebro humano, capaz de proezas formidáveis, dedica cerca de um terço (30%) da sua capacidade para este sentido. Desde as tarefas mais simples, como observar-se no espelho ao escovar os dentes ou assistir a um filme, até atividades mais complexas, como tentar atravessar uma avenida central a pé ou dirigir um automóvel.

Nosso objetivo é discutir a ciência envolvida nesses processos. Podemos dizer que o ramo da física que se dedica a esse estudo é a óptica. Estudaremos, em específico, a chamada óptica geométrica, que é capaz de explicar o funcionamento do olho enquanto instrumento óptico, de uma câmera fotográfica, e até mesmo a formação dos eclipses. Além disto, a óptica nos permite fabricar diversos dispositivos ópticos, como lentes, telescópios, microscópios, óculos, dentre outros.



Figura 1: A óptica geométrica vai nos ajudar a entender como funcionam nossos olhos, como somos capazes de tirar uma foto com uma câmera e descobrir o que está por trás de um eclipse.

Foi com os estudos de óptica geométrica que conseguimos criar lentes super poderosas, revelando dois mundos distintos, até então desconhecidos. Conseguimos visualizar escalas de comprimento bastante distintas, do espaço sideral (cosmos), que é estudado com o auxílio de telescópios ao mundo microscópico, que foi descoberto em meados do século XVII com o auxílio do microscópio feito pelo holandês Leeuwenhoek.



Leeuwenhoek e suas observações

Antonie Philips van Leeuwenhoek viveu entre 1623 e 1723 na Holanda. Foi lojista, porteiro da prefeitura de sua cidade e cientista. Devido à estabilidade dada pelo seu emprego na pre-





feitura, ele pôde se dedicar, nos tempos livres, à fabricação de lentes e usá-las para observar o mundo microscópico.

Com microscópios simples de apenas uma lente, Leeuwenhoek fez estudos em materiais como água suja, embriões de plantas, sangue e esperma. Com isso sua pesquisa conseguiu derrubar a teoria da geração espontânea.

Para entender um pouco sobre o funcionamento desses objetos, precisamos entender antes o que é raio luminoso e como se formam as sombras. Vamos começar?

Objetivos de aprendizagem

- Utilizar o modelo de raio luminoso para representar sombras e imagens formadas em espelhos.
- Distinguir feixes de luz convergentes, divergentes e colimados.
- Esquematizar projeções de imagens em espelhos planos e esféricos.
- Exemplificar usos para espelhos esféricos.

Seção 1

E das sombras fez-se a luz

Ao caminhar num dia ensolarado, você muito provavelmente já observou diversas sombras, das mais variadas formas e tamanhos. Quando a luz incide em um objeto que não permite a sua passagem, podemos ver um contorno deste corpo projetado em um outro objeto (no caso das sombras da rua, você as vê no chão, ou projetadas em prédios, muros). Chamamos a objetos desse tipo, que não permitem a passagem de luz, objetos opacos (veja a Figura 2).



Figura 2: Sombra de um balão, projetada no chão.

Vamos analisar mais de perto a imagem da Figura 3.

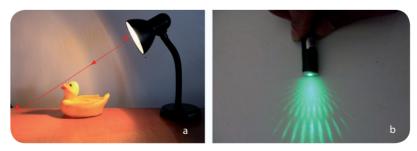


Figura 3: Em (a), ressaltamos em vermelho, uma linha, que passa rente ao patinho e que delimita a região de sombra. Na Figura 3-b é formado um conjunto de raios luminosos.

Na Figura 3a, você vê uma luz incidindo sobre um objeto opaco, o patinho. Ressaltamos em vermelho, uma linha, que passa rente ao patinho e que delimita a região de sombra. Chamaremos a esta linha vermelha segmento AB. Podemos muito bem representar a trajetória descrita pela luz utilizando este segmento de reta AB, que chamamos raio luminoso. Mas este é apenas um dos raios de luz que sai da luminária – afinal, você vê a luz iluminar muito mais do que o segmento AB delimita, não é?

Usando essa mesma lógica, podemos imaginar que o facho de luz que sai da lâmpada na Figura 3b é formado por um conjunto de raios luminosos. Chamamos feixe luminoso a esse conjunto de raios . Uma característica desse feixe é que ele parte de um ponto, a lâmpada da figura, e se abre. Chamamos este tipo de feixe de divergente. Como outros exemplos de feixes divergentes temos a luz emitida pelo farol de uma moto, de uma lanterna ou de um poste. Em geral, utilizamos este tipo de feixe quando queremos iluminar grandes áreas.

Um feixe de luz também pode ser convergente. Veja a Figura 4.

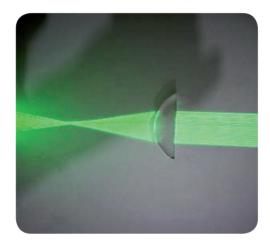


Figura 4: Feixe convergente. Nesta imagem, tal feixe foi criado utilizando-se uma lente convergente. Esse tipo de lente será discutida na próxima aula.

Um feixe convergente é aquele cujos raios luminosos, ao saírem de sua origem, vão se aproximando até se encontrarem em um determinado ponto, como em um funil. Este tipo de feixe é utilizado em diversos instrumentos, como a lupa, ou os óculos de alguém que possui **hipermetropia**.

Hipermetropia

É uma deformação no olho humano que faz com que a pessoa tenha um erro na focalização das imagens. Ao contrário da miopia, as pessoas com hipermetropia têm dificuldade em focalizar imagens de perto.

Por fim, um feixe também pode ser dito colimado, que é quando os raios luminosos são paralelos entre si, como mostrado na Figura 5.

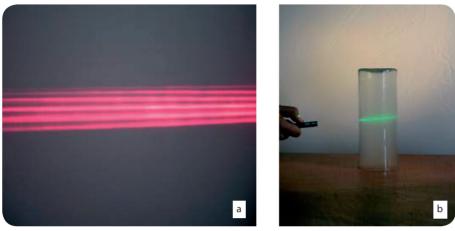


Figura 5: Exemplos de feixe colimado.

Um feixe laser é um exemplo de feixe colimado (veja a Figura 5b). Se projetarmos o laser em uma parede e caminharmos em sua direção, veremos que o tamanho do ponto luminoso não se alterará, o que indica que o feixe não é nem convergente nem divergente. Se fosse, o tamanho do ponto se alteraria conforme nos movimentamos (se você fizer essa experiência aproximando uma luminária comum da parede, poderá observar a diferença).

Projetando uma sombra

Veja o ponto luminoso e a vela na figura a seguir



Represente a sombra da vela projetada no chão, de acordo com a luz que vem da luminária.

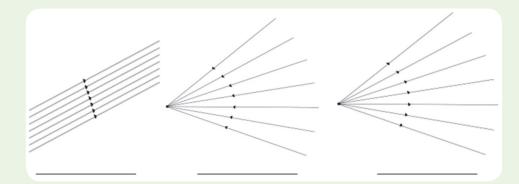






Classificando os feixes de luz

Classifique os feixes a seguir como sendo convergentes, divergentes ou colimados.





Nas alturas

Suponha que uma pessoa de 1,8 m de altura esteja interessada em estimar a altura de um prédio. Esta pessoa mediu o tamanho de sua própria sombra, e obteve um valor de 3,0 m. Logo em seguida, ele estimou o tamanho da sombra deste edifício como tendo cerca de 30m. Qual seria o valor aproximado da altura do prédio?





Seção 2

Espelho, espelho meu

Lembre-se das vezes que você se arrumou para ir a alguma festa. Muito provavelmente, durante essas atividades, você se olha em algum espelho, que é uma superfície plana, onde você vê a sua própria imagem. Na falta de um espelho, como você faria para conferir se o seu penteado está do seu agrado? Sem dúvida, apenas alguns objetos são capazes de gerar uma imagem. Quais características que um objeto precisa ter para que ele consiga formar uma imagem sua?

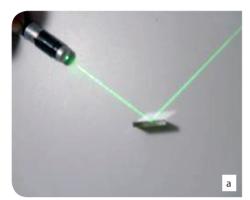




Figura 6: Em (a), temos a reflexão regular (em um espelho). Em (b), temos um exemplo de reflexão difusa, que pode ser observada quando o feixe laser reflete na parede. Isto se deve à irregularidade da parede, que não é suficientemente polida.

Um característica que o seu espelho possui é a polidez de sua superfície. Esta é uma característica primordial para a formação de imagens, pois é a regularidade da superfície polida que faz com que os raios luminosos que incidem na superfície sejam refletidos de maneira regular (veja na Figura 6).

Repare o caso da Figura (6-b). A irregularidade da parede faz com que o feixe laser, inicialmente colimado, seja refletido de maneira difusa. Por causa disso, não conseguimos ver uma imagem bem definida do feixe na outra parede, e sim uma mancha.

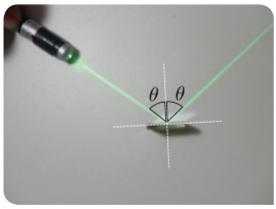


Figura 7: Repare que o ângulo de incidência é igual ao ângulo de reflexão.

Vamos ver mais de perto como ocorre a reflexão numa superfície lisa, tal como um espelho (veja a Figura 7).

Primeiramente, o que significa normal? Nesse contexto, a palavra normal não possui o significado que você deve estar habituado, o de corriqueiro. Imagine uma superfície, como a do espelho da Figura 7. A normal é uma reta que faz um ângulo de 90 graus com a superfície num determinado ponto. Nesse caso, a palavra normal quer dizer perpendicular. Note que o ângulo formado entre

o raio luminoso (laser) da Figura 8 com a normal é o mesmo, tanto para o raio incidente, quanto para o raio refletido. Este fato é conhecido como lei da reflexão, que nos diz:



"O ângulo de incidência é sempre igual ao ângulo de reflexão".

Vamos agora utilizar a lei da reflexão para entender um pouco mais a formação de imagens em um espelho como o do seu banheiro, conhecido como espelho plano. Na Figura 8, temos três raios luminosos, que partem de uma única fonte laser.

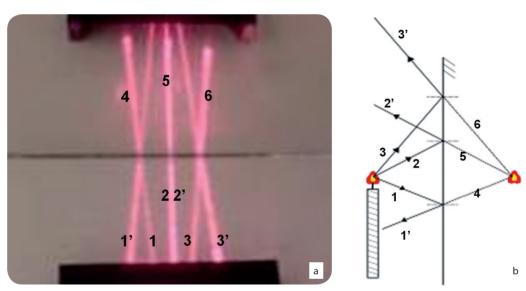


Figura 8: Você pode ver claramente que os raios 1, 2 e 3 são refletidos pelo espelho, gerando respectivamente os raios 1', 2' e 3'.

Devido à lei da reflexão, podemos notar que a imagem associada à fonte laser (na Figura 8a), formada atrás do espelho corresponde ao prolongamento dos raios refletidos para o lado de dentro do espelho, em específico os raios

4, 5 e 6. A esse tipo de imagem damos o nome de imagem virtual, pois se situa atrás do espelho e é formada pelo prolongamento dos raios refletidos. Na Figura 8b podemos ver esquematicamente como a lei da reflexão pode explicar a formação de imagens num espelho plano.

O fenômeno representado visualmente na Figura 8 sempre ocorre. Entretanto, em situações normais, não somos capazes de ver a trajetória dos raios luminosos (veja a Figura 9).

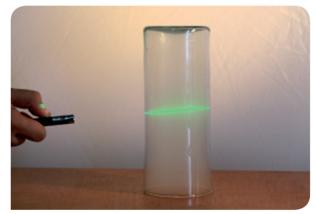


Figura 9: Repare que, para enxergarmos o feixe, foi necessário que a luz atravessasse um recipiente que contém fumaça.

Vejamos por exemplo a figura 10.

Embora não possamos ver o trajeto dos raios, todos os pontos da chama emitem inúmeros raios luminosos, que se comportam da mesma maneira que os raios laser da Figura 9a. Deste modo, a cada um dos pontos da vela temos associado um prolongamento de raios que formam a imagem de cada um deles.



Figura 10: Uma vela acesa em frente a um espelho plano.

A superposição da imagem destes pontos forma a imagem completa da vela, que enxergamos no espelho. Perceba que não é apenas a chama da vela que aparece na imagem, e sim todo o corpo da vela. Embora a chama da vela seja o que identificamos como fonte luminosa, somos capazes de enxergá-la por completo em função das reflexões de diversos raios luminosos, provenientes da chama no corpo da vela.

Para discutir o conceito de fonte luminosa, comece imaginando-se num quarto fechado, sem nenhum tipo de iluminação. O que você seria capaz de enxergar? Talvez você não fosse capaz de ver um objeto nem que ele estivesse a um palmo do seu nariz. Isso se deve ao

fato de precisarmos de uma fonte de luz, como uma lâmpada, TV ou mesmo uma simples chama para enxergarmos. Só somos capazes de ver objetos que não são fontes luminosas por que estes objetos refletem a luz oriunda de uma fonte.

Podemos concluir disto que a grande maioria dos objetos refletem luz, pelo simples fato de sermos capazes de enxergá-los.

Por exemplo, não é muito incomum (talvez isso já lhe tenha ocorrido) se deparar com uma placa de vidro que, de tão limpa e polida, lhe passou a impressão de não existir, e que o fez acabar se chocando com a mesma.

Mesmo uma placa de vidro com estas características, se observada com mais atenção, reflete a luz que nela incide, formando uma imagem sua, funcionando como um espelho. Perceba que isto também ocorre quando você observa a vitrine de uma loja. Além de sermos capazes de ver o seu interior, podemos também observar a nossa imagem refletida no vidro.



Se a sua luz não brilha, não tente apagar a minha!

Os objetos podem ser classificados em dois tipos, de acordo com a sua emissão ou reflexão de raios luminosos:

Fonte própria: Quando o objeto é emissor de luz. É um objeto que não depende da luz refletida sobre ele para ser visto (por exemplo a chama da vela da Figura 10).

Fonte não própria: São os objetos que só são vistos por refletirem iluminação proveniente de uma fonte qualquer (por exemplo o corpo da vela da Figura 10).

Propriedades das imagens formadas pelos espelhos planos

Distâncias (e tamanhos) iguais

Uma propriedade bastante importante das imagens formadas pelos espelhos planos é o fato de a distância entre a imagem e o espelho ser igual à distância entre o espelho e o objeto. Para ilustrar esse fenômeno, imagine que dispomos uma placa de vidro de pé, sobre uma folha centimetrada, tal como na Figura 11.

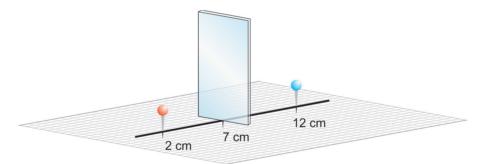


Figura 11: Folha de papel centimetrado com uma placa de vidro na vertical.

Dispomos, a 5cm da placa de vidro, um alfinete de cabeça azul e do lado oposto da placa de vidro, repetimos o procedimento, colocando desta vez um alfinete de cabeça vermelha. O alfinete vermelho encontra-se na posição 2, a placa, na posição de número 7, e o alfinete azul, na posição 12.

Note que a imagem do alfinete azul localiza-se exatamente sobre o alfinete vermelho, estando ambos a uma distância de 5cm da placa. Uma outra característica importante é que a imagem formada tem o mesmo tamanho do objeto, já que o casamento entre ambos foi perfeita.

Velocidade da imagem com relação ao objeto

Utilizando o experimento descrito anteriormente, podemos pensar no seguinte procedimento: se mudarmos a posição do alfinete azul de um centímetro, da posição 12 para a posição 13, a imagem formada também se moverá de um centímetro, movendo-se para a posição 1 cm. Isto ocorre porque a distância entre a imagem e o espelho deve ser igual à distância entre o objeto e o espelho.

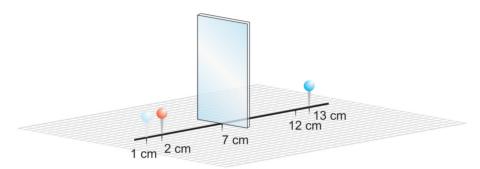


Figura 12: Mudança de posição do alfinete azul (de 12cm para 13 cm) com consequente mudança na posição de sua imagem de 2cm para 1 cm.

Definindo a velocidade como a distância percorrida por um corpo num certo intervalo de tempo, isto é, a rapidez com que o corpo se move, podemos dizer que, tanto a imagem quanto o objeto deslocaram-se com a mesma velocidade, porque ambos percorreram a mesma distância (no caso, 1cm), gastando o mesmo intervalo de tempo.

Agora, se ao invés de movermos o alfinete movermos a placa de vidro, fazendo com que ela passe da posição 7 para a posição 6, a imagem deverá caminhar da posição 2 para a posição 0cm e, portanto, desloca-se o dobro do deslocamento percorrido pela placa. Novamente, isto ocorre porque a distância entre o objeto e a placa deve ser igual à distância entre a placa e a imagem.

Vemos então que a velocidade da imagem será duas vezes maior que a da placa, pois, ao movimentar o vidro de um centímetro, a imagem formada terá de se mover dois centímetros.

Enantiomorfismo

Da próxima vez que você estiver de frente a um espelho, faça a seguinte experiência: levante a mão esquerda e perceba que ao se colocar no lugar de sua imagem você estaria com a mão direita erguida, ou seja, a imagem a aparece invertida. A esse fenômeno damos o nome de enantiomorfismo (veja a Figura 10).

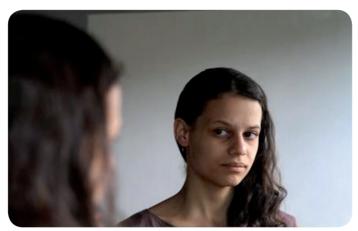
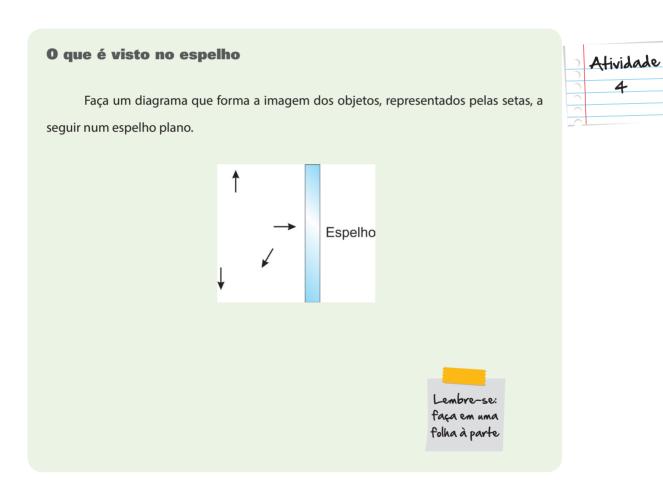


Figura 13: Temos uma moça de frente a um espelho. Veja que o cabelo dela está do seu lado direito. Se nos colocarmos no lugar da sua imagem, entretanto, seu cabelo estará do lado esquerdo.

É devido a este fenômeno que carros de bombeiro e ambulâncias possuem letreiros invertidos, para que possam ser lidos corretamente no espelho retrovisor de um carro.



|) | Atividade |
|---------------|-----------|
| $\overline{}$ | * |
| $\overline{}$ | 5 |
| | |
| | |
| | |

Fugindo do espelho

Se uma pessoa afasta-se de um espelho, sua imagem também se afastará, no sentido oposto. Se o indivíduo caminha com uma velocidade de um passo por segundo, a qual velocidade sua imagem se afasta dele? E do espelho?





O oposto do que é visto

Desenhe as imagens formadas pelas letras a seguir, se estas forem colocadas em frente a um espelho plano:

A L V N Q





Virando do avesso

Escreva o seu nome de forma que a imagem formada pelo seu nome num espelho plano possa ser lido corretamente.



Seção 3

Espelhos curvos

Na seção anterior, discutimos as imagens formadas por espelhos e superfícies planas. No exemplo das ambulâncias, falamos do espelho retrovisor do carro. Você já notou que a imagem produzida por esse espelho é menor que o objeto em si? Isso se deve ao fato de a superfície desse espelho não ser plana. Na verdade, esse espelho é dito convexo, ou seja, a superfície refletora do espelho é abaulada (curvada) para fora como a forma de uma esfera ou bola de futebol (veja a Figura 14).



Figura 14: Repare que a superfície refletora nas imagens (a) e (b) é abaulada, modificando a imagem que é vista.

Imagens formadas por espelhos convexos

A imagem formada por um espelho convexo é sempre virtual (formada atrás do espelho, pelos prolongamentos dos raios refletidos), como no espelho plano de seu banheiro. Entretanto, a imagem será sempre menor que o objeto, e a distância entre a imagem e o espelho, menor que a do objeto ao espelho (veja a Figura 14).

Geometricamente podemos entender esse fenômeno da seguinte forma: pela lei da reflexão, o ângulo formado entre a normal e o raio incidente deve ser igual ao ângulo entre a normal e o raio refletido.

No caso do espelho convexo, entretanto, a curvatura do mesmo faz com que a normal mude de direção de tal forma que o prolongamento dos raios refletidos torna-se mais convergente se comparado com o espelho plano. Na Atividade 8, você aplicará a lei da reflexão, verificando o que descrevemos em palavras neste parágrafo.

Esse mesmo efeito faz com que a distância entre a imagem e o espelho diminua, se comparado à imagem formada no espelho plano.

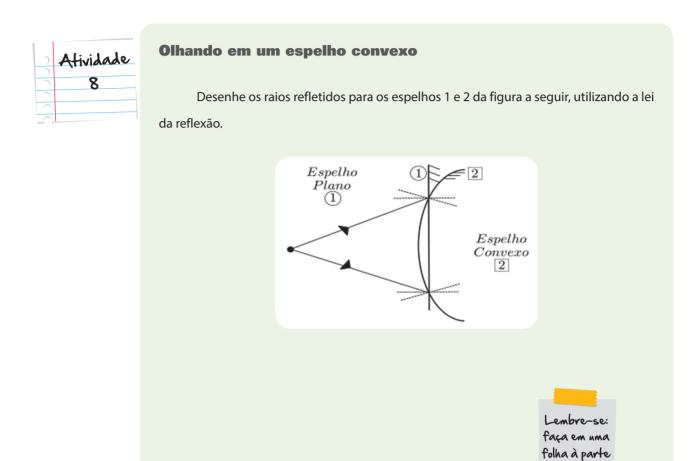




Figura 15: Calota esférica.

Para compreendermos melhor o que se passa, vamos estudar com mais cuidado a construção de um espelho convexo. Imagine uma esfera de vidro tal qual uma bolinha de gude ou uma bola de cristal (dessas usadas por cartomantes que prometem ler a sua sorte). Podemos fazer um corte plano, de tal modo que o objeto retirado seja uma **calota** (veja a Figura 15).

Se espelharmos a parte abaulada (curvada) dessa calota, temos um espelho convexo. Esse espelho provém de uma esfera que possui um determinado raio. Existe uma distância bastante especial para entendermos a construção de imagens em espelhos convexos que é a <u>distância focal</u>. Essa distância mede exatamente a metade do valor do raio da esfera.

Todos os raios luminosos que sejam paralelos ao eixo focal (reta horizontal que passa pelo centro de curvatura do espelho), terão prolongamentos que se encontram em um ponto dentro do espelho (ver Figura 16).

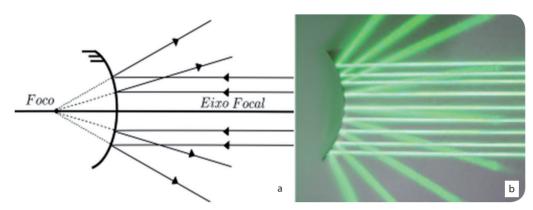


Figura 16: Reflexão de raios paralelos ao eixo focal em um espelho convexo. Na figura (a), temos um esquema mostrando como os reflexos dos raios são prolongamentos a partir do foco. Em (b), temos a imagem real de uma reflexão de raios em um espelho convexo.

A esse ponto damos o nome de foco. Para construir uma imagem nesse espelho, usaremos o mesmo processo que usamos no espelho plano. Pegaremos um raio luminoso que sai do objeto e chega ao espelho e que seja paralelo ao eixo focal, e a partir do ponto onde ele encontra a superfície do espelho, traçaremos o raio refletido.

A partir daí, podemos prolongar o raio refletido para dentro do espelho, mas precisamos de pelo menos um outro raio luminoso para completar essa imagem (na verdade, conforme discutimos anteriormente, o prolongamento de todos os raios luminosos que saem de um ponto é que formam a sua imagem. Entretanto, se quisermos saber apenas onde a imagem se encontra, apenas dois raios tornam-se necessários).

Na verdade podemos escolher qualquer raio luminoso, mas escolheremos aqui um raio bastante simples que é o raio que sai do objeto e encontra o espelho exatamente onde o eixo focal o atravessa (a esse ponto damos o nome de vértice). O prolongamento desse raio refletido se encontra com o prolongamento feito anteriormente, e neste ponto de cruzamento teremos a imagem do ponto que originou os dois raios (veja a Figura 17).

Se repetirmos essa tarefa para todos os outros pontos que constituem o objeto, formaremos por completo a imagem no espelho convexo. Perceba que, se desejamos representar a imagem de um objeto similar a uma vela, só precisamos saber onde se tocam os raios referentes à "cabeça" da vela, utilizando dois raios particulares: um que passa paralelo ao eixo focal, e um que passa pelo vértice do espelho (veja a Figura 17).

Devido ao formato do espelho e à lei da reflexão, é simples prever a direção desse raio refletido. Como a normal ao espelho no vértice é o próprio eixo focal, o ângulo entre este raio incidente e o eixo focal será igual ao ângulo formado pelo seu raio refletido e o eixo. A Figura 17 ilustra um esquema deste fenômeno.

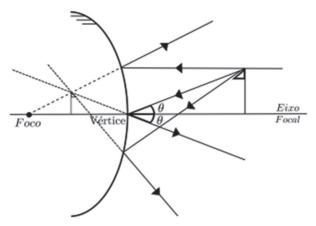
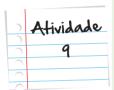


Figura 17: Veja que o raio paralelo ao eixo focal é refletido de tal modo que sua projeção passa pelo foco do espelho. O raio que incide no vértice do espelho é tal que os dois ângulos mostrados na figura são iguais. Devido ao fato de ambos os raios serem provenientes da "cabeça" da bandeira, o ponto onde as projeções destes raios refletidos se tocam corresponde à "cabeça" da imagem da mesma. Temos ainda um terceiro raio qualquer, para ressaltar o fato de que QUALQUER raio que passe pela "cabeça" do objeto corresponderá à imagem deste ponto.



Os usos de um espelho convexo

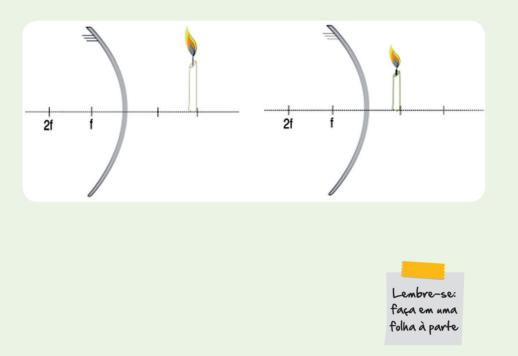
Pesquise algumas aplicações de espelhos convexos no seu dia a dia e dê, pelo menos, um exemplo do uso de espelhos convexos que são comuns em nosso cotidiano.



Construção de imagens

Atividade 10

Construa geometricamente, utilizando os raios especiais que discutimos nesta seção, a imagem formada pelo espelho dos objetos na figura a seguir.



Olhe pelo retrovisor!

De acordo com o que foi visto até aqui, explique por que motivo espelhos convexos são amplamente utilizados em retrovisores de automóveis?



| Lembre-se: |
|---------------|
| faça em uma |
| folha à parte |

Imagens formadas por espelhos côncavos

Bem, muito provavelmente você já se olhou em uma colher de aço inox, cuja superfície é refletora e bem polida. A imagem formada "pelas costas" da colher é uma imagem virtual e menor, pois ela tem um formato convexo.

Mas se olharmos na parte interna da colher, notaremos que as características da imagem formada dependem da distância do objeto (no caso, seu rosto) à colher. Há inclusive uma determinada distância em que a imagem desaparece.

Nós convidamos você a realizar o seguinte experimento: pegue uma colher de metal bem limpa e seguire-a em uma das mãos com o braço esticado, o mais distante possível de seus olhos. Feche um olho e aproxime a colher lentamente do olho que está aberto. Você perceberá que, no ponto mais distante, a imagem formada está de cabeça para baixo (invertida) e se forma atrás da colher (e, portanto, virtual). Ao aproximála, você verá a imagem aumentar gradualmente; num ponto específico, a imagem sumirá (ficará borrada e indistinguível) e prosseguindo com o movimento, surgirá uma imagem não invertida (direita) que aumentará à medida que o movimento de sua mão continuar. Diferentemente das outras imagens que vimos até o momento, esta última não se forma atrás da colher, mas sim é projetada diretamente em seus olhos (veja a Figura 18).



Figura 18: Exemplo de imagem projetada. Neste caso, a imagem foi projetada numa parede. É exatamente desta maneira que funcionam os retroprojetores.

Há imagens deste tipo, que não se formam atrás do espelho por prolongamento de raios, mas sim são projetadas à sua frente. São chamadas **imagens reais**. Vamos esquematizar os fenômenos descritos anteriormente, que esperamos que você tenha reproduzido com a colher.

Como podemos construir geometricamente as imagens formadas por um espelho côncavo?

Bem, na Figura 19, podemos ver dois tipos de raios bastante peculiares, que já foram explorados no caso dos espelhos convexos.

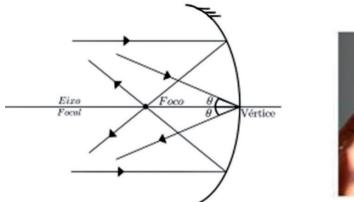




Figura 19: Em (a), temos destacados dois tipos de raios especiais. Um deles é o que viaja paralelamente ao eixo focal (e que é refletido de modo a passar pelo foco do espelho), e o que incide no vértice. Em (b), temos um feixe de raios solares paralelos ao eixo focal incidindo num espelho côncavo. Com o auxílio de fumaça, vemos a convergência desses raios no foco do espelho.

Todo raio que viaja paralelamente ao eixo focal do espelho é refletido de maneira a convergir num único ponto, que chamamos foco. Um raio que incide exatamente no centro de curvatura é refletido tal como mostrado na Figura 19a, isto é, simétrico com relação ao eixo focal. Utilizando esses dois raios especiais, ilustramos, a seguir, as imagens formadas pelo espelho côncavo, em função da posição relativa do objeto ao espelho.

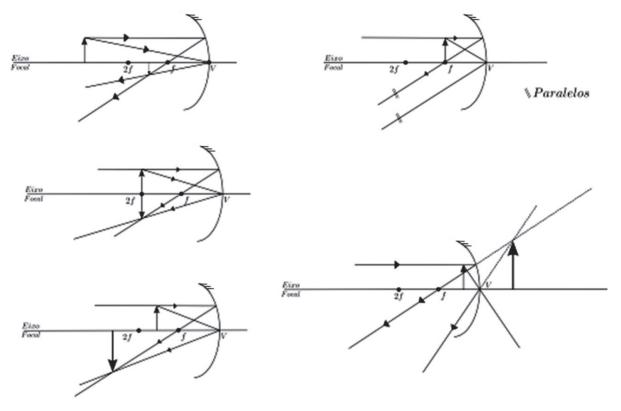


Figura 20: Imagens formadas num espelho côncavo, com respeito às posições do objeto relativas ao foco (f), vértice (V) e o raio (que é o dobro da distância focal, por isso o rotulamos por 2f).

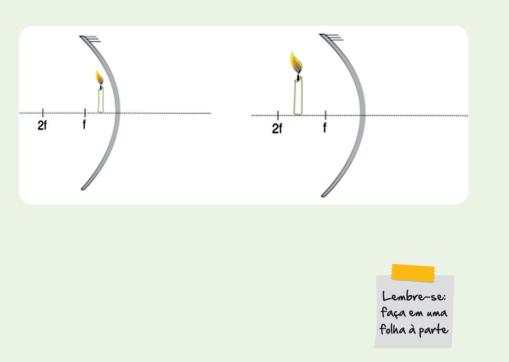
Você pode reproduzir estes diagramas facilmente. Basta possuir uma régua, papel e lápis. Escolha primeiramente onde estará o espelho. Marque a posição do foco desse espelho (por exemplo, a 5 cm do vértice), e em seguida, o raio do espelho representado na Figura por 2f (no exemplo anterior, 2f estará a 10 cm do vértice).

Lembrando que todo raio paralelo ao eixo focal passa pelo foco do espelho côncavo, e sabendo que o raio que incide no vértice e seu raio refletido correspondente estão dispostos como se o eixo focal fosse um espelho plano, podemos representar esquematicamente as imagens formadas no espelho côncavo, de maneira análoga ao que vemos na Figura 20. Finalmente, colocamos uma pergunta. As características das imagens que representamos na Figura 18 são condizentes com as imagens que você observou na superfície da colher? Lembre-se de que você controlou a distância entre o seu rosto e a superfície refletora da colher.

Construindo imagens no espelho côncavo

Construa geometricamente, utilizando os raios especiais que discutimos nesta seção, a imagem formada pelo espelho dos objetos na figura a seguir.





A partir dos conhecimentos que você obteve nesta seção, explique por que os refletores presentes em lâmpadas e faróis possuem um formato côncavo?





Neste texto, discutimos os fenômenos e conceitos básicos para o estudo da óptica geométrica. Você deve ter reparado que muitos desses fenômenos você já havia observado antes, em diversas situações de sua vida. Com o conceito de raio luminoso e a lei da reflexão, fomos capazes de construir as imagens formadas por espelhos curvos e planos. Na próxima aula, discutiremos o fenômeno de refração, e como podemos utilizá-lo para explicar a formação de imagens em lentes.

Resumo

Nesta unidade você viu que:

- Um raio luminoso é a trajetória que a luz faz a partir da sua origem.
- A lei da reflexão diz que o ângulo de incidência é igual ao ângulo de reflexão.
- A formação de sombra se dá quando um raio luminoso encontra um objeto opaco que impede a continuação de sua trajetória.
- Um feixe divergente é aquele cujos raios luminosos partem de um ponto único e se espalham em várias direções.
- Um feixe convergente é aquele cujos raios luminosos partem de direções diversas e chegam a um ponto comum.
- Um feixe colimado é aqueles cujos raios luminosos são sempre paralelos.
- Uma imagem virtual é aquela que se forma atrás do espelho.
- Uma imagem real é aquela que se forma na frente do espelho.
- Para se construir uma imagem em espelhos esféricos, usamos os prolongamentos dos raios luminosos incidentes e refletidos que passam pelo vértice e pelo foco do espelho.

Veja Ainda

Observando um espelho côncavo

Caso você não tenha conseguido realizar o experimento com a colher, como foi proposto nesta unidade, não fique triste, no link a seguir há uma animação muito interessante que descreve como a imagem de um objeto se comporta, quando é aproximado de um espelho côncavo.

http://www.youtube.com/watch?v=U4B8F2hCYus

Sombra





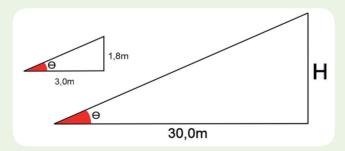
Atividade 2

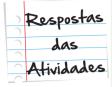
Da esquerda para a direita!

Colimado, convergente e divergente.

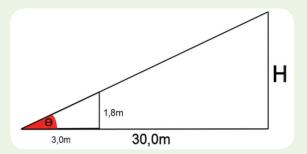
Atividade 3

Bem, a pessoa mede 1,8m e o tamanho de sua sombra é 3,0m. Com esses dados, e sabendo que os raios de luz caminham em linha reta, podemos montar um triângulo retângulo cujo cateto adjacente mede 3,0m e o cateto oposto 1,8m. Veja a figura a seguir.





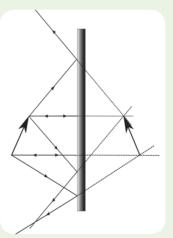
Agora podemos fazer o mesmo com o prédio e sua sombra; montar um triângulo retângulo cujo cateto adjacente ao ângulo mede 30,0m e o cateto oposto mede H, a altura que procuramos, como você pode ver na figura.



Como os raios de luz do sol vêm de muito longe, podemos considerar que eles são todos paralelos ou seja, podemos considerá-los um feixe colimado. Isso nos permite dizer que os dois triângulos formados são semelhantes. Logo, podemos realizar a semelhança de triângulos, que nos permitirá encontrar o valor da altura H do prédio.

Veja: 1,8/3,0 = H/30,0. Desenvolvendo essa equação, temos: H = (1,8 x 30,0)/3 = 18,0m

Atividade 4



Para construir esse diagrama, basta escolher dois pontos do objeto (no caso extremidades). Traçar dois raios luminosas provenientes desses pontos e prolongar os raios refletidos para dentro do espelho.

Ao se afastar do espelho, dê um passo e a sua imagem também se afastará de um passo do espelho. Note que você caminha em sentido contrário à sua imagem. Logo, nesse instante, você estará dois passos mais distante de sua imagem. Se você se afasta a um passo por segundo do espelho, a sua imagem também se afastará, com a mesma velocidade, para dentro do espelho. Isso faz com que a distância entre você e sua imagem seja o dobro da distância entre você e o espelho. Contudo, a velocidade de afastamento entre a sua imagem e você será o dobro!

Respostas das Atividades

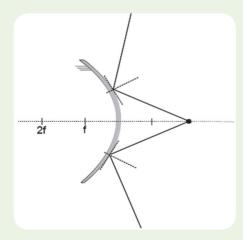
Atividade 6

QNVLA

Atividade 7

ÉSOJ

Atividade 8

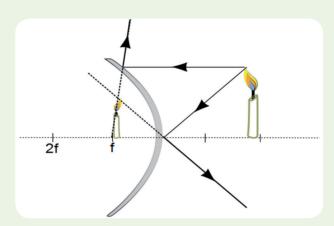




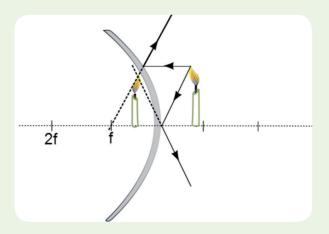
Os espelhos convexos são amplamente usados em saídas de garagem ou em lojas, pois eles ampliam o campo de visão do observador. A imagem formada por um espelho convexo tem maior amplitude, se comparada a de um espelho plano, embora seja menor que o objeto.

Atividade 10

a)



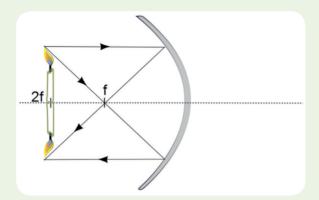
b)



Como discutido, os espelhos convexos são capazes de ampliar o espectro de visão, ou seja vemos uma imagem bem ampla em uma pequena área. Essa propriedade permite que o motorista tenha uma melhor visão do trânsito.

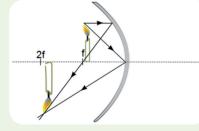


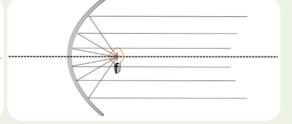
Atividade 12



Atividade 13

Quando usamos um espelho côncavo, geralmente queremos focalizar um feixe de luz, ou pelo menos evitar que ele seja muito divergente. Veja a figura a seguir.





Referências

Bibliografia Consultada

- 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



• http://www.sxc.hu/browse.phtml?f=download&id=1381517.



• http://www.sxc.hu/photo/1221586.



• http://www.sxc.hu/photo/1368439.



• http://www.sxc.hu/photo/765219.



• http://en.wikipedia.org/wiki/File:Jan_Verkolje_-_Antonie_van_Leeuwenhoek.jpg.



• http://en.wikipedia.org/wiki/File:Leeuwenhoek_Microscope.png.



• http://teca.cecierj.edu.br/popUpVisualizar.php?id=47993.



• Vitor Lara e Leonardo Pereira Vieira.



• Vitor Lara e Leonardo Pereira Vieira.



• Vitor Lara e Leonardo Pereira Vieira.



• Vitor Lara e Leonardo Pereira Vieira.



• Vitor Lara e Leonardo Pereira Vieira.



· Vitor Lara e Leonardo Pereira Vieira.



• Vitor Lara e Leonardo Pereira Vieira.



• Vitor Lara e Leonardo Pereira Vieira.



• Vitor Lara e Leonardo Pereira Vieira.



• Vitor Lara e Leonardo Pereira Vieira.



• Vitor Lara e Leonardo Pereira Vieira.



• Vitor Lara e Leonardo Pereira Vieira.



• Vitor Lara e Leonardo Pereira Vieira.



• Vitor Lara e Leonardo Pereira Vieira.



• Vitor Lara e Leonardo Pereira Vieira.



• Vitor Lara e Leonardo Pereira Vieira.



• Vitor Lara e Leonardo Pereira Vieira.



• Vitor Lara e Leonardo Pereira Vieira.



• Vitor Lara e Leonardo Pereira Vieira.



• Vitor Lara e Leonardo Pereira Vieira.



• http://www.sxc.hu/browse.phtml?f=download&id=1220957 • Ivan Prole.



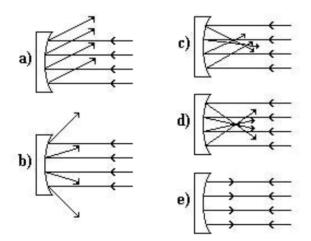
http://www.sxc.hu/985516_96035528.





(Unesp/1992) Questão 1

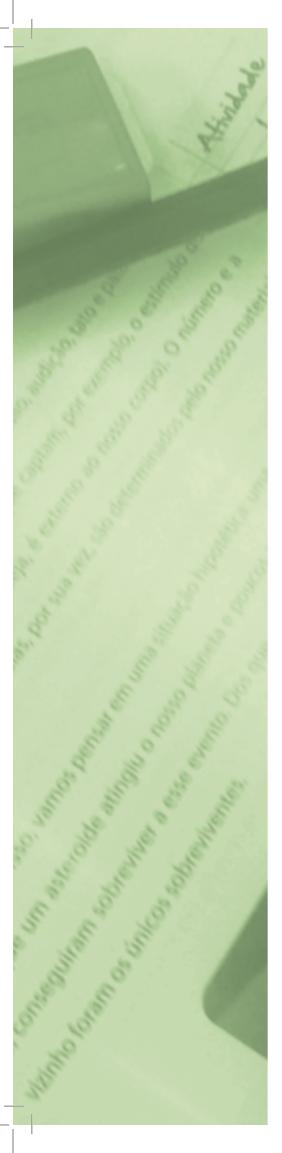
Isaac Newton foi o criador do telescópio refletor. O mais caro desses instrumentos até hoje fabricado pelo homem, o telescópio espacial Hubble (1,6 bilhão de dólares), colocado em órbita terrestre em 1990, apresentou em seu espelho côncavo, dentre outros, um defeito de fabricação que impede a obtenção de imagens bem definidas das estrelas distantes (O Estado de São Paulo, 01/08/91, p.14). Qual das figuras a seguir representaria o funcionamento perfeito do espelho do telescópio?



(Fei/1992) Atividade 2

O espelho retrovisor de uma motocicleta é convexo porque:

- a. Reduz o tamanho das imagens e aumenta o campo visual;
- b. Aumenta o tamanho das imagens e aumenta o campo visual;
- c. Reduz o tamanho das imagens e diminui o campo visual;
- d. Aumenta o tamanho das imagens e diminui o campo visual;
- e. Mantém o tamanho das imagens e aumenta o campo visual.



Refração e aplicações

Para início de conversa...

Na unidade anterior, introduzimos a ideia de raio luminoso e aplicamos esta ideia, explicando a formação de sombras e imagens em espelhos planos e curvos. Agora, vamos focar nossa atenção no fenômeno conhecido como refração, que nos permitirá entender o funcionamento das lentes, utilizadas em óculos, retroprojetores, e até nos mais poderosos telescópios, tais como o famoso **Hubble**.



Figura 1: Hubble é um satélite astronômico artificial que não possui tripulação e transporta um grande telescópio que captura tanto a luz visível quanto a infravermelha.

Objetivos de aprendizagem

- Identificar o fenômeno da refração em alguns casos simples;
- Associar a Lei de Snell à aproximação (ou afastamento) do raio, refratado com relação à normal;
- Esquematizar a construção de imagens em lentes convergentes e divergentes, como função da distância relativa entre o objeto e a lente;
- Relacionar a reflexão interna total ao funcionamento das fibras ópticas;
- Associar a refração e as lentes estudadas a situações reais em que elas podem ser utilizadas, em função de suas propriedades.

Seção 1

Refração

Para discutir o fenômeno da refração, pedimos a você que providencie um copo cheio d'água e um lápis. Coloque o lápis no copo obliquamente (inclinado) e observe a imagem formada na lateral do recipiente (veja a Figura 2).



Figura 2: Um lápis dentro de um copo d'água. Repita essa montagem e verifique que isto acontece.

O que você pode observar de estranho? O lápis parece estar "quebrado", certo? O fenômeno físico responsável por essa ilusão de óptica é chamado de refração.

Em nosso estudo sobre os fenômenos que envolvem a luz, introduzimos vários aspectos e modelos relacionados a como a luz comporta-se em determinadas situações. Agora é hora de discutirmos um pouco sobre a natureza da luz.

Você já se perguntou quanto tempo leva para que a luz saia de uma lâmpada e chegue ao chão de seu quarto, quando você a acende? Ou ainda, se ela simplesmente não chega ao chão instantaneamente, sem demorar tempo algum?

Muito provavelmente você já observou uma tempestade e viu um relâmpago na linha do horizonte. É interessante notar que o som provocado por esse fenômeno é ouvido somente alguns segundos depois dele ser visto, o que nos leva à conclusão que no mínimo a velocidade de propagação da luz é consideravelmente maior que a do som.

Para essas questões, trazemos a seguinte resposta: a velocidade da luz não é infinita, isto é, a luz leva um certo tempo para percorrer uma determinada distância. Junto a essa informação, discutiremos rapidamente um princípio muito importante em vários ramos da física.

Imagine a seguinte situação: estamos dentro de uma ambulância, que está sobre uma pista de asfalto. Queremos atravessar esta pista de asfalto, para chegar até uma emergência, que está num solo barroso (veja a Figura 3).

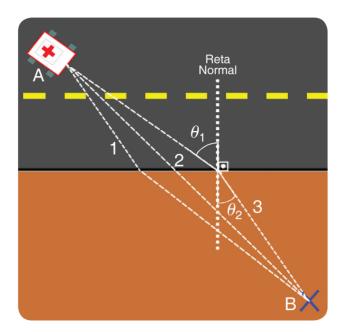


Figura 3: Vista de cima, onde temos duas pistas distintas, com formato retangular. O carro encontra-se na quina superior esquerda (ponto A), e deseja chegar à quina inferior direita (ponto B). Temos indicado 3 trajetórias possíveis para o carro, numeradas como trajetórias 1, 2 e 3.

Como você bem sabe, a maior velocidade que o carro pode atingir será maior na pista de asfalto do que na pista de barro. Suponha então que o carro viaja a 100 km/h na pista de asfalto. Se o motorista não exigir mais do motor à medida que o carro adentrar na pista de barro, a velocidade da ambulância inevitavelmente diminuirá (digamos que ela passou de 100 a 70 km/h). Agora, lembre-se que desejamos chegar ao ponto B da emergência no menor tempo possível. Na Figura 2, temos indicadas 3 possíveis trajetórias. Você seria capaz de dizer em qual das três trajetórias o carro de socorro chegará mais rapidamente ao ponto B? Registre a seguir como seria essa trajetória e por que você a escolheu.

| Atividade | |
|-----------|--|
| Atividade | |
|) | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |

Esta situação que criamos com a ambulância ilustra também o que ocorre com um raio de luz, quando o mesmo passa de um meio para outro. O fato é que a velocidade de propagação da luz depende do meio no qual a mesma está viajando. A seguir, damos alguns valores para a velocidade da luz no vácuo, no ar, no vidro e na água.

| Meio | Velocidade da luz |
|-------|-------------------|
| Vácuo | 300.000 km/s |
| Ar | ~300.000 km/s |
| Água | 225.500 km/s |
| Vidro | 200.000 km/s |



Figura 4: Ao atravessar diferentes meios, a luz refrata-se, mudando assim a sua velocidade. Isso causa uma deformação da imagem que está sendo vista.

Índice de refração

Vimos anteriormente que a velocidade da luz varia conforme o meio em que ela se propaga. Podemos associar esta mudança na velocidade da luz a um índice, que nos quantifique de alguma maneira essa variação. Definiremos o índice de refração n através da relação

$$n = \frac{\text{velocidade da luz no meio em que ela se encontra } \left(v_{\text{m}} \right)}{\text{velocidade da luz no } v \acute{a} \text{cuo } \left(v_{\text{v}} \right)}$$

$$n = \frac{V_m}{V_{v}}$$

Alguns valores de índices de refração:

| Meio | Símbolo | Valor |
|-------|---------|-------|
| Vácuo | nvacuo | 1,0 |
| Ar | nar | 1,0 |
| Água | nagua | 1,33 |
| Vidro | nvidro | 1,50 |

Agora, para ilustrar o fenômeno de maneira mais esquemática, usaremos uma fonte laser (como as facilmente encontradas em papelarias), um aquário retangular e duas gotas de leite. Misturamos o leite à água do aquário para evidenciar o trajeto do feixe luminoso, produzido pelo laser pointer, uma vez que a mistura da água com o leite acentua o espalhamento da luz, tratado na aula anterior (veja a Figura 4).

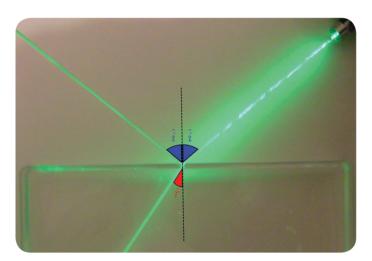


Figura 5: Veja que a direção do feixe luminoso altera-se, quando o mesmo passa do ar para a água.

Observe que direcionamos o feixe laser obliquamente à superfície do líquido, de modo que o raio incidente faça um ângulo î com relação a uma reta normal (perpendicular) à superfície. A este ângulo, damos o nome de **ângulo incidente** (veja a Figura 5).

Note que parte da luz que chega à superfície é refletida, segundo a lei da reflexão (ver aula anterior), enquanto que outra parcela penetra na mistura líquida. O ângulo r formado pelo feixe que adentrou o fluido e a normal (feixe

refratado), entretanto, é diferente do ângulo incidente. Repare que ao penetrar no fluido o feixe luminoso aproximou-se da normal, o que equivale a dizer que o ângulo r é menor que o î.

Podemos buscar uma relação **empírica** que nos permita relacionar os ângulos r e î, para um par de meios. No exemplo do parágrafo anterior os meios distintos são o ar e a mistura água-leite.

Empírico

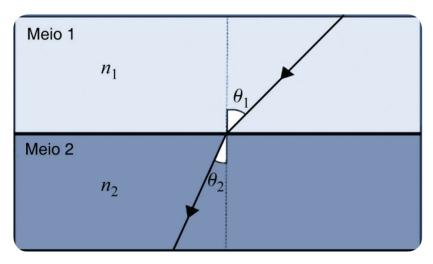
Baseado em observação de experiências.

Lei de Snell-Descartes

Existe uma equação que nos fornece quantitativamente a variação angular entre os raios incidente e refratado, e que nos possibilita descobrir qual o ângulo do raio refratado, a partir do ângulo incidente e vice versa. Ela é dada por:

$$\frac{n_1}{\operatorname{sen}\theta_1} = \frac{n_2}{\operatorname{sen}\theta_2},$$

onde n_1 é o índice de refração do meio 1 e θ_1 o ângulo incidente, e n_2 é o índice de refração do meio 2 e θ_2 o ângulo refratado (veja a figura a seguir).



Legenda: Representação esquemática da refração observada na Figura 4.

Entretanto, não vamos nos prender à aplicação da equação da lei de Snell-Descartes, pois temos como objetivo apenas deixar claro que a refração ocorre devido a uma diferença na velocidade de propagação da luz em dois meios distintos.



No exemplo anterior, vimos que o raio refratado aproximou-se da normal. Isso sempre ocorrerá quando a luz vier de um meio menos **refringente**, para um meio mais refringente, isto é, de um meio onde a velocidade é maior, para um meio onde a velocidade é menor.

Refringência

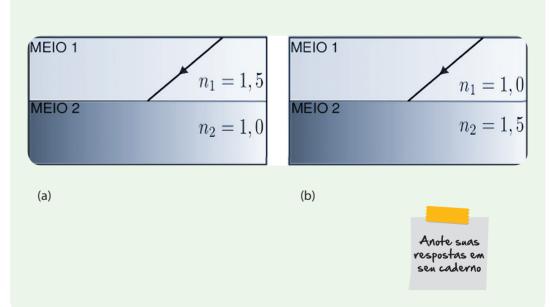
É o nome dado para a medida do índice de refração absoluto do meio onde o raio propaga-se e está diretamente relacionado à velocidade da luz, neste meio. Quanto menor for a refringência, maior será a velocidade da luz neste meio e vice versa.

Você pode se lembrar do exemplo da ambulância. Como podemos ver na Figura 3, o fato de a trajetória 3 ser a indicada, implica que a velocidade no meio 1 é maior que a velocidade no meio 2 (a ambulância percorreu uma distância maior nesse meio). O que observamos foi que o raio refratado aproximou-se da normal. Agora, quando o raio luminoso vem de um meio mais refringente para um meio menos refringente, o raio refratado afasta-se da normal, pelo mesmo motivo.



Desvio no caminho

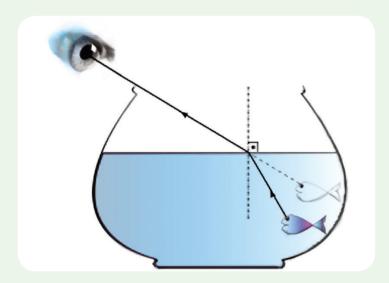
Esboce os raios refratados nos casos abaixo, onde são válidas as relações entre os índices de refração, indicados na figura.



Ele está mesmo ali?

Imagine o seguinte questionamento: Será que a posição que vemos um peixe num aquário pode ser alterada em função do fenômeno de refração, de maneira análoga ao que vimos no caso do lápis no copo d'água (veja a Figura 1)? Formule uma resposta e justifique a mesma (dica: lembre-se que o índice de refração da luz na água é maior que o índice de refração da luz no ar).







|) | Atividade |
|---------------|-----------|
| $\overline{}$ | ••• |
| | 3 |
| \cap | |
| \cap | |
| | |

No limite entre os meios

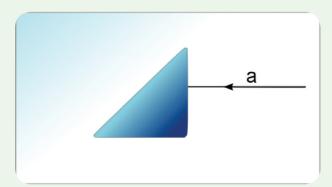
Perceba que pelo que discutimos nesta seção, quando saímos de um meio mais refringente para um meio menos refringente, o raio refratado afasta-se da normal. Será que existe um raio inclinado de tal maneira, que o raio refratado encontrar-se-ia exatamente sobre a interface que separa os dois meios? Qual seria o ângulo refratado? Se um raio incidente possuir um ângulo superior a este, como será o raio refratado?





Por um prisma diferente

A imagem a seguir indica um raio luminoso (a) que entrará no prisma. Esboce na figura o raio, refratado do ar para o prisma e o raio que refrata do prisma para o ar. Lembre-se do que acontece com o raio refratado, quando o mesmo sai de um meio mais refringente para um menos refringente (e vice-versa).



Anote suas respostas em seu caderno

Seção 2

Ângulo Limite

Com a discussão que fizemos agora há pouco, podemos explorar um fenômeno bastante interessante, responsável por 90% das comunicações digitais, tais como telefonia móvel e fixa, Internet com e sem fio, transações bancárias, dentre outros. A fibra óptica, largamente usada nas comunicações, baseia-se no fenômeno de **reflexão interna total**, que pode acontecer quando a luz viaja num meio mais refringente e tenta passar para um meio menos refringente, mas não consegue.

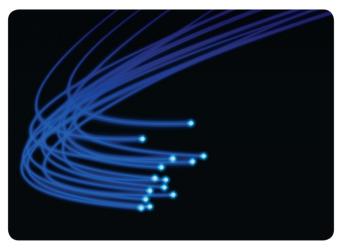


Figura 6: A fibra óptica é uma realidade em nosso cotidiano, através de aplicações cada vez mais diversificadas, desde linhas telefônicas a conexões com a Internet. Seu funcionamento baseia-se nos fenômenos de reflexão interna total.

Existe uma condição especial para que isso ocorra. O ângulo de incidência tem de ser maior que o *ângulo limite*. Esse ângulo específico é determinado da seguinte forma: se formos aumentando o ângulo de incidência, podemos notar que o raio refratado afasta-se cada vez mais da reta normal.

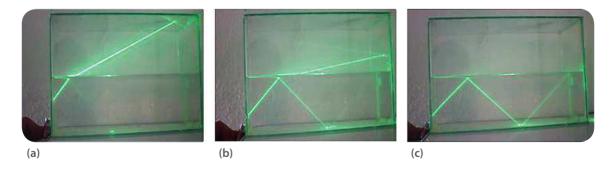
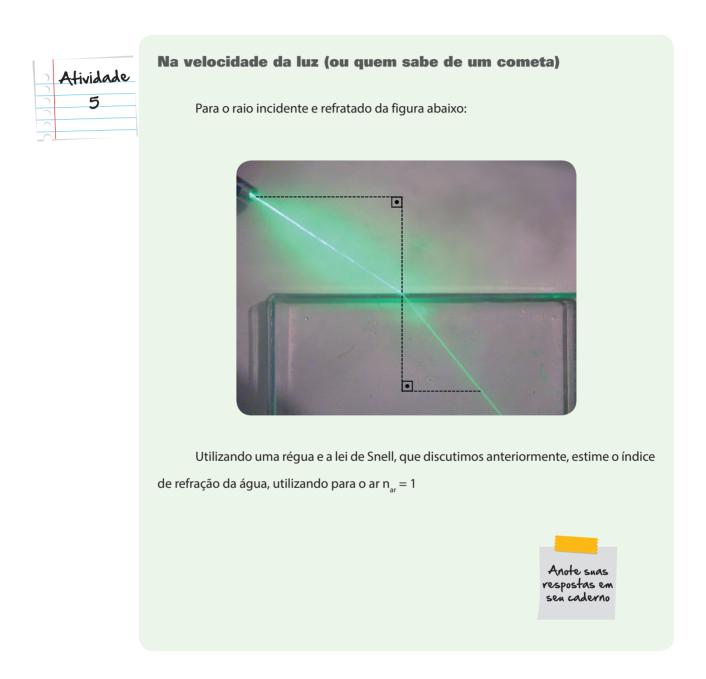


Figura 7: Repare que aos poucos, o raio refratado, que sai da mistura água-leite para o ar com fumaça, afasta-se cada vez mais da normal. Existe um ângulo especial a partir do qual nenhuma parcela do feixe incidente será refratada (7c).

Chegará um momento que o raio refratado passará rente à superfície da água (veja a Figura 7b). Note que o ângulo de refração mede 90°, justamente por que o raio sai paralelo à interface que separa ambos os meios. Se aumentarmos o ângulo de incidência, nem que seja de muito pouco, a luz será refletida totalmente e não sairá de dentro da água (veja a Figura 7c).



A fibra óptica é capaz de transmitir informação, através de raios luminosos que são refletidos repetidas vezes dentro de um tubo transparente, como pode ser visto na Figura 8.

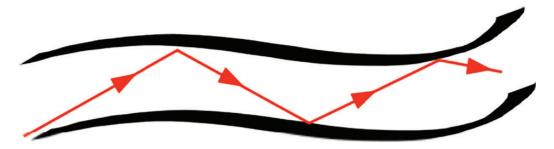


Figura 8: Representação esquemática do funcionamento da fibra óptica (onde ocorrem sucessivas reflexões totais).

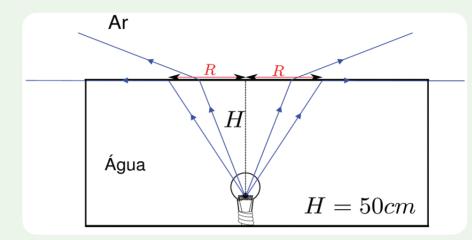
Com um copo transparente, que possui a mistura de água e leite, podemos repetir o fenômeno de reflexão interna ocorrido na fibra (veja a Figura 9).



Figura 9: Utilizando um copo com água e leite, conseguimos reproduzir o fenômeno da reflexão total, responsável pelo funcionamento das fibras ópticas.



Passando dos limites



Consultando a tabela com alguns índices de refração, utilize a fórmula do ângulo limite para determinar qual será o valor do raio R que se forma na superfície que separa o ar e a água, na figura deste exercício, devido à reflexão total.



Seção 3

Lentes

Vamos utilizar o exemplo do prisma, que discutimos agora há pouco. Suponha que temos a nossa disposição dois prismas, dispostos como na figura a seguir.

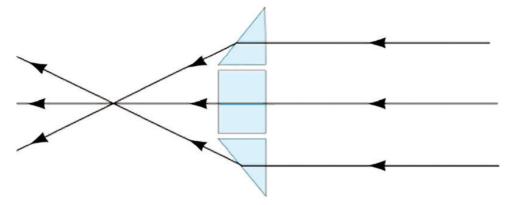


Figura 10: Conjunto de prismas, utilizados em conjunto para convergir os raios paralelos que incidem neles.

Perceba que os raios incidentes, paralelos entre si, têm a sua direção alterada, depois de atravessar o arranjo de prismas. Isso aconteceu devido ao formato peculiar deste arranjo e às propriedades do prisma, que você explorou na atividade 4. Chamamos qualquer objeto transparente, com um formato similar ao da Figura 10 de lente. Repare que o feixe da Figura 10, que inicialmente era *colimado*, converge para um único ponto, que chamamos de foco. As lentes capazes de concentrar feixes luminosos são chamadas de **lentes convergentes**.

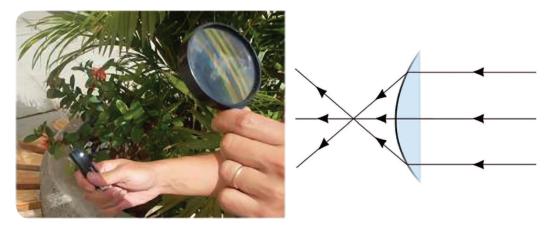


Figura 11: À esquerda, vemos como uma lente convergente (no caso uma lupa) consegue concentrar os raios solares. À direita, temos um diagrama que esquematiza o fenômeno visto com a lupa.

Podemos construir uma lente que possua um formato diferente do que vemos na Figura 11 e que possui a capacidade de divergir feixes luminosos, como podemos ver na figura a seguir.

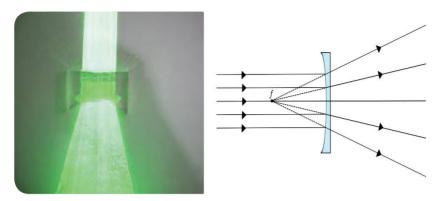


Figura 12: Temos um feixe colimado, incidindo numa lente divergente. Este feixe é paralelo ao eixo principal da lente. Podemos ver que o feixe passa a ser divergente.

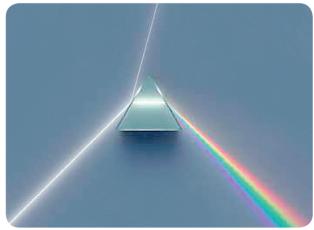
Note que o formato de lentes deste tipo é diferente das lentes convergentes. Enquanto as lentes convergentes possuem pelo menos uma face abaulada para fora, as lentes divergentes possuem uma sinuosidade para "dentro". Não iremos nos aprofundar muito nas especificidades das lentes. Entretanto, é importante acrescentar que existe toda uma variedade de lentes distintas.

Vamos agora nos debruçar sobre a formação de imagens nestas duas categorias de lentes, as divergentes e as convergentes, explorando as características das imagens formadas.



O mundo colorido dos prismas

Os prismas são largamente usados em binóculos, pois se tornam um ótimo espelho, quando ocorre a reflexão interna total. Para tanto, o raio de luz que tenta sair do prisma, tem de fazer um ângulo com a normal que seja maior que no ângulo limite. Mas, existe uma condição muito interessante que faz com que uma luz branca (como a do sol) seja decomposta em muitas outras por um prisma (veja a figura).



Legenda: Imagem de um prisma. Cada cor possui um índice de refração diferente e por isso as cores são separadas.

Isso ocorre por que cada cor tem uma faixa de frequência e cada frequência tem um índice de refração distinto para um dado material. Logo, a luz branca quando entra num prisma, cada frequência terá um ângulo de refração diferente. O que separa todas essas cores. Vale dizer que as cores são inúmeras e não sete como comumente pensamos.



Seção 4

Fomação de imagens em Lentes

Lentes Divergentes

Algum dos membros da sua família possui dificuldade para enxergar de longe? A esta disfunção damos o nome de **miopia**. Se você tiver alguém assim ao seu redor, peça a esta pessoa que lhe empreste, se ela tiver, seu par de óculos.

As lentes que compõe esse par de óculos são divergentes, conforme você pode constatar pelo seu formato. Segure com uma das mãos o par de óculos, feche um dos seus olhos e posicione os óculos o mais distante que puder do seu olho aberto.

Agora, fixe sua visão na direção da imagem formada por uma das lentes. Modifique a distância entre a lente e seu olho aberto, trazendo-o lentamente na direção do seu olho. O que acontece com a imagem?

Note que a imagem formada será sempre menor que o objeto observado e será sempre direita, de maneira bastante similar ao caso do espelho convexo. Como podemos entender um pouco mais a formação de imagens neste tipo de lente?

Primeiro, perceba que existe uma distância muito peculiar. Se direcionarmos um feixe colimado numa lente divergente, ele abrirá, conforme podemos ver na Figura 13.

Veja que não existe um ponto onde todos os raios que compõe o feixe encontram-se para que possamos chamá-lo de foco. Entretanto, podemos ver na Figura 13 que o prolongamento dos raios refratados parece emanar de um único ponto, que chamaremos de foco da lente.

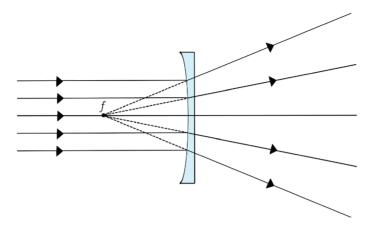


Figura 13: Diagrama que representa o que ocorre com um feixe colimado, quando o mesmo incide sobre uma lente divergente.

A distância entre o vértice e o foco é chamada de distância focal.

Para finalmente efetuarmos a construção de uma imagem por uma lente divergente, precisamos de alguns raios bastante especiais. O primeiro deles será o raio paralelo ao eixo focal. Podemos ver raios deste tipo na figura acima. O feixe colimado que incide na lente é composto por raios deste tipo. Como pudemos observar, estes raios possuem como propriedade o fato de seu prolongamento emanar do foco da lente. Já o segundo tipo de raio não sofre mudança na sua direção de propagação. Sempre que um raio passa no vértice (ponto onde o eixo focal cruza com a lente), ele não sofre desvio.

Vamos agora utilizar estes raios para construir a imagem formada por este tipo de lente. Temos na Figura 14 o objeto, a lente e a imagem formada.

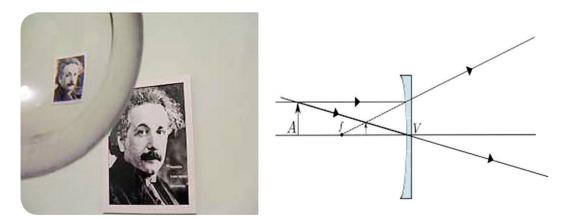


Figura 14: À esquerda, temos a imagem formada por uma lente divergente da foto de Einstein. Já à direita, temos um diagrama esquemático que mostra como a imagem vista à esquerda se forma.

Já, à direita da Figura 14, temos um diagrama que ilustra como a utilização dos dois raios descritos no parágrafo anterior nos permite construir a imagem do objeto A. O raio paralelo ao eixo focal que passa pela "cabeça" do objeto diverge de tal maneira que seu prolongamento passa pelo foco da lente. Já o raio que passa no vértice da lente não sofre desvio (por causa disso, a projeção deste raio acaba "caindo" nele mesmo). Perceba que apenas a projeção dos raios é que se cruzam, entre o objeto e a lente. No cruzamento destas projeções, será formada a "cabeça" da imagem. Ressaltamos novamente que, embora tenhamos utilizado apenas dois raios, todo e qualquer raio que passe pela "cabeça" do objeto e atravesse a lente contribuirá na formação da imagem.

Mantendo o foco

Como você faria para determinar a distância focal dos óculos de alguém que é míope, sem perguntar a ela? Procure um par de óculos feito para míopes e determine o valor da distância focal das lentes (sugestão: pode ser útil utilizar fumaça e um apontador laser, para poder ver o traçado dos raios luminosos).



Anote suas respostas en seu caderno

Lentes Convergentes

Esse tipo de lente é largamente usado em instrumentos ópticos, tais como: lunetas, microscópios, farol de carros, projetores de cinema, entre outros. Diferente das lentes divergentes, a convergente é capaz de concentrar os raios que nela chegam (veja a Figura 15).



Figura 15: Temos um feixe luminoso paralelo ao eixo principal da lente (ou perpendicular à superfície plana da mesma, se você preferir). Podemos ver que a lente converge todos estes raios para o seu foco.

As imagens formadas por esse tipo de lente podem ser projetadas em um anteparo (uma parede, por exemplo), e por isso são tão importantes. Todos os casos em que você viu uma imagem projetada, como num cinema ou seminário, uma lente convergente estava presente.

Vamos agora entender a construção de imagens para essa lente. Como anteriormente precisaremos de pelo menos 2 raios para construí-las. Usaremos um raio que passa paralelamente ao eixo focal e um outro que passa pelo vértice da lente. Desta vez, todos os raios que se propagam paralelamente ao eixo focal serão convergidos de tal modo a passarem pelo ponto que chamamos de foco da lente. Já os raios que passam pelo vértice continuam transpassando a lente sem sofrer desvio algum, como na lente divergente.

Mais uma vez nós o convidamos a participar ativamente na construção de um experimento. Para essa atividade você pode utilizar uma lupa ou um par de óculos usado por portadores de hipermetropia. Dentro de um cômodo com uma janela disponha a lente, da lupa ou dos óculos, entre a janela e uma parede. Ao variar a distância entre a parede e a lente, você perceberá que uma imagem da janela (e da paisagem de fundo que ela dispõe) surgirá projetada na parede. Para exemplificar este mesmo fenômeno, dispomos a imagem de uma vela, projetada numa parede (veja a Figura 16). Sugerimos que você procure fazer experiências semelhantes com os instrumentos indicados anteriormente.



Figura 16: Imagem da vela, projetada na parede com o auxílio de uma lente convergente.

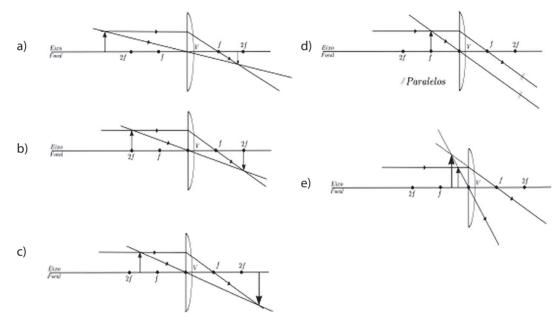


Figura 17: Imagem de uma lente projetada numa parede por uma lente convergente. Perceba que uma das faces da lente é abaulada.

Estamos aptos agora a construir as imagens geradas por uma lente convergente. Quando a lente está a uma distância superior a duas vezes a distância focal, a imagem será projetada, e será invertida e menor, conforme você pôde constatar com a lupa. Veja o diagrama na Figura 17. Observe a trajetória descrita por um raio paralelo ao eixo focal e que passa pela cabeça do objeto e a de um raio que passa pelo vértice da lente (cuja direção portanto não se altera). Estes raios encontram-se em um ponto, que está "atrás" da lente (para o objeto). A este ponto corresponde a imagem da "cabeça" do objeto, o que mostra que a imagem projetada será de fato menor e invertida. Como a imagem é projetada, trata-se de uma imagem real. À medida que o objeto aproxima-se da lente, o comportamento da imagem altera-se. Quando o objeto está a uma distância exatamente igual ao dobro da distância focal, a imagem terá exatamente o mesmo tamanho que o objeto (veja a Figura 17c), e continuará sendo invertida e real. Quando aproximamos o objeto um

pouco mais, de modo que ele esteja entre 2f e f, a imagem passa a ser maior que o objeto, embora ainda seja real e invertida. Quando o objeto está exatamente em cima do foco, não haverá imagem (conforme você pode ver na Figura 17b os raios nunca se encontram, isto é, são paralelos). Por fim, quando o objeto estiver entre o vértice e o foco da lente, sua imagem voltará a ser formada pelas projeções de raios refradados, de modo que será virtual, direita e aumentada (veja a Figura 18).



Figura 18: Quando o objeto está entre o vértice e o foco, a imagem é maior, virtual (formada pela projeção de raios) e direita.

Nesta aula, introduzimos o fenômeno de refração, relacionando-o à diversas ferramentas e tecnologias, tais como a fibra óptica e diferentes tipos de lentes. Descobrimos que este fenômeno está relacionado à variação de velocidade que a luz sofre quando a mesma vai de um meio à outro. Utilizando alguns raios especiais, fomos capazes de construir a imagem formada em lentes convergentes e divergentes.

Resumo

Nesta unidade, discutimos:

- O fenômeno da refração, que ocorre quando a luz troca de meio, associando este fenômeno à variação da velocidade da luz entre meios distintos;
- A reflexão total, que pode ocorrer quando a luz vai de um meio mais refringente (menor velocidade) para um menos refringente (maior velocidade), e sua aplicação tecnológica, por exemplo, as fibras ópticas;
- Utilizando os raios principais, fomos capazes de descrever as imagens formadas por lentes convergentes e divergentes, obtendo resultados compatíveis com os verificados experimentalmente.

Veja Ainda

O Olho Humano

Com todo o conhecimento construído até agora, seremos capazes, tentaremos entender o funcionamento do olho humano. Esquematicamente, podemos modelá-lo como um instrumento óptico formado por um globo dotado de duas lentes convergentes, um obturador e um anteparo. Um obturador é um dispositivo que controla a entrada de luz numa cavidade. No olho, quem faz esse papel é a íris, um músculo que, quando tencionado, é capaz de se fechar, diminuindo seu diâmetro.

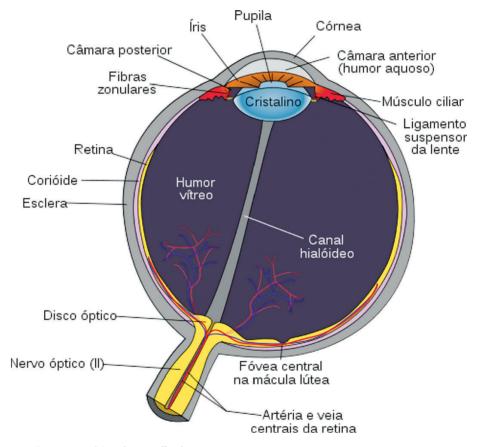


Figura 19: Representação esquemática de um olho humano

Nesta imagem, também podemos ver a córnea e o cristalino, que são um par de lentes convergentes acopladas. Um feixe luminoso que vem de um determinado local é refratado pela córnea e pelo cristalino, formando uma imagem no fundo do olho, que é chamado de retina. A retina é dotada de células capazes de transformar a luz em impulsos nervosos que são interpretados pelo cérebro. A visão dá-se por todo esse processo. Como toda imagem que

o olho capta é projetada em sua retina, temos que toda imagem será invertida e real, conforme aprendemos (ver a parte relativa à formação de imagens em lentes convergentes). Não vemos o mundo de maneira invertida por que nosso cérebro corrige todas estas imagens, girando-as adequadamente.

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



• http://www.sxc.hu/browse.phtml?f=download&id=1381517.



• http://pt.wikipedia.org/wiki/Ficheiro:Sts109-708-038a.jpg.



• http://www.sxc.hu/photo/968512.



• http://www.sxc.hu/photo/1067599.



 $\bullet \ http://commons.wikimedia.org/wiki/File: Schematic_diagram_of_the_human_eye_pt.svg.$



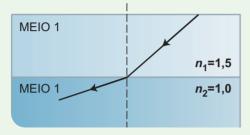
• http://www.sxc.hu/photo/517386 • David Hartman.

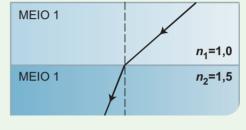


• http://www.sxc.hu/985516_96035528.

Nessa questão temos que nos lembrar que quando a luz passa de um meio mais refringente para um menos refringente, a luz tende a se afastar da reta normal à superfície de separação entre os meios; e quando a luz vem de um meio menos refringente para um meio mais refringente o raio luminoso tende a se aproximar da reta normal!

Respostas das Atividades





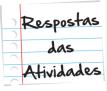
a) o raio refratado se afasta da normal

b) o raio refratado se aproxima da normal

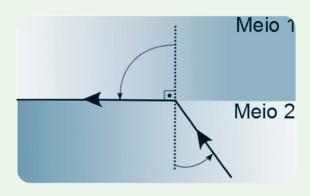
Atividade 2

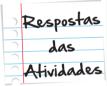
Sim! Pois a luz que vem do peixe sai de um meio mais refringente para um meio menos refringente e portanto se afasta da normal. Isso faz com que a luz que chega aos olhos do observador tenha uma direção diferente da quela que seria se não houvesse água. Logo, temos a impressão que o peixe está mais acima do que realmente está!





Sim, ele existe! Como nesse caso o raio refratado tende a se afastar da normal. A medida que o ângulo do raio incidente o ângulo do raio refratado também aumenta, assim o raio refratado tende a se afastar de reta normal etá que chega a um limite, que vale 90°.

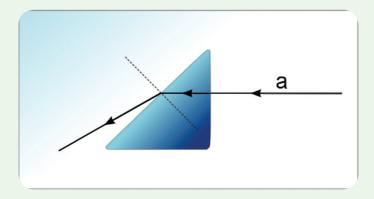




Atividade 4

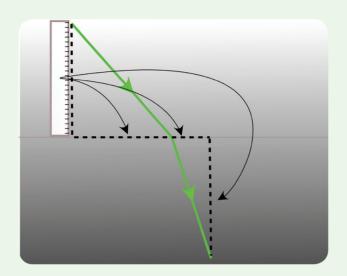
Nesse caso o que pode parecer difícil é o fato de que a reta normal a superfície de separação está inclinada, pois a superfície onde a lus passa do vidro para o ar também está inclinada.

Visto isso, basta aplicar a regra que já conhecemos: quando a lus passa de um meio mais refringente para uma menos refringente, a luz se afasta da normal.



Nessa questão, você deve utilizar uma régua para medir os catetos dos triângulos retângulos formados pelos raios incidentes, refratados e as linhas pontilhada. Veja a figura a seguir:





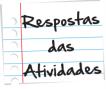
assim podemos utilizar a semelhança de triângulos onde o cateto menor está para o cateto menor e o cateto maior está para o cateto maior.

Atividade 6

Para essa questão temos que usar a fórmula que aprendemos: n_1 sen $\theta_1 = n_2$ x sen 90°. vamos lembrar que e em sen θ_2 , $\theta_2 = 90$ ° por que o ângulo refratado da água para o ar é paralelo e rente a superfície da água. Assim o ângulo que ela faz com a normal vale 90°. Sabemos também que o sen 90°= 1, portanto temos a seguinte equação:

$$n_1 \operatorname{sen} \theta_1 = n2 \times 1$$





Então podemos escrever:

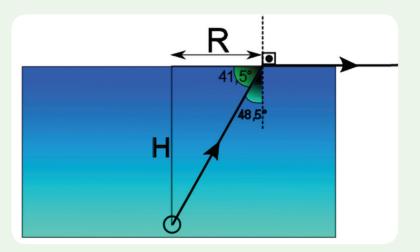
$$sen \theta_1 = n2/n1$$

Sabemos que $n_1=1,3$ e que $n_2=1,0$. Assim temos que descobrir o ângulo cujo seno vale 0,75!

Ao olhar uma tabela de senos vemos que esse ângulo vale 48,5° aproximadamente.

Agora sim!

Podemos construir um esquema geométrico para determinar o raio pedido na questão ver figura.



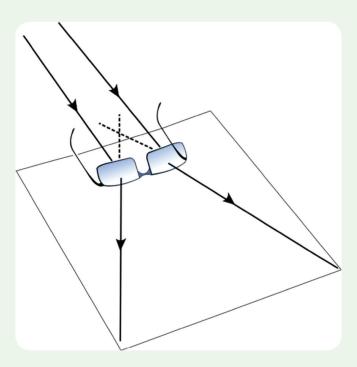
Agora podemos fazer a seguinte relação: a tg 41,5°= H/R e H=50cm, logo:

1,33=50/R portanto R=50/1,33=37,6 cm.

Obs: podemos perceber a complexidade na resolução desse exercício, mas o consideramos muito esclarecedor e completo em vários aspectos!

Bem esse exercício lhe pede, na verdade, uma estimativa desse valor. Para tanto, basta apoiar o par de óculos sobre uma folha branca e injetar um feixe laser (desses tipo chaveiro). Você notará que esse feixe tende a divergir; marque com uma régua o feixe refratado e em seguida mude o feixe de posição e repita a marcação, veja na figura!

Agora você só precisa prolongar os feixes refratados até que eles se encontram. Com uma régua meça a distância entre a lente do óculos e o ponto de encontro dos feixes prolongados.



Respostas das Atividades



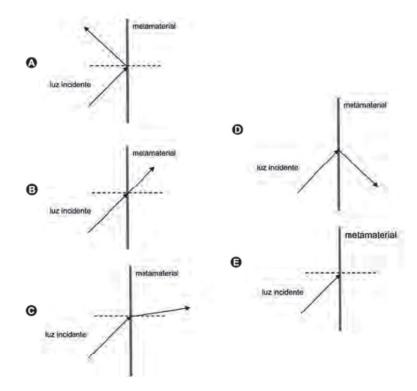


Atividade 1 (ENEM 2011)

Um grupo de cientistas liderado por pesquisadores do Instituto de Tecnologia da Califórnia (Caltech), nos Estados Unidos, construiu o primeiro metamaterial que apresenta valor negativo do índice de refração relativo para a luz visível. Denomina-se metamaterial um material óptico artificial, tridimensional, formado por pequenas estruturas menores do que o comprimento de onda da luz, o que lhe dá propriedades e comportamentos que não são encontrados em materiais naturais. Esse material tem sido chamado de "canhoto".

Disponível em: http://www.inovacaotecnologica.com.br. Acesso em: 28 abr. 2010 (adaptado).

Considerando o comportamento atípico desse metamaterial, qual é a figura que representa a refração da luz ao passar do ar para esse meio?

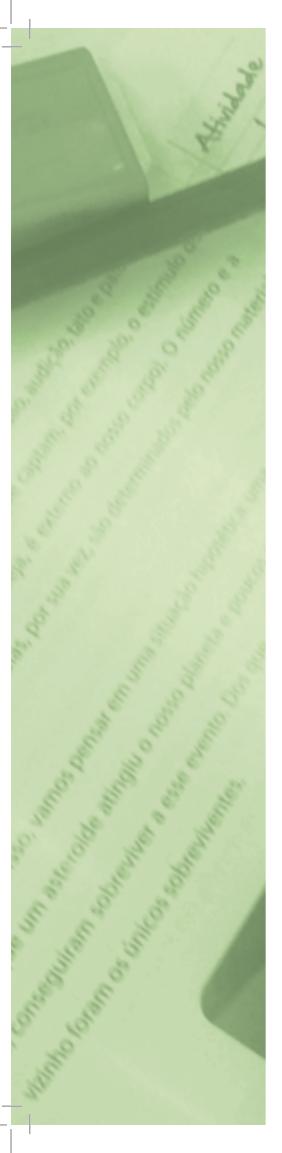


Resposta: Letra D

Comentário:

De acordo com o enunciado, o metamaterial apresenta propriedades e comportamentos que não são encontrados em materiais naturais. Assim sendo, a única alternativa que pode representar a refração da luz ao passar para o metamaterial é a D





Entrando nessa onda

Para início de conversa...

Antigamente, até o século XIX, não havia o hábito de se fazer a assepsia (ou seja, cuidados de higiene) para realização de um parto. O pré-natal, ou seja, o acompanhamento da gestação de uma criança, também não ocorria. Naquela época, por exemplo, só se sabia o sexo do bebê no momento do nascimento. Da mesma forma, problemas no desenvolvimento do feto também só eram percebidos após o seu nascimento.

Estudos biológicos mostram que o tamanho da cabeça da criança é relacionado a uma característica evolutiva dos seres que andam sobre duas pernas: ela não pode ser grande demais para passar na cavidade da bacia da mulher. No entanto, uma cabeça "pequena demais" pode representar algum problema de desenvolvimento da criança.



A medição do tamanho da cabeça e a descoberta do sexo da criança ainda na barriga da mãe são possibilidades modernas. Elas existem porque, nos dias de hoje, existem equipamentos que nos possibilitam ver dentro da barriga de uma gestante e avaliar o que está acontecendo. Um desses equipamentos, importantíssimo para acompanhamento pré-natal, é o ultrassom.

Você deve estar se perguntando o que esse ultrassom tem a ver com esta aula... Pois a resposta é muito simples: um aparelho de ultrassom é um aparelho que emite ondas. Você sabe o que é uma onda?

Provavelmente, você tem um conceito **intuitivo** sobre esse assunto, e é em cima dele que trabalharemos nesta aula. Por exemplo, deve vir à sua cabeça a onda do mar, ou duas crianças segurando e balançando uma corda esticada. Ou os círculos que se formam na superfície da água quando jogamos uma pedrinha em um lago calmo.

Intuitivo

Que se conhece por intuição.





Figura 1: Ondas do mar e vibrações circulares na água são exemplos cotidianos de ondas que estamos acostumados a observar.

As ondas realmente estão em toda parte. Um mosquito passando perto do seu ouvido (e perturbando seu sossego) produz um som agudo. Se for uma abelha, produz um som mais grave. Veremos mais tarde que o som é um tipo de onda também. E a luz, que já estudamos um pouco nas duas aulas passadas, são também ondas, de um tipo diferente das do som.

As propriedades básicas das ondas são conceitos muito importantes na Física e no nosso dia a dia, da música ao acompanhamento do nascimento dos bebês. Por esse motivo, você aprenderá sobre isso nesta aula.

Objetivos de Aprendizagem

- Conceituar onda e seus diferentes tipos.
- Identificar as propriedades básicas de uma onda.
- Calcular a frequência de uma onda.
- Calcular o comprimento de onda.
- Aplicar o conceito de intensidade da onda.



Seção 1

O que é uma onda

Vamos começar discutindo uma onda numa corda. Imagine duas crianças brincando com uma corda esticada. Vamos supor que a criança da direita segure a corda sem se mexer. A corda, inicialmente, está parada. Se a criança da esquerda subir e descer a mão rapidamente, voltando a mão para o mesmo lugar, então um pulso vai se propagar na corda. Imagine como isso acontece. A corda como um todo continua parada. Mas cada pedacinho da corda sobe e depois desce. E o pulso vai se propagando para a direita. Ao final, a criança da direita sente um puxão na mão dela. Veja Figura 2.



Figura 2: Um pulso se movimenta da esquerda para a direita na corda esticada, resultado de um movimento brusco para cima e para baixo na ponta da corda do lado direito.

Agora, vamos imaginar que a criança da esquerda balança a extremidade da corda, para cima e para baixo, de forma rápida, contínua e ritmada. Um pulso depois do outro vai se propagando para a esquerda. Veja Figura 3.

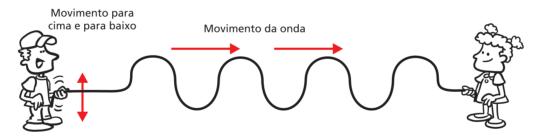


Figura 3: Uma corda esticada cuja extremidade esquerda é balançada, para cima e para baixo, de forma ritmada. Uma onda (uma sucessão de pulsos) se movimenta para a direita.

É importante perceber que a corda, ela mesma, não está se movendo para a direita, pois as duas crianças estão paradas. Mas a onda na corda, essa sucessão de pulsos para a esquerda na figura, se move. Vamos ver mais tarde que algo que se movimenta possui energia cinética, energia de movimento. O movimento da mão da criança possui energia cinética e a transmite para a corda. Essa energia cinética se propaga na corda, a criança na outra ponta sente o mo-

vimento da corda na sua mão. Ou seja, a energia está se movendo, mas a corda como um todo está parada. A energia poderia ser transmitida, da mão da criança da esquerda para a mão da criança da direita, quando a primeira jogasse uma bola para a segunda. A energia é transmitida porque a matéria (no caso, a bola) movimentou-se de uma mão para a outra. Mas, no caso da corda, é diferente. A matéria (a corda) está parada, a energia flui nela em forma de onda.

Podemos sintetizar, então, o conceito de onda da seguinte forma:

Onda é o transporte de energia de um ponto a outro do espaço sem que haja transporte de matéria.

Seção 2

Tipos de ondas

A onda que utilizamos como exemplo na seção passada é uma onda mecânica, ou seja, que necessita de um meio para se propagar. O meio no exemplo anterior foi a corda. As ondas na superfície de um lago, por exemplo, têm como meio a água.

Pode parecer estranho, mas existe um tipo de onda, que estudaremos mais tarde, chamada **onda eletromagnética**, que pode se **propagar** no vácuo (vazio), não precisa de um meio para se propagar. Essas ondas têm a ver com os fenômenos ligados à eletricidade e ao magnetismo. Mas, nesta aula, só estudaremos ondas mecânicas.

Propagar

Difundir, divulgar, multiplicar, espalhar.

Mencionamos, no início, que uma pedra lançada no lago cria um pulso que se propaga como um círculo a partir do ponto aonde ela entra na água. Mas para que haja uma onda (ou seja, muitos pulsos um atrás do outro) podemos imaginar que, ao invés da pedra, uma pessoa num barquinho permanece batendo, de leve com a pontinha de uma vareta no mesmo ponto da água, conforme ilustrado na Figura 4.

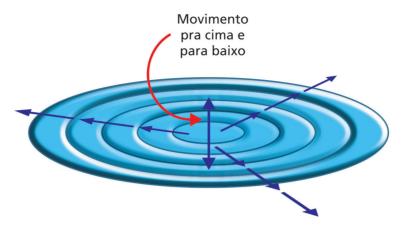


Figura 4: Ondas se propagando num lago bem calmo a partir de um ponto onde alguém balança a pontinha de uma vareta para baixo e para cima.

Quando comparamos as ondas que se propagam na superfície da água do lago e as ondas que se propagam na corda, temos algumas diferenças. Uma delas, claro, é o meio, o primeiro é a água e o segundo é a corda. Mas outra diferença é que o pulso na corda se movimenta em uma dimensão (a velocidade do pulso tem uma direção que é a mesma da corda). Veja a Figura 3.

Por outro lado, as ondas que se movimentam na superfície do lago se movimentam em duas dimensões, ou seja, numa superfície plana. Veja a Figura 4. Aqui, a velocidade da onda não tem uma única direção. A partir da origem da onda todas as direções são permitidas. Mas se você imaginar uma direção apenas no lago, ou seja, uma reta saindo do ponto onde a onda está sendo produzida, o movimento da onda, nessa reta, seria muito parecido com o movimento da onda numa corda!

Os dois exemplos que mencionamos são ondas mecânicas transversais. Chamamos ondas transversais as ondas cujo meio (seja a corda ou a superfície do lago) se move para cima e para baixo, porém a onda mesmo anda horizontalmente, em cima da corda ou sobre a superfície do lago. Mas há outros tipos de ondas mecânicas. Veja a Figura 5.

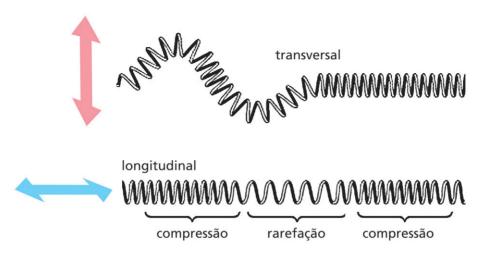


Figura 5: Duas molas compridas nas quais se produzem dois tipos de ondas. Na figura de cima, temos uma ilustração de ondas transversais e, na figura de baixo, ondas longitudinais.

Na parte de cima da Figura 5, ilustramos uma onda transversal produzida numa longa mola. O comportamento da onda é o mesmo que já discutimos nos exemplos da corda e no exemplo do lago. A mola fica parada e a onda se propaga para a direita. Cada pedaço da mola sobe e desce no lugar e a onda vai se propagando para a direita.

Na parte de baixo da figura, ilustramos um novo tipo de onda, a onda longitudinal. Esse tipo não pode ser produzido numa corda. Imagine agora alguém puxando e empurrando a extremidade esquerda da mola. Agora, ao invés de termos **cristas** e **vales**, temos zonas de compressão (onde a mola está mais comprimida) e zonas de rarefação (onde a mola está mais relaxada), como ilustrado na figura. Observe que um pedacinho da mola vai para frente e para trás, mas a mola como um todo não sai do lugar. Ou seja, aqui o meio (a mola) e a onda se movem na mesma direção, ao longo da mola, e por isso chamamos a esse tipo,onda longitudinal.

Crista

É o nome da parte da onda que faz uma curva para cima e o vale é a parte da onda que faz uma curva para baixo, entre duas cristas.

Uma nova onda

Na mola comprida, mencionada anteriormente, estudamos dois tipos de onda. Um que se obtinha balançando uma das extremidades da mola para cima e para baixo (transversal) e o outro, empurrando e puxando a ponta da mola (longitudinal). Imagine que tipo de onda você obteria se torcesse levemente a ponta da mola para um lado e para o outro, repetidamente. Faça um esquema de como essa onda se comportaria.





Seção 3

Propriedades fundamentais das ondas

Vamos redesenhar a Figura 3, agora com mais detalhes, na Figura 6. Queremos obter as propriedades fundamentais das ondas. Antes da extremidade da esquerda da corda ser balançada, vamos supor que a corda se encontre parada. Essa posição é denominada posição de equilíbrio. A extremidade esquerda é balançada para cima e para baixo. Temos, então, de novo a onda, que é composta de vários pulsos, todos eles se movimentando para a direita, um depois do outro.

Cada pulso tem uma parte alta, que chamamos crista e outra baixa que chamamos vale (veja Figura 6). A distância entre duas cristas sucessivas é chamada <u>comprimento de onda</u>.

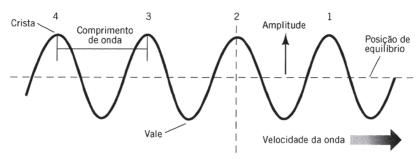


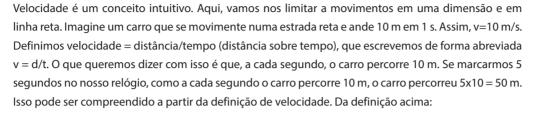
Figura 6: Onda se propagando para a direita, na qual são indicadas algumas características fundamentais. Temos a posição de equilíbrio, as cristas, os vales, o comprimento de onda e a amplitude.

O comprimento de onda também é a distância entre dois vales sucessivos. A <u>amplitude</u> mede o tamanho do pulso (da posição de equilíbrio da corda até o ponto mais alto da crista). O comprimento de onda costuma ser representado pela letra grega lambda (λ) e é um número que tem unidade de comprimento. Assim, uma onda pode ter λ = 2 cm.

Na Figura 6, temos quatro pulsos numerados. Imagine que uma terceira criança fique próximo a um ponto qualquer da corda, marcado pela linha horizontal na figura. Ela vê passar a crista do pulso 1 por aquele ponto e marca, em um cronômetro, quanto tempo leva até a crista do ponto 2 passar também. O tempo entre duas cristas sucessivas é denominado período da onda e costuma ser representado pela letra T. O tempo, como já vimos anteriormente, se mede em segundos. Assim, se o tempo entre duas cristas sucessivas é de um quarto de segundo, escreve-se T = 1/4 s = 0,25 s.

Outro conceito importante é o conceito de <u>frequência</u>. Vamos supor que a terceira criança, ao invés de marcar o tempo que as duas cristas levam para passar por um determinado ponto da corda, conta quantas cristas passam por segundo. A frequência da onda é exatamente isso: o número de cristas que passam num determinado ponto por segundo. Ela, normalmente, é representada pela letra $\bf f$. A unidade de frequência é $\bf hertz$ (cujo símbolo é $\bf Hz$). Na realidade, o $\bf hertz$ é simplesmente 1/s, ou seja, o inverso do segundo, também escrito como $\bf s^{-1}$. Assim, se quatro cristas passam num ponto da corda por segundo, dizemos que a frequência é de $\bf 4$ $\bf Hz$ ou $\bf 4$ $\bf s^{-1}$. A frequência é, portanto, o inverso do período: $\bf f=1/T$.

O que é velocidade





v = d/t

podemos escrever d = vXt, ou seja, distância = velocidade x tempo.

Existe uma relação importante entre as grandezas fundamentais de uma onda. Pode-se mostrar que a velocidade de uma onda é igual ao comprimento de onda vezes a frequência. Em termos dos símbolos definidos acima:

 $v = \lambda \times f$

Essa relação vale para qualquer onda. Observe que a unidade de velocidade é m/s (o comprimento de onda é dado por m e a frequência é 1/s, que, quando mutiplicados, fornecem m/s). Ou seja, é simplesmente a definição de velocidade reescrita de uma forma adequada para a onda.

Vibrando na mesma frequência

Se dobrarmos a frequência de vibração de uma onda numa corda esticada, o que acontece com seu período? O que acontece com seu comprimento de onda?



| Anote sua respostas seu cader | en |
|-------------------------------------|-----|
| SON COLLO | ,,, |



Na frequência certa

A corrente elétrica na rede de distribuição de energia do Brasil oscila 60 vezes por segundo. Qual sua frequência e o período?





Viajando na velocidade da luz

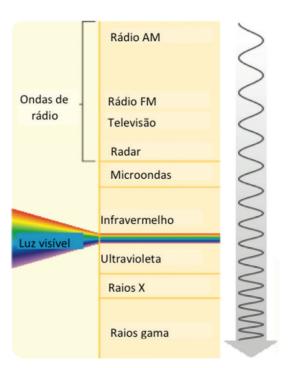
A velocidade da luz no vácuo é dada por $c = 3 \times 10^8$ m/s. Um onda de luz visível amarela tem comprimento de onda de 580 nanômetros. Qual a frequência desta onda?

Observação: Um nanômetro equivale a 1 x 10⁻⁹ metros.



A luz é uma onda

O que é a luz? A luz é uma onda denominada onda eletromagnética. Ela sempre se move com a mesma velocidade c = 3x108m/s no vácuo (vazio). A luz é uma onda transversal, mas diferentemente das ondas sonoras, ela não necessita de um meio para se propagar. Por isso, a luz do Sol consegue chegar à Terra, propagando-se no espaço vazio. As ondas de luz são classificadas em tipos que dependem do comprimento de onda λ da onda. Se a velocidade da luz é c = λf e c é fixa (para um dado meio), quanto menor a frequência, maior o comprimento de onda. Ao conjunto de todos os tipos de ondas eletromagnéticas dá-se o nome de espectro eletromagnético, ilustrado na figura ao lado. Da mesma forma que o ouvido humano usualmente só consegue captar



sons entre 20 e 20000 Hz, o olho humano só consegue captar uma faixa limitada de ondas eletromagnéticas, a região do visível, que fica entre o infravermelho e o ultravioleta. Num dos extremos do espectro, temos as ondas de rádio, que podem ter comprimento de onda da ordem de kilômetros. As microondas que aquecem a comida no forno da sua casa tem comprimento de onda da ordem de centímetros. O comprimento da luz visível amarela é de cerca de 580 nanômetros, ou seja, 5.8 x 10-7 m. Os raios X têm comprimento de onda da ordem de 10 nanômetros e elas podem atravessar certos tipo de materiais, por isso são muito úteis para se obter imagens de ossos e de órgãos internos. Finalmente, no outro extremo do espectro, os raios gama são

produzidos em processos relacionados à física nuclear e são as ondas mais energéticas do espectro.



Seção 4

O som: um exemplo de ondas longitudinais

Quando cantamos (ou falamos), nossas cordas vocais vibram rapidamente e produzem regiões mais comprimidas e regiões mais **rarefeitas** que se propagam com uma onda. No nosso ouvido, temos um detector dessas ondas, que é uma membrana chamada tímpano. O funcionamento do ouvido é complicado e não vamos apresentar detalhes aqui. Mas a ideia básica é que as vibrações do tímpano são transmitidos ao cérebro que reconhece o som.

Rarefeito

Espalhado, esparso, pouco denso.

Imagine que você cante uma música com a boca encostada num tubo e seu amigo encoste o ouvido no outro lado do tubo. Como ilustrado (de forma simplificada na Figura 7, o som consiste de ondas longitudinais com zonas de compressão e zonas de rarefações. O som, na realidade, é uma onda mais complicada porque não consiste apenas de um comprimento de onda, como no caso do exemplo simples da corda que discutimos. Na realidade, ele consiste da soma de várias ondas, algumas com comprimento pequeno de onda e outras com comprimento maior de onda.

Se você ficar perto das caixas de som num show de música e colocar a mão numa delas, vai sentir vibrações. Se conseguir colocar a mão no cone de uma das caixas, vai perceber que ela vibra de acordo com a música que está tocando. Ao vibrar, ela "empurra" as moléculas de ar que se movem levemente para frente e para trás, causando as zonas de compressão e rarefação. O ar que foi empurrado pelo cone, por sua vez, empurra as moléculas vizinhas, que repetem esse padrão mais à frente e assim por diante. Assim, um padrão ritmado de ar rarefeito e comprimido enche uma sala de ondas sonoras e podemos ouvir um show ou um concerto.

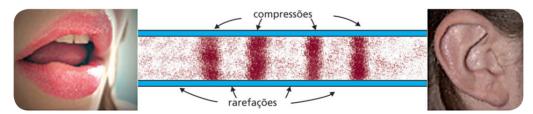


Figura 7: O som sendo transmitido através de um tubo contendo ar. A onda sonora consiste de regiões de compressão e rarefação do ar que se propagam da boca até o ouvido.

Seção 5

Reflexão e velocidade do som

Algumas vezes estamos longe de um prédio ou de um paredão numa montanha, num dia sem vento, e percebemos que um grito produz um eco bem claro. Chamamos eco ao som refletido. Pelo tempo que o som leva para ir e voltar, podemos medir a velocidade do som, se soubermos a distância até o paredão. Numa temperatura ambiente usual a velocidade do som é de cerca de 340 m/s. A luz anda com muito mais velocidade do que o som. Por isso, ouvimos um trovão bem depois que vemos o relâmpago, durante uma tempestade.



Figura 8: A diferença entre as velocidades da luz e do som (a primeira mais rápida que a segunda) é a explicação do porquê de, primeiro, vermos a luz do relâmpago e, só depois de alguns segundos, ouvirmos o barulho dele.

O som se reflete em uma superfície lisa de forma semelhante à luz, como foi visto na segunda unidade, ou seja, o ângulo de incidência é igual ao ângulo de reflexão. Assim, se você estiver ouvindo música numa sala, o som que sai da caixa se reflete nas paredes e no teto da sala e, dependendo de como essa reflexão acontece, o som pode sofrer alterações.

|) | Atividade |
|---------------|-----------|
| \rightarrow | • |
| $\overline{}$ | 5 |
| | |
| | |
| _ | |

Ouvindo ecos na montanha

Você está em frente a um paredão numa montanha. Você dá um grito e ouve o eco do grito, 6 segundos mais tarde. Qual a máxima distância D atingida pelo som?





No mundo da Lua

Sabemos que a Lua não possui atmosfera. Consequentemente, não tem ar. Assim, a Lua é um lugar muito silencioso. Se um astronauta levar uma sineta e agitá-la na Lua (ou em qualquer outro lugar sem atmosfera), ninguém a ouvirá, nem mesmo ele!

Você já percebeu algum "furo" em filmes de ficção científica relacionado a isso?

Muitos filmes erram nesse aspecto. Isso não os diminui como obras de arte, mas a ciência neles poderia ser melhor apresentada. Tente descobrir esse furo nos seguintes filmes: Contato (1997), Cawboys do Espaço (2000), Armageddon (1998), Guerra nas Estrelas (1997 a 2005), Alien (1979), Solaris (1972), The Black Hole (1979) e muitos outros!!



Seção 6

Propriedades do som

O tom de um som relaciona-se à frequência. Vibrações rápidas (como as da asa de um mosquito) produzem um som agudo, enquanto vibrações lentas (como o bater de asas de um pombo) produzem um som mais grave. A audição humana é sensível a sons com frequências entre f = 20 Hz e f = 20.000 Hz. Como a velocidade do som no ar é praticamente constante para essas frequências, podemos ver que,na relação $v = \lambda \times f$, quanto maior a frequência menor o comprimento de onda (λ) e vice-versa.

Outra propriedade fundamental é a <u>intensidade</u> que quantifica quanto de energia a onda sonora possui. A intensidade é medida em uma unidade chamada decibel (dB). Por convenção, o menor som que se consegue ouvir, possui 0 dB, que corresponde ao limite da audição humana. No outro extremo, um avião a jato, decolando pertinho de você, pode produzir um som de intensidade 150 dB. Mas essas unidades têm uma particularidade. Um som de 10 dB é dez vezes maior do que o limite da audição. Um som de 20 dB é 100 vezes maior, um som com intensidade de 30 dB é 1000 vezes maior e por aí vai. Esse é um exemplo de uma escala logarítmica, ou seja, cada aumento de 10 dB representa um fator multiplicativo de 10 na intensidade. Veja a Tabela 1 com alguns valores representativos das intensidades.

Tabela 1 - Intensidades sonoras

| Jato decolando perto | 150 dB |
|--------------------------|--------|
| Limiar da dor | 120 dB |
| Concerto de rock | 110 dB |
| Liquidificador | 90 dB |
| Rua movimentada | 70 dB |
| Conversa normal | 60 dB |
| Conversa sussurrada | 30 dB |
| Folhas numa brisa leve | 10 dB |
| Limiar da audição humana | 0 dB |

|) | Atividade |
|--------|-----------|
| | |
| \sim | 6 |
| | |
| | |
| | |

Concerto de Rock

Em alguns concertos, a intensidade do som chega a 110 dB. Quantas vezes mais energia sonora chega ao seu ouvido no concerto, comparado ao som de uma conversa normal?



Seção 7

O efeito Doppler

Já vimos que, quanto menor o comprimento de onda, maior a frequência e mais agudo o som, e, portanto, quanto maior for o comprimento de onda, menor a frequência e mais grave será o som. Provavelmente você já observou uma ambulância ou um carro de polícia com uma sirene ligada passando por você. Quando a sirene se aproxima parece emitir um som mais agudo e, quando ela se afasta, parece emitir um som mais grave. Isso é muito comum também nas transmissões de corridas de automóveis pela TV, ouvimos aquele som a princípio agudo e que depois se torna grave.

Se a ambulância estiver parada, sabemos que o som se propaga em todas as direções como ondas circulares entre a sirene e você. O comprimento de onda é constante e o som parece ser sempre o mesmo. Na realidade, o som no espaço se propaga em todas as direções e a onda resultante seria uma onda esférica centrada na ambulância. Mas, para o nosso argumento basta pensar nas ondas se propagando no plano entre a sirene e o seu ouvido.



Quando a ambulância se aproxima de você, a onda sonora parece estar "achatada", ou seja, o comprimento de onda se torna menor. Isso acontece porque o emissor do som, a ambulância, também está andando para você e a distância entre dois máximos de compressão se torna menor. Como o comprimento de onda é efetivamente menor, a frequência se torna maior e você ouve um som agudo.

Uma pessoa que estivesse parada num ponto atrás da ambulância ouviria, ao mesmo tempo, um som mais grave, pois para ela, as ondas sonoras parecem estar "esticadas", o comprimento de onda é maior e a frequência se torna menor. Essa pessoa ouve um som grave.

Músico num automóvel

Um músico toca um trompete num conversível que se aproxima de você.

O som lhe parecerá mais agudo ou grave? A frequência do som lhe parece maior ou menor? E o comprimento de onda? E a velocidade do som?







Exame de ultrassom

Os médicos usam uma onda sonora de alta frequência para exames com o objetivo de "fotografar" o interior do corpo humano. Os sons, cujas frequências estão acima do limite percebido pela audição humana (cerca de 20kHz),são denominados ultrassom. Essa técnica, diferentemente de exames de Raios X, não causa efeitos colaterais.

O exame mais comum é o de ultrassom pré-natal para acompanhar as condições de desenvolvimento do feto. Usualmente se utilizam ondas sonoras de frequência muito alta, de 5 a 10 MHz. O ultrassom também é utilizado na obtenção de imagens de órgãos como os rins, o fígado, o coração e os vasos sanguíneos.

O princípio físico utilizado no exame é similar à forma de localização por eco,utilizada pelos morcegos. Um aparelho localizado fora do corpo do paciente envia pulsos ultrassônicos à região que vai ser examinada. Esses pulsos são refletidos nas divisões entre os diferentes tecidos e órgãos humanos. Os pulsos que retornam são detectados por um outro sensor e processados por um computador para formar a imagem.

Outra utilização na medicina do ultrassom se dá no tratamento das "pedras nos rins" ou cálculos renais. Algumas pessoas produzem esses cálculos renais que, se forem pequenos, são expelidos naturalmente pela urina. Mas os cálculos maiores, em alguns casos, podem ser eliminados com o uso do ultrassom. Esse procedimento, não invasivo, é denominado litotripsia. Ondas ultrassônicas são focalizadas na pedra que se parte em vários pedaços pequenos e podem ser eliminadas pela urina.



Você agora se convenceu que ondas, visíveis e invisíveis, estão em toda parte. O conceito de onda é central no estudo da Física. Ondas mecânicas aparecem na superfície dos lagos, ondas propagando-se no ar transmitem música e as ondas eletromagnéticas fazem sua TV e seu celular funcionarem. Você está cercado de ondas!

Resumo

- Neste módulo, você viu que uma onda é o transporte de energia de um ponto a outro do espaço sem que haja transporte de matéria.
- As ondas mecânicas necessitam de um meio para se propagar, como o som e as ondas do mar.
- As ondas eletromagnéticas são capazes de se propagar no vácuo, como a luz e as ondas de rádio e TV.

- Ondas transversais apresentam vales e cristas, ondas longitudinais apresentam zonas de compressão e zonas de rarefação.
- O comprimento de onda (λ) é a medida entre duas cristas, ou dois vales de uma onda e a amplitude são a distância entre uma crista e o ponto médio (vertical) da onda, ou seja, a metade de altura ente um vale e uma crista.
- A frequência da onda é o número de cristas que passam num determinado ponto por segundo. Ela é medida em hertz.
- O período da onda é o tempo medido entre duas cristas sucessivas, representado pela letra T.
- A intensidade quantifica quanto de energia a onda sonora possui. Ela é medida em uma unidade chamada decibel (dB).

Veja Ainda

Demonstrando a reflexão do som

Neste experimento, vamos demonstrar que o som apresenta uma das propriedades básicas de onda, que foi discutida no Módulo 2: a reflexão.

São necessários duas pessoas para este experimento.

Consiga dois tubos de, aproximadamente, meio metro. Aponte um dos tubos para uma mesa e fale baixinho alguma coisa. Ao mesmo tempo, seu companheiro encosta o outro tubo no ouvido e o aponta também para o mesmo ponto da mesa. Ele vai ouvir o que você disser, mesmo se você falar bem baixinho.

Referências

- Física Conceitual, Paul G. Hewitt, Bookman, Porto Alegra, 2000.
- Understanding Physics, David Cassidy, Gerald Holton, James Rutherford, Springer, 2002.
- Scientific American Como Funciona, editores: Michael Wright e Mukul Patel, Editora e Gráfica Visor, 2000.

Imagens



• http://www.sxc.hu/photo/1358374.



http://www.sxc.hu/photo/565754.



• http://www.sxc.hu/browse.phtml?f=download&id=1381517.



http://www.sxc.hu/photo/1339909.



• http://www.sxc.hu/photo/1220145.



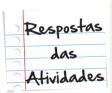
• http://www.sxc.hu/photo/1286448.



• http://www.sxc.hu/photo/1380855.



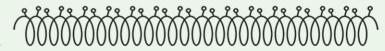
• http://www.sxc.hu/photo/676878.



Atividade 1

Você obteria uma onda "torsional", ou seja, uma onda longitudinal onde cada seção da mola oscilaria para a esquerda e para a direita, como na figura:





Atividade 2

Cai à metade; Cai à metade.

Atividade 3

$$f = 60 \text{ Hz}$$
; $T = 1/60 = 0.0167 \text{ s}$.



Atividade 4

Como c = λf (usualmente se chama a velocidade da luz de c), $f = c/\lambda = 3 \times 10^8/5.8 \times 10^{-7} = 5.2 \times 10^{14}$ Hz.

Atividade 5

O som sai da sua boca, é refletido no paredão e volta. Assim, ele percorre duas vezes a distância até o paredão, uma vez indo e outra vez voltando. Já vimos que distância (m) = velocidade (m/s) x tempo (s). Portanto:

$$2D = 340 \text{ m/s x } 6 \text{ s} = 2040 \text{ m}$$

e portanto $2D = 2040 \text{ m}$, ou seja, $D = 1020 \text{ m}$.

Atividade 6

Na escala de decibéis, cada aumento de 10 na realidade significa um fator 10 na intensidade. Assim, 10^5 vezes (110dB - 60dB = 50dB; logo, há um aumento de 100.000 vezes).

Atividade 7

Mais agudo. A frequência será maior. O comprimento de onda menor. A velocidade do som deve ser a mesma, supondo que não haja vento forte (pois as ondas sonoras se movem no ar).





Atividade 1 (ENEM 2011)

QUESTÃO 63

Para que uma substância seja colorida ela deve absorver luz na região do visível. Quando uma amostra absorve luz visível, a cor que percebemos é a soma das cores restantes que são refletidas ou transmitidas pelo objeto. A Figura 1 mostra o espectro de absorção para uma substância e é possível observar que há um comprimento de onda em que a intensidade de absorção é máxima. Um observador pode prever a cor dessa substância pelo uso da roda de cores (Figura 2): o comprimento de onda correspondente à cor do objeto é encontrado no lado oposto ao comprimento de onda da absorção máxima.

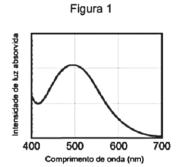
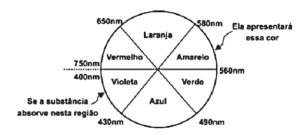


Figura 2



Brown, T. Química a Ciência Central. 2005 (adaptado).

Qual a cor da substância que deu origem ao espectro da Figura 1?

- Azul.
- O Verde.
- Violeta.
- Laranja.
- Vermelho.

Gabarito: Letra E.

Comentário:

Do gráfico da Figura 1 que apresenta o espectro de absorção, percebemos que o comprimento de onda da luz absorvida com mais intensidade é da ordem de 500nm. Na Figura 2, roda de cores, este comprimento de onda está na faixa da radiação verde, logo o seu oposto que será observado é a luz vermelha.

Atividade 2 (ENEM 2011)

QUESTÃO 67

O processo de interpretação de imagens capturadas por sensores instalados a bordo de satélites que imageiam determinadas faixas ou bandas do espectro de radiação eletromagnética (REM) baseia-se na interação dessa radiação com os objetos presentes sobre a superfície terrestre. Uma das formas de avaliar essa interação é por meio da quantidade de energia refletida pelos objetos. A relação entre a refletância de um dado objeto e o comprimento de onda da REM é conhecida como curva de comportamento espectral ou para objetos comuns na superfície terrestre.

50r 40 concreto 30 % refletância 20 10 asfalto água 0,6 0,7 0,8 0,9 infravermelho comprimento de onda (µm)

D'ARCO, E. Radiometria e Comportamento Espectral de Alvos. INPE. Disponível em: http://www.agro.unitau.br. Acesso em: 3 maio 2009.

De acordo com as curvas de assinatura espectral apresentadas na figura, para que se obtenha a melhor discriminação dos alvos mostrados, convém selecionar a banda correspondente a que comprimento de onda em micrômetros (µm)?

- **a** 0,4 a 0,5.
- **1** 0,5 a 0,6.
- **©** 0,6 a 0,7.
- **0** 0,7 a 0,8.

Gabarito: Letra E.

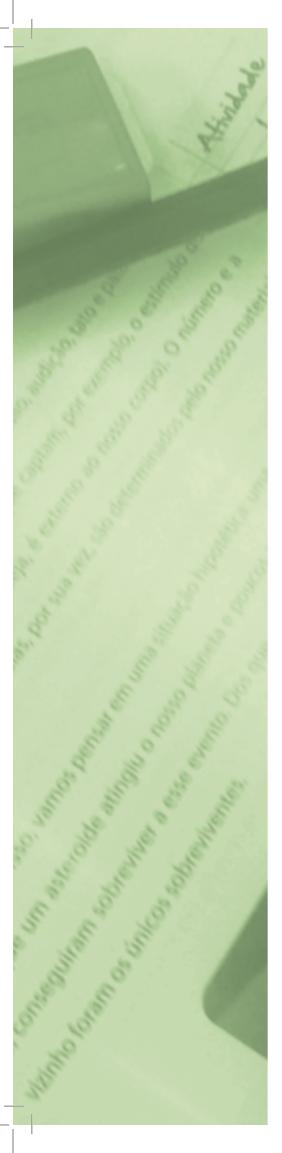
Comentário:

A melhor discriminação dos alvos mostrados vai ocorrer quando os valores de refletância forem os mais distintos possíveis, isto é, as curvas forem mais separadas. Isto ocorre na faixa de comprimento de onda entre 0,8 μ m e 0,9 μ m.

Observe que, nesta faixa, a refletência de água é nula, o que significa uma região escura do espectro.







Experimentando o fenômeno da difração

Para início de conversa...

O fato de você não conseguir ver algo, não quer dizer que ele não exista. Talvez, você apenas não tenha instrumentos ou técnicas para observá-lo.

Até o século XIX, por exemplo, uma grande quantidade de pessoas morriam de doenças inexplicáveis, um certo "mal invisível" acometia-as. Tempos depois, como você viu nas Unidades 1 e 2, foram difundidos e aperfeiçoados instrumentos que possibilitavam a observação física (por meio de instrumentos) dos microorganismos que causavam tantas doenças. Era a difusão dos microscópios.

O aperfeiçoamento de instrumentos e técnicas em Ciência e Tecnologia é uma busca constante. Assim, desde a construção dos primeiros microscópios ópticos, por Von Leeuwenhoek, foram possíveis outros avanços na direção de se conseguir obter imagens de objetos de tamanhos muito, muito pequenos (mais de um milhão de vezes menores do que a cabeça de um alfinete!).

Um desses equipamentos, por exemplo é o microscópio eletrônico, que opera baseado em um fenômeno da Física: a difração. Este fenômeno é relativamente complexo, mas você pode visualizá-lo no seu dia a dia. Ele explica, por exemplo, por que você consegue escutar atrás da porta...



Figura 1: Microscópio eletrônico de transmissão, um exemplo de utilização da difração de ondas

Objetivos de aprendizagem

- Compreender o fenômeno da difração e o limite da sua ocorrência;
- Descrever o fenômeno de difração da luz;
- Identificar a difração do som.

Seção 1

Difração

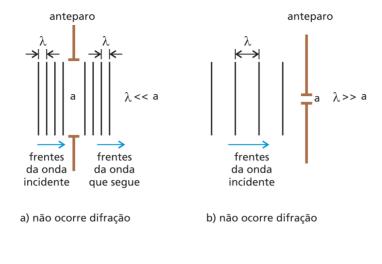
A chamada difração de uma onda é um fenômeno que ocorre no dia a dia sob certas condições e seus efeitos são percebidos pelos nossos sentidos sem que saibamos por que eles ocorrem. Assim, vale a pena estudar este interessante fenômeno, para compreendê-lo melhor. Ela pode acontecer quando a onda contorna um obstáculo ou passa por uma abertura. Vamos explicar melhor. A ponta de uma rocha que emerge e fica exposta na superfície pode representar um obstáculo a ser contornado pelas ondas do mar, caso ocorra a difração dessas ondas.

No caso da luz, esta pode incidir em uma abertura representada, por exemplo, por um pequeno orifício produzido em um pedaço de cartolina que irá difratar as ondas de luz sob certas condições.

O fenômeno da difração

Vamos considerar que o orifício na cartolina seja iluminado por uma lanterna, para entendermos o fenômeno da difração. Chamaremos a lanterna de fonte de onda luminosa, a cartolina de anteparo e o orifício nela de abertura ou fenda.

Quando a onda (no exemplo, a luz que sai da lanterna) encontra o anteparo (cartolina) e este apresenta uma abertura (fenda – orifício na cartolina), a difração poderá ocorrer. Entretanto, para isso, é necessário que seja satisfeita uma condição: a largura da abertura (orifício na cartolina) deve ser aproximadamente igual ao comprimento de onda relativo à onda que incide na abertura. A figura a seguir ilustra três casos onde o fenômeno pode ocorrer ou não.



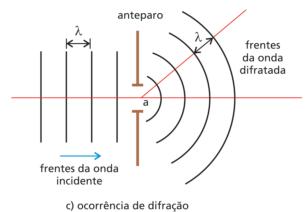


Figura 2: Condições para ocorrência de difração

No primeiro caso, temos uma onda incidente cujo comprimento de onda (λ) é muito menor que a abertura (a) e a onda passa pela fenda. É o caso de, por exemplo, fazermos um orifício do tamanho da palma da mão e utilizarmos como fonte luminosa uma lanterna. O comprimento de onda da luz é da ordem de 10^{-6} m; logo, é tão pequeno em relação ao espaço da fenda que a difração não acontece.

No segundo caso, o comprimento de onda (λ) é muito maior e a difração da onda também não acontece. É como se fizéssemos um orifício com um alfinete na cartolina e sobre ele incidisse uma onda de comprimento de onda muito grande em relação ao tamanho do orifício, o que não seria possível com a onda de luz, já que o seu comprimento de onda é pequeno (10^{-6} m).

O fenômeno da difração é observado no terceiro caso, onde a largura da abertura (a) e o comprimento de onda (λ) são muito parecidos. Isso equivale a fazer um experimento com uma lanterna e um orifício bem pequeno na cartolina, de tal maneira que o tamanho do orifício aproxime-se ao máximo do comprimento de onda da luz.

A rigor, esse limite de aproximação é difícil de ser atingido, uma vez que a ponta de um alfinete não pode produzir um orifício tão pequeno, da ordem de 10-6 m. Entretanto, mesmo neste caso, o fenômeno já pode ser observa-

do e a difração da onda pela fenda será tão mais acentuada quanto mais o seu comprimento de onda aproximar-se das dimensões da fenda. Outra observação importante está relacionada com o primeiro caso discutido anteriormente. Na realidade, o resultado experimental irá exibir alguma difração das ondas, nas bordas da fenda. Entretanto, este efeito não é relevante quantitativamente porque a intensidade da onda que continua a se propagar é muito maior do que a pequena parcela difratada.

Este fenômeno também pode ser observado em ondas que se propagam na água e pode ser reproduzido facilmente, utilizando-se uma cuba de ondas. A figura a seguir ilustra o primeiro e o terceiro casos acima descritos, em um experimento realizado com o auxílio de uma dessas cubas, onde foram obtidas fotografias das duas situações.

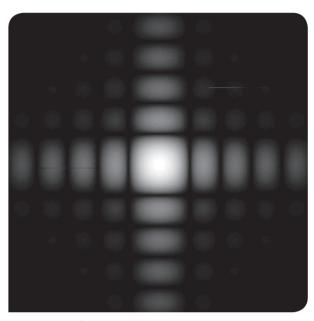


Figura 3: A difração da luz ocorre quando a largura da abertura da fenda é muito próxima ao comprimento da onda, como nesta figura que mostra a difração de um raio laser em um fenda quadrada.

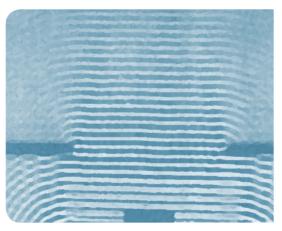




Figura 4: Difração em cubas de ondas

Para exemplificar a difração, vejamos o caso dos chamados Raios-X, um tipo de onda eletromagnética cujo comprimento de onda médio é muito pequeno. A difração de Raios-X é uma técnica que encontra aplicação na caracterização de materiais cristalinos. Da interação dessas ondas com os espaçamentos existentes entre os planos atômicos que constituem o material estudado pode ocorrer a difração. Os padrões de difração resultantes podem ser

registrados por meio de equipamentos especiais e, a partir da análise desses padrões, é possível obtermos informações a respeito da estrutura do material. O comprimento de onda característico dos Raios-X é compatível, portanto, com as dimensões desses espaçamentos existentes entre os planos atômicos, em uma estrutura cristalina.

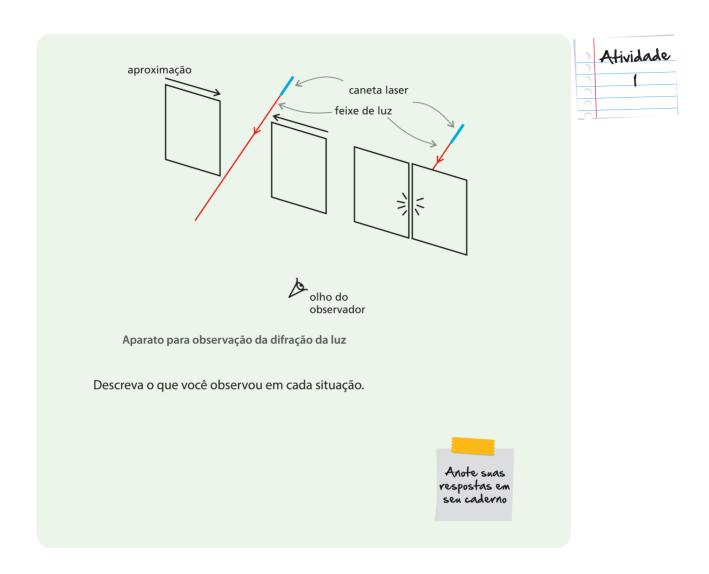
Quando ocorre a difração, a fenda comporta-se como se fosse uma fonte pontual que reproduz as mesmas propriedades da fonte que gerou a onda incidente, ou seja, a mesma frequência e o mesmo comprimento de onda. Logo, a onda difratada deverá possuir as mesmas características da onda que chega à fenda.



Você pode estar se perguntando: por que a onda incidente é formada por frentes retas e paralelas, enquanto a onda difratada apresenta frentes circulares e concêntricas? Aqui é importante esclarecer que a fonte geradora da onda incidente também produziu uma onda de frentes circulares e concêntricas. Entretanto, o que está representado nos desenhos da Figura 2 são trechos de ondas cujas fontes encontram-se muito distantes dos anteparos. As frentes que aparecem nas ilustrações são pequenos trechos de círculos extensos, que foram gerados distante do anteparo e, por isso, parecem planos. São segmentos de círculos cujos raios de curvatura são muito grandes.



Para analisar a difração da luz e o limite da sua ocorrência, obtenha um apontador de LASER, desses que se vende em qualquer loja de presentes de baixo custo e pegue dois cartões de crédito. TOME MUITO CUIDADO PARA QUE O LASER NÂO ATINJA OS SEU OLHOS. Em seguida, ligue e posicione o apontador de frente para você com os cartões entre o apontador e os seus olhos, conforme na figura a seguir. Você deve analisar o efeito que ocorre com o feixe de luz depois que passa pelos cartões, quando o espaçamento entre eles é suficientemente pequeno para que a difração da luz possa ser observada. Se puder, realize a atividade em um local onde você possa apagar as luzes.



Seção 2

Difração do som

O fenômeno da difração também pode acontecer com o som, que, assim como a onda de luz e as ondas que se propagam no mar, é também uma onda.

Vamos imaginar que pudéssemos construir salas de aula com material que fosse um perfeito isolante acústico. Imagine que a porta da sala estivesse aberta e você se posicionasse da seguinte forma: próximo à parede da sala, pelo lado de fora, ao lado da porta. Conseguiríamos ouvir o som que sai da sala?



Figura 5: Sempre é possível escutar "atrás da porta"?

Ora, isso depende da ocorrência da difração da onda do som ou não. Se conseguirmos, a responsável por isso será a difração. Vamos ver duas situações:

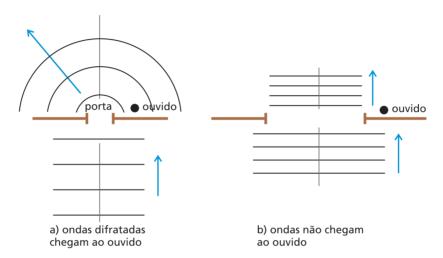


Figura 6: O que acontece com uma onda sonora, quando se depara com um anteparo, depende do comprimento da onda em relação à largura da fenda neste anteparo.

No primeiro caso da figura anterior, temos a ocorrência da difração e, portanto, é possível ouvir na posição em que se encontra a pessoa. Isso seria possível porque o comprimento de onda relativo à onda de som é aproximadamente igual à dimensão da largura de uma porta. Logo, esta porta funcionaria como fenda ideal para que a difração acontecesse e a onda contornasse a abertura. Entretanto, se a porta fosse muito larga, com as dimensões muito maiores que o comprimento de onda característico das ondas sonoras, como no segundo caso, o ouvido da pessoa que estivesse posicionada ao lado da porta não seria atingido pelas frentes da onda difratada, já que não ocorreria a difração.

(UFRJ) A difração da luz só é nitidamente perceptível quando ocasionada por objetos pequeninos, com dimensões inferiores ao milésimo de milímetro. Por outro lado, diante de obstáculos macroscópicos, como uma casa ou seus móveis, a luz não apresenta difração, enquanto que o som difrata-se com nitidez. A velocidade de propagação do som no ar é de cerca de 340 m/s e o intervalo de frequências audíveis vai de 20 Hz até 20000 Hz. Calcule o intervalo dos comprimentos de onda audíveis e com esse resultado explique por que há difração do som diante de objetos macroscópicos.





Utilizamos os casos do som e da luz, por serem exemplos concretos e possíveis de você observar. O fenômeno da difração poderia parecer uma coisa distante de nós, mas, se pensarmos em diversas situações do dia a dia, percebemos que isso não é necessariamente verdade.

Da configuração de um projeto de iluminação por um arquiteto até o simples "escutar atrás da porta", a ocorrência da difração de ondas é algo que permeia o nosso entorno. Há exemplos dos quais você ainda nem faz ideia, como é o caso das ondas eletromagnéticas do sinal de telefonia celular, que sofrem sucessivos processos de difração ao se propagarem pelas cidades, mas que às vezes somem porque não conseguem difratar ao encontrar um obstáculo de dimensões incompatíveis (um morro, por exemplo). Ou o que acontece mesmo com os elétrons em um microscópio eletrônico, que tem permitido aos cientistas responderem a uma série de perguntas importantes sobre o funcionamento das células dos seres vivos, utilizando o fenômeno da difração.

Os estudos até aqui realizados mostraram que a difração pode ocorrer com qualquer tipo de onda, sejam elas as ondas do mar, o som, a luz e outras ondas eletromagnéticas, como os Raios-X. A condição para a ocorrência da difração é que o tamanho do comprimento de onda (λ) seja próximo do tamanho da fenda, ou do obstáculo com o qual a onda vai interagir. Nesse caso, quanto mais próximos forem esses valores, mais perceptível será a difração. Além disso, a onda difratada irá preservar as mesmas características da onda incidente.

A difração pode explicar para nós um pouco daquilo que, experimentalmente, podemos observar no dia a dia. Esse é um dos importantes papéis que a Física desempenha e, para isso é que desejamos sensibilizar vocês com os conteúdos apresentados neste módulo.



Difração e microscopia

Quando nos referimos às técnicas de microscopia e aos microscópios, quase sempre nos vem à cabeça aquele aparelho que foi desenvolvido pelo microscopista Von Leeuwenhoek (1632-1723), mais comumente encontrado nas bancadas dos laboratórios de ciências e utilizado para a realização de análises clínicas ou de amostras biológicas, dentre outras aplicações. Esses instrumentos são microscópios ópticos, ou seja, funcionam baseados em princípios e métodos que envolvem a incidência da luz sobre a amostra e, de maneira geral, possibilitam uma ampliação de 1.000 vezes da área analisada.

Outra forma de obter imagens de estruturas microscópicas é através do uso de microscópios eletrônicos. Nesse caso, ocorre a incidência de um feixe de elétrons na amostra ao invés de luz. Esses aparelhos são muito poderosos e permitem ampliações bem maiores do que aquelas fornecidas pelos microscópios ópticos, podendo chegar até 1.000.000 de vezes de aumento da região analisada. Além disso, funcionam como instrumentos analíticos bastante completos, na medida em que possibilitam a realização de avaliações acerca da composição química e, principalmente, permitem identificar as características físicas relacionadas com a estrutura cristalina da amostra, a partir da utilização de técnicas de difração de elétrons. Devido a isso, esses instrumentos têm sido largamente utilizados nas áreas de química, física e engenharia.

Você pode estar se perguntando: se a difração é um fenômeno que ocorre com as ondas, como pode ocorrer a difração de elétrons-partículas materiais?

Sendo o elétron uma partícula de massa conhecida m = 9,1.10-31 Kg, talvez fosse mesmo difícil atribuir a este corpúsculo uma propriedade que normalmente atribuímos às ondas, como é o caso do fenômeno da difração. Entretanto, a difração de partículas materiais, como os elétrons, foi uma das principais evidências experimentais que ajudou a esclarecer questões levantadas no início do século XX a respeito da natureza ondulatória da matéria, quando da formulação do princípio da dualidade partícula-onda, um dos princípios fundamentais da Mecânica Quântica.

Hoje, a difração de elétrons, amplamente utilizada como técnica de análise, evidencia o comportamento dual da matéria. O que ocorre é que, assim como no caso dos Raios-X, o comprimento de onda (λ) da onda associada ao elétron é da ordem do tamanho dos espaçamentos existentes entre os planos atômicos desses monocristais que funcionam como fendas para os feixes de elétrons acelerados, por exemplo, pelas lentes eletromagnéticas de microscópios eletrônicos de transmissão.

As figuras a seguir ilustram tanto o mecanismo de interação entre os elétrons e a rede de difração que o cristal proporciona, como os padrões obtidos dessa difração realizada em um microscópio eletrônico de transmissão, a partir de um monocristal.

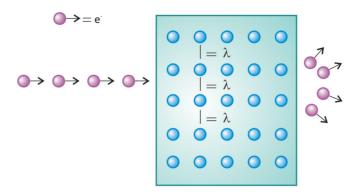


Ilustração do mecanismo de interação elétron - cristal

Resumo

Nesta aula, você viu que:

- A difração é um fenômeno que ocorre em dois casos: quando uma onda precisa contorna um obstáculo que se encontra em seu trajeto, ou quando atravessa uma fenda;
- Para que ocorra a difração da luz em uma fenda, este orifício precisa ter uma largura próxima da medida do comprimento da onda da luz;
- Quando o orifício de um anteparo é maior que o comprimento da onda, estão não sofre modificação em sua trajetória;
- A difração do som ocorre de forma similar à difração da luz, a diferença está no comprimento da onda do som, que por ser maior que a da luz, faz com que a difração ocorra em abertura maiores do que para a luz.

Veja ainda

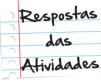
O fenômeno da difração é algo corriqueiro em nosso dia a dia, porém não nos damos conta de sua existência. Ela pode ser observada quando ouvimos sons que passam por obstáculos, ao vermos luz por uma fenda e, em escalas maiores, em ondas do mar, quando encontram grandes obstáculos. A seguir, há dois vídeos bastante interessantes, mostrando experimentos de difração com ondas mecânicas (ondas na água) e com ondas eletromagnéticas (feixe de luz). Veja como essas ondas comportam-se ao atravessar obstáculos diferentes e compare com fenômenos do nosso cotidiano.

O experimento com ondas na água pode ser visto no link:

http://www.youtube.com/watch?v=JrQ1jgwKd-0

e o experimento com um feixe de luz pode ser visto no link:

http://www.youtube.com/watch?v=_BunIbYgwa8



Atividade 1

Inicialmente, o feixe de LASER passa direto entre os cartões e o fenômeno repete-se até que os cartões estejam bem próximos. Quando o espaçamento entre eles se torna muito pequeno, observa-se que a luz que emerge da fenda difrata-se. A partir deste ponto, vários raios divergem. O ponto funciona como se fosse uma fonte pontual, emitindo luz em diversas as direções.

Atividade 2

A relação matemática que envolve a velocidade de propagação da onda (v), o comprimento de onda (λ) e a frequência (f) é:

$$v = \lambda f$$

Logo, para obtermos o intervalo entre os comprimentos de onda, podemos utilizar:

$$\lambda = \frac{v}{f}$$

Substituindo os dados fornecidos para os dois valores de λ limites do intervalo:

$$\lambda_1 = \frac{340}{20000} = 0.017 m$$

$$\lambda_2 = \frac{340}{20} = 17m$$

Referências

- KANTOR, Carlos; PAOLIELLO Jr, Lilio; MENEZES, Luis Carlos; BONNETTI, Marcelo; CANATO Jr, Osvaldo; ALVES,
 Viviane. Quanto Física. v. 3, Primeira edição, São Paulo: Ed. PD, 2010, 96 p.
- GUIMARÃES, Luiz Alberto; FONTE BOA, Marcelo. Física Ensino Médio. v. 3, Segunda edição, São Paulo: Ed.
 Futura, 2004, 327 p.

Imagens



• http://www.sxc.hu/browse.phtml?f=download&id=1381517.



• http://teca.cecierj.edu.br/popUpVisualizar.php?id=50138.



• http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Diffraction_ouverture_carree.png?uselang=pt-br.





Atividade 1 (UFF-RJ)

A luz visível que atravessa um buraco de fechadura praticamente não sofre desvio porque:

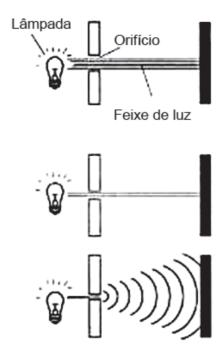
- a. Os comprimentos de onda da luz são muito menores que as dimensões do buraco da fechadura.
- b. Os comprimentos de onda da luz são muito maiores que as dimensões do buraco da fechadura.
- c. Os comprimentos de onda da luz têm dimensões da ordem daquelas do buraco da fechadura.
- d. A luz sempre se propaga na mesma direção.
- e. A luz só muda de direção de propagação, quando passa de um meio para outro.

Resposta: Letra a.

Comentário: Sendo o comprimento de onda da luz (λ) da ordem de 10-6 m, fica claro que a difração da luz não pode ocorrer em uma fenda tão grande em relação à λ , como é o caso do buraco da fechadura.

Atividade 2 (ENEM 2011)

Ao diminuir o tamanho de um orifício, atravessado por um feixe de luz, passa menos luz por intervalo de tempo e próximo da situação de completo fechamento do orifício, verifica-se que a luz apresenta um comportamento como o ilustrado nas figuras.



Sabe-se que o som, dentro de suas particularidades, também pode se comportar dessa forma.

Em qual das situações a seguir está representado o fenômeno descrito no texto?

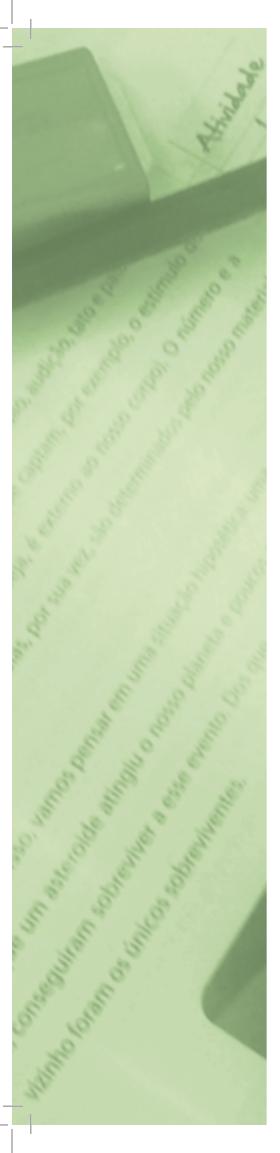
- a. Ao se esconder atrás de um muro, um menino ouve a conversa de seus colegas.
- b. Ao gritar diante de um desfiladeiro, uma pessoa ouve a repetição do seu próprio grito.
- c. Ao encostar o ouvido no chão, um homem percebe o som de uma locomotiva, antes de ouvi-lo pelo ar.
- d. Ao ouvir uma ambulância aproximando-se, uma pessoa percebe o som mais agudo do que quando aquela se afasta.
- e. Ao emitir uma nota musical muito aguda, uma cantora de ópera faz com que uma taça de cristal despedace-se.

Resposta: Letra A.

Comentário: O texto e a figura tratam do fenômeno da difração da luz, que ocorre no limite em que o tamanho do orifício torna-se próximo do comprimento de onda, característico da luz. Nas opções oferecidas, aquela da letra a é a que trata do fenômeno da difração da onda sonora, quando esta incide no muro que funciona como um obstáculo. Como a altura do muro aproxima-se do comprimento de onda do som, a difração ocorre também neste caso.







Introdução à Química Orgânica

Para início de conversa...

Seria um exagero afirmarmos que a química move o mundo? E você saberia responder qual é o papel da Química Orgânica nesse contexto?

A Química Orgânica está muito presente em nosso cotidiano. A maioria dos compostos produzidos no nosso corpo, assim como em todos os seres vivos, é orgânica. Como exemplos, podemos citar a ureia e a glicose. Caso fossem retirados todos os compostos orgânicos presentes no nosso corpo, sobrariam apenas água e alguns resíduos de minerais.

Os compostos orgânicos são substâncias químicas que contêm carbono e, na maioria das vezes, hidrogênio. Outros elementos, como nitrogênio (N), oxigênio (O), enxofre (S), fósforo (P), boro (B) e halogênios (F, Cl, Br, I) estão presentes com frequência. As diferentes combinações entre esses elementos dão forma a diversos compostos orgânicos que são classificados de acordo com a sequência de seus **encadeamentos** e funções químicas, que veremos com detalhes em outras unidades.

Encadeamento

Ordem, série, sucessão; ligação de coisas da mesma natureza.

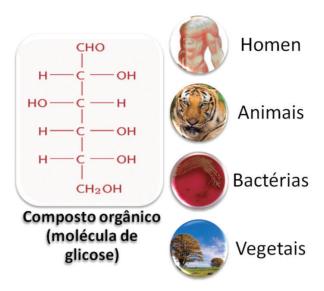


Figura 1: Todos os seres vivos, sejam eles do mundo animal ou vegetal, apresentam em sua composição grande quantidade de compostos orgânicos.

Fontes: homem: http://www.sxc.hu/photo/1349598 - Autor: Julien Tromeur; tigre: http://www.sxc.hu/photo/1343743 - Autor: Yenhoon; bactérias: http://www.sxc.hu/photo/1018465 - Autor: Balder2111; árvore: http://www.sxc.hu/photo/1404289 - Autor: Andreas Krappweis

Veremos também que os compostos orgânicos não são obtidos apenas dos organismos vivos, pois várias dessas substâncias são sintetizadas pelo homem em laboratório. Nos Estados Unidos, por exemplo, dentre as 25 matérias-primas mais consumidas, 13 são substâncias orgânicas, das quais são produzidos plásticos, perfumes, detergentes, fertilizantes, entre vários outros.

E as indústrias? Você já parou para pensar como indústrias de diferentes ramos iriam funcionar sem que os seus produtos não tivessem qualquer insumo de origem química? Isso seria impossível! Muitas substâncias presentes na natureza são modificadas e geram matérias-primas que são utilizadas nas indústrias para produção de alimentos, fabricação de bens duráveis e tantos outros produtos utilizados no nosso dia a dia.

Podemos afirmar também que essa ciência, além de se preocupar com o desenvolvimento da humanidade, também nos auxilia em um aspecto de extrema importância. A conscientização ambiental tem aumentado em nossa sociedade, alimentada por grupos de interesse público e da mídia. É cada vez maior a sensibilização do público com os processos que envolvem o uso, a fabricação e os efeitos dos produtos químicos no meio ambiente, incluindo a geração de resíduos, a degradação dos ecossistemas e o esgotamento de recursos naturais. É nesse ponto que a Química Orgânica entra, pesquisando e trazendo soluções para estas questões.

É este ramo da química que estuda métodos de preparo dos compostos orgânicos de interesse nas indústrias químicas, tais como a farmacêutica, a de alimentos e a petroquímica. Uma tendência atual dessas indústrias é o desenvolvimento de novos métodos e produtos que sejam sustentáveis, ou seja, que o impacto ao ambiente e ao homem seja eliminado ou minimizado.

Por todos esses motivos, podemos afirmar que a vida em sociedade está diretamente ligada à Química Orgânica. Então, voltemos à pergunta inicial: Seria realmente um exagero dizer que a química move o mundo? Acho que não, e você?

Objetivos da Aprendizagem

- Reconhecer as características do átomo de carbono que o fazem ser diferente dos outros átomos.
- Identificar as diferentes formas de classificação do átomo de carbono, assim como de suas cadeias.
- Representar um composto orgânico de diferentes formas: fórmula estrutural plana, estrutural simplificada, condensada ou em bastão.

Seção 1

A química orgânica como ciência

As propriedades de diversos compostos orgânicos já eram conhecidas por nossos ancestrais pré-históricos, sendo a descoberta do fogo (reação de combustão de compostos orgânicos) considerada uma das primeiras experiências. Com o auxílio do fogo, o homem pode se aquecer nos dias frios, conservar a carne usando a técnica conhecida como **defumação**, cozinhar seus alimentos e produzir poções medicinais (mistura aquosa complexa de compostos orgânicos naturais extraídos de folhas, cascas ou raízes de plantas).

Defumação

É o processo pelo qual alguns alimentos são expostos à fumaça proveniente da queima de partes de plantas, com a finalidade de conservá-los e melhorar o seu sabor.

A civilização egípcia utilizava corantes naturais (índigo e alizarina) para tingir tecidos. Os **Fenícios** eram bastantes conhecidos pelo tecido de cor vermelho-púrpura, confeccionados a partir do tingimento, usando um corante natural extraído de um molusco.

Fenícios

Civilização que dominou o comércio no Mar Mediterrâneo entre os séculos IX e VI a. C.. A partir da região litorânea que compreende hoje estados do Líbano, da Síria e de Israel, comercializavam vários produtos, como azeite de oliva, vinho e madeira.

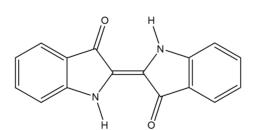




Figura 2: O índigo é um corante (fórmula estrutural à esquerda) utilizado no tingimento de jaquetas e calças jeans. Fonte: http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Jeans.jpg – Autor: Oktaeder

A Química Orgânica surgiu, como ciência, a partir do final do século XVIII, quando os químicos começaram a se dedicar a obter compostos orgânicos encontrados nos extratos de plantas e estudaram suas propriedades químicas. Como essas substâncias eram extraídas de animais e vegetais, os químicos acreditavam que estas não poderiam ser produzidas em laboratório a partir de materiais inorgânicos (minerais). Para tal, seria necessário o que eles chamavam de uma "força maior" para obter um composto orgânico a partir de substâncias que contivessem os elementos químicos necessários. Essa ideia ficou conhecida como Teoria da Força Vital ou Vitalismo.

A popularidade dessa teoria foi diminuindo à medida que compostos orgânicos eram sintetizados a partir de fontes inorgânicas. Em 1828, o químico alemão Wöhler foi o primeiro a realizar essas sínteses ao produzir o composto orgânico ureia (presente no suor e urina dos animais) a partir do aquecimento de uma solução aquosa de cianeto de amônio que é um composto orgânico extraído de minerais.

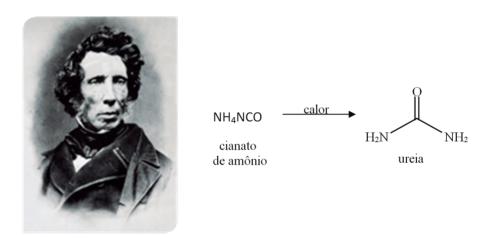


Figura 3: Friedrich Wöehler, pedagogo e químico alemão, precursor no campo da química orgânica e famoso por sua síntese do composto orgânico ureia. À direita, temos a reação de transformação do cianeto de amônio em ureia, realizada por ele. Fonte: http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Friedrich_woehler.jpg

Com a queda do Vitalismo e a síntese de inúmeros compostos orgânicos, percebeu-se que a definição estabelecida para a Química Orgânica, naquela época, não era adequada. Como os compostos orgânicos até então conhecidos continham carbono, em 1858, o químico alemão Kekulé propôs a definição que é aceita atualmente: "Química Orgânica é o ramo da química que estuda os compostos do carbono".

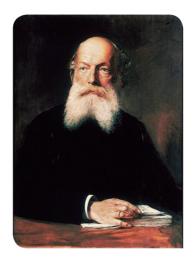


Figura 4: O químico alemão Friedrich August Kekulé, entre outras coisas, desenvolveu fórmulas para os compostos orgânicos e criou alguns postulados sobre o átomo de carbono.

Fonte: http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Heinrich_von_Angeli_-_Friedrich_August_Kekul%C3%A9_von_Stradonitz.jpg

Observe que, no entanto, nem todos os compostos que contêm carbono são orgânicos, como o dióxido de carbono (CO_3) , o ácido carbônico (H_3CO_3) , a grafite (C), entre outros. Esses são compostos inorgânicos, como você já aprendeu.



Aplicações da Química Orgânica

Observamos um crescimento significativo dos compostos orgânicos conhecidos. Além dos oriundos de fontes naturais, há diversos compostos orgânicos sintéticos. Esses são responsáveis pelas maiores transformações ocorridas no nosso cotidiano. Vejamos a seguir a presença da Química Orgânica em algumas áreas, das quais você provavelmente nunca se deu conta!



Indústria petroquímica

A combustão do carvão, do gás natural e do petróleo fornece a maior parte da demanda energética mundial. Além disso, os combustíveis fósseis são fonte de matérias-primas para outras indústrias como, por exemplo, a dos polímeros e a farmacêutica.



Indústria farmacêutica

A maioria dos compostos orgânicos de interesse medicinal é obtida de sínteses realizadas no laboratório. A disponibilidade de diversos agentes terapêuticos possibilitou a redução da mortalidade e do sofrimento dos doentes. O ácido acetil-salicílico, conhecida como aspirina, foi o primeiro medicamento a ser sintetizado. Devido as suas propriedades analgésicas (alívio da dor) e antipiréticas (redução da febre), é um dos medicamentos mais utilizados no mundo. Entre os **quimioterápicos**, a penicilina foi a primeira droga efetiva no tratamento de doenças bacterianas. Sua produção comercial é feita a partir de um microrganismo.



Indústria têxtil

A seda, a lã e o algodão são fibras naturais que o homem usa desde os primórdios da civilização humana na confecção de tecidos. Dentre estes, o algodão é o mais utilizado. A busca por materiais sintéticos com propriedades próximas as fibras naturais ocasionou a síntese de várias outras fibras têxteis, como o náilon e a viscose. O aumento das fontes de fibras acarretou o aumento da produção, a redução dos custos e inovações técnicas dos produtos têxteis. A mistura de fibras naturais e têxteis possibilitou a obtenção de tecidos com propriedades desejáveis de ambas as fibras.





Indústria dos polímeros

O termo polímero é empregado para descrever moléculas muito grandes (macromoléculas) feitas a partir de pequenas unidades que se repetem, chamadas de monômeros. As propriedades dos polímeros naturais começaram a ser pesquisadas no intuito de substituí-los, como no caso da borracha natural e da seda. A partir do sucesso da produção em laboratório desses produtos, novos polímeros foram produzidos e utilizados na confecção de diversos materiais, como pneus, escovas de dente, próteses, calçados, móveis, tintas, brinquedos...

Quimioterápicos

São compostos químicos usados no tratamento de doenças causadas por agentes biológicos. Quando utilizados para tratamento de algum tipo de câncer, o quimioterápico é chamado de antineoplásico ou antiblástico.

Fontes: plataforma: http://www.sxc.hu/photo/462560 - Autor: Luiz Baltar, remédios: http://www.sxc.hu/photo/72200 - Autor: Pam Roth; corda de nylon: http://www.sxc.hu/photo/1058419 - Autor: Dani Simmonds; plásticos: http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Plastic_objects.jpg - Autor: Cjp24

Seção 2

O átomo de carbono e suas características

As características especiais do carbono tornam-no um elemento notável. Ao examinarmos a sua estrutura atômica, saberemos por que o carbono é capaz de formar uma diversidade de compostos muito maior do que os outros elementos! Vamos começar, então?!

A valência do carbono

A primeira característica importante sobre o carbono é que ele é tetravalente, ou seja, forma 4 ligações covalentes. Sendo do grupo 14 da tabela periódica, o carbono possui quatro elétrons na camada de valência. Para obedecer a regra do octeto e ter 8 elétrons na camada de valência, o carbono forma quatro ligações covalentes com outros átomos. Lembre-se que em cada ligação covalente é feito o compartilhamento de elétrons entre os átomos que participam da ligação.

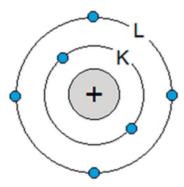


Figura 5: Distribuição eletrônica do átomo do carbono: 2 elétrons na primeira camada (K) e 4 elétrons na segunda (L). Fonte: Jéssica Vicente

O carbono forma encadeamentos ou cadeias

A capacidade de formar ligações carbono-carbono é a característica mais importante do carbono! A consequência direta disso é que há um número incontável de estruturas diferentes que podem ser feitas a partir do carbono. Para aumentar ainda mais esse universo, os átomos de carbono são capazes de fazer ligações duplas e triplas, além das ligações simples. Veja os exemplos a seguir:









Completando as estruturas

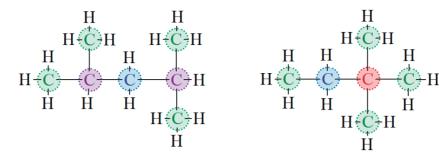
A partir do que aprendeu sobre a valência do carbono, utilize ligações simples (—), dupla (=) ou tripla (=) entre os átomos deste elemento para completar corretamente as seguintes estruturas.





O átomo de carbono pode se combinar com vários outros átomos, formando cadeias que podem conter até milhares de átomos ligados entre si nas mais variadas proporções. Há outros elementos químicos que formam encadeamentos como o carbono, mas nada comparável às cadeias estáveis e variadas deste último.

Devido à sua importância, cada átomo de carbono possui uma classificação de acordo com a quantidade de outros átomos de carbono aos quais possa estar ligado em uma cadeia carbônica. Vejamos quais são essas classificações e alguns exemplos.



- carbono primário: está ligado a apenas um outro átomo de carbono;
- carbono secundário: está ligado a outros dois átomos de carbono;
- carbono terciário: está ligado a outros três átomos de carbono;
- carbono quaternário: está ligado a outros quatro átomos de carbono.

Vamos descobrir quem é quem?

Identifique quais são os carbonos primários, secundários, terciários e quaternários nos compostos a seguir:

Atividade 2

a.

| Tipos de carbono | Numeração do carbono |
|-----------------------|-------------------------|
| Carbonos primários | |
| Carbonos secundários | |
| Carbonos terciários | |
| Carbonos quaternários | |

b.

| Tipos de carbono | Numeração do carbono |
|-----------------------|-------------------------|
| Carbonos primários | |
| Carbonos secundários | |
| Carbonos terciários | |
| Carbonos quaternários | |

Anote suas respostas em seu caderno

Seção 3

Tipos de cadeias orgânicas

Uma cadeia carbônica pode ter as mais diferentes formas: ser formada apenas por átomos de carbono ou conter outros tipos de átomos, podem ter um ou mais anéis ligados ou não entre si etc. Ou seja, a lista de possibilidades é bem grande!

Sendo assim, é conveniente classificarmos as cadeias carbônicas de acordo com a presença ou ausência de uma determinada característica ou critério. Vejamos a seguir as classificações de acordo com as estruturas das cadeias carbônicas, suas características e alguns exemplos.

Classificação quanto ao fechamento da cadeia

a. Cadeia aberta, acíclica ou alifática

O encadeamento dos átomos não possui nenhum fechamento (ciclo ou anel), apresentando duas ou mais extremidades livres.

b. Cadeia fechada ou cíclica

Apresenta um ou mais fechamentos na cadeia, formando ciclo(s) ou anel(eis).

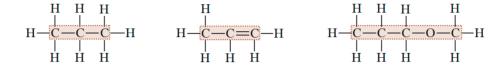
c. Cadeia mista

A cadeia possui uma parte cíclica e outra aberta.

Classificação quanto à disposição dos átomos de carbono

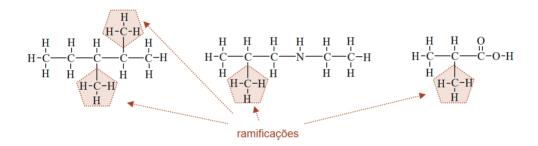
a. Cadeia normal

Existem apenas duas extremidades na cadeia. Ou seja, a estrutura molecular possui apenas carbonos primários e secundários.



b. Cadeia ramificada

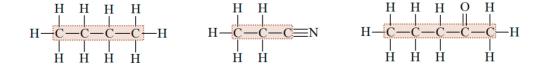
A estrutura possui mais de duas extremidades, caracterizadas por ramificações, apresentando pelo menos um carbono terciário ou quaternário na cadeia.



Classificação quanto aos tipos de ligações entre os átomos de carbono

a. Cadeia saturada

A cadeia apresenta apenas ligações simples entre os átomos de carbono.



b. Cadeia insaturada

Além de ligações simples, há pelo menos uma dupla ou tripla ligação entre os carbonos.

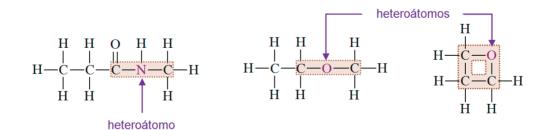
Classificação quanto à natureza dos átomos que compõem a cadeia

a. Cadeia homogênea

Não há outro elemento entre os átomos de carbono da cadeia a não ser outros carbonos.

b. Cadeia heterogênea

Existem outros elementos entre os átomos de carbono, chamados de <u>heteroátomos</u>. Os heteroátomos podem estar unidos a dois ou mais carbonos da estrutura.



Classificação quanto à presença de anel aromático

As cadeias orgânicas cíclicas podem ser chamadas de **alicíclicas** ou **aromáticas**. A diferença entre as duas está na presença (**cadeia aromática**) ou ausência (**cadeia alicíclica**) de um anel de seis átomos com ligações duplas e

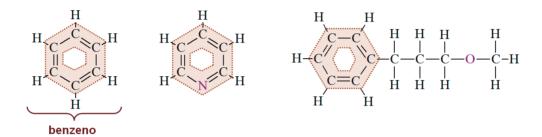
simples alternadas, também conhecido como anel aromático.

Como o próprio nome sugere, os compostos aromáticos possuem um odor forte. Essa estrutura é encontrada em várias compostos, sendo o benzeno $(C_{\epsilon}H_{\epsilon})$ o mais comum.

As cadeias aromáticas podem ser divididas em:

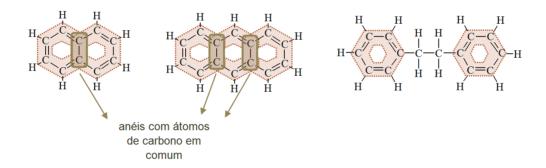
a. Mononucleares

Apenas um anel aromático está presente na cadeia.



b. Polinucleares

Podem existir dois ou mais anéis aromáticos na cadeia.



As classificações descritas são independentes, uma não exclui as outras! Isso significa que um composto orgânico pode ser classificado como sendo, por exemplo, de cadeia aberta, ramificada e heterogênea.



Vejamos agora alguns exemplos práticos de classificação de compostos orgânicos:

Classificação de cadeias

Classifique as cadeias carbônicas apresentadas abaixo:

a)

| H-C | |
|-------|--------|
| H H-C | Н С |

b)

c)

d)

e)

Anote suas respostas em seu caderno

Seção 4

Fórmulas químicas

Como comentamos anteriormente, há um grande número de compostos orgânicos. Daí, a importância de representarmos as suas estruturas por fórmulas para que possamos identificá-los e diferenciá-los uns dos outros. Para isso, os químicos orgânicos criaram formas alternativas de representar as estruturas das moléculas orgânicas de forma a auxiliar sua compreensão, bem como a redução do tempo e do espaço gastos quando um grande número delas deve ser estudado.

Os compostos orgânicos podem ser representados por quatro tipos de fórmulas diferentes e são essas fórmulas que vamos aprender agora.

Fórmula estrutural

A fórmula estrutural é uma das representações de fórmulas químicas mais utilizadas, sendo indicado não somente o número de cada tipo de átomo na molécula, mas também como eles estão ligados entre si na estrutura.

Ao utilizá-la, podemos representar um composto orgânico de duas formas distintas:

- Fórmula estrutural plana, onde todas as ligações da molécula são representadas por traços.
- <u>Fórmula estrutural simplificada</u>, onde as ligações do átomo de carbono com os átomos de hidrogênio são ocultadas.

Na confecção das estruturas na fórmula estrutural simplificada são utilizados os seguintes passos:

- 1. Os heteroátomos, caso presentes na molécula, são mostrados.
- 2. Os traços representam as ligações covalentes realizadas entre os átomos.
- 3. As duplas e triplas ligações sempre serão mostradas.
- 4. As demais ligações que não foram representadas são ligações que ocorrem entre átomos de carbono e hidrogênio. Lembrando sempre que o carbono é tetravalente, ou seja, realiza 4 ligações covalentes.

Vejamos agora alguns exemplos:

Fórmula estrutural plana

Fórmula estrutural simplificada

Montando as fórmulas

Escreva as fórmulas estruturais (plana e simplificada) de um composto que possua apenas átomos de carbono e hidrogênio em sua estrutura, e que apresenta as seguintes características:



- a. É constituído de 4 carbonos, 1 dupla ligação e 1 ramificação.
- b. É constituído de 6 carbonos, 2 duplas ligações e 2 ramificações.



Fórmula condensada

A fórmula condensada é um modo compacto de se fazer uma fórmula estrutural. Nesse tipo de fórmula incluímos os átomos da molécula, ocultando todas as ligações existentes entre os mesmos. Outro recurso importante utilizado para a elaboração deste tipo de fórmula é a representação de grupamentos repetitivos entre parênteses e o respectivo índice, o qual indica a quantidade de vezes que esse grupamento se repete.

Veja o exemplo feito com o composto encontrado na gasolina:

| Fórmula estrutural plana | Fórmula estrutural simplificada | Fórmula condensada |
|---------------------------------------|--|--|
| H H H H H H H H H H H H H H H H H H H | CH ₃ CH ₃ H ₃ C-C-CH ₂ -CH-CH ₃ CH ₃ | (CH ₃) ₃ CCH ₂ CH(CH ₃) ₂ |

Atividade 5

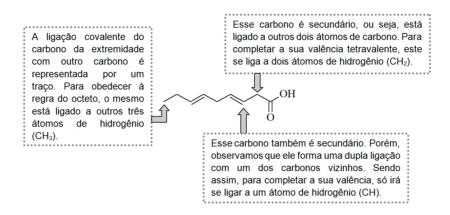
Condensando as coisas

Escreva as estruturas representadas abaixo na fórmula condensada:

- а) H-С<u></u>С-Н
- b) H H C H
- C) H-C==C-H
- d) H-C=C-C-E-E

Fórmula bastão

A fórmula bastão simplifica ainda mais a forma de apresentar os compostos orgânicos. As ligações são representadas por linhas e as extremidades e os pontos da inflexão correspondem aos átomos de carbono. Como os átomos de hidrogênios são ocultados, a quantidade de ligações que estiver faltando ao carbono é a quantidade de hidrogênios ligados a esse elemento. Os heteroátomos, quando presentes na molécula, são representados. Caso estejam ligados a átomos de hidrogênio, estes também serão representados. Observe a figura a seguir:



Este tipo de fórmula é a mais utilizada para a representação de estruturas cíclicas. Observe alguns exemplos:

| Fórmula estrutural plana | Fórmula bastão |
|----------------------------|----------------|
| H H H H H C H H H H H H | |
| H C C H | ou O |
| H H C H C H | |
| H H H H C C C C H H H H H | |

Mudando as fórmulas



Represente a estrutura química em fórmula de linha de ligação (bastão) para cada substância abaixo:

c)
$$H_3C$$
— C — CH — CH_3 CH_3

Anote suas respostas em seu caderno

A química como um todo está muito presente em nosso cotidiano, mas você percebeu como a química orgânica parece ainda mais próxima de nós? Não só pelas substâncias orgânicas que nosso corpo produz, mas também pelos importantes compostos orgânicos de interesse comercial e o impacto de sua produção e descarte sobre o meio ambiente.

Na próxima unidade conversaremos sobre uma classe de compostos orgânicos que é a base da química orgânica: os hidrocarbonetos. A partir deles vamos descortinar esse novo mundo dentro da ciência que chamamos de Química.

Resumo

- A Química Orgânica é o ramo da química que estuda os compostos de carbono. Porém, nem todos os compostos que contêm carbono são orgânicos.
- Vários compostos orgânicos já são usados pelo homem desde as civilizações mais antigas. No entanto, a química orgânica como ciência só existe há um pouco mais de duzentos anos.
- A Teoria da Força Vital, o Vitalismo, afirmava que os compostos orgânicos somente poderiam ser obtidos a partir de fontes animais e vegetais. Em 1828, Wöhler mostrou que essa teoria era equivocada quando sintetizou a ureia, um composto orgânico, a partir de fontes inorgânicas.
- A evolução da química orgânica como ciência é que permite o estilo de vida atual da humanidade. Roupas,
 medicamentos, combustíveis, utensílios domésticos, entre outros itens são fontes dessa evolução.
- As principais características do carbono são ser tetravalente (formar quatro ligações covalentes) e possuir a capacidade de formar cadeias. Esse encadeamento pode ser feito a partir de ligações simples, duplas e triplas.
- O átomo de carbono pode ser classificado como primário, secundário, terciário ou quaternário de acordo com a quantidade de átomos de carbonos ligados entre si.
- As cadeias carbônicas podem ser classificadas de diversas formas, de acordo com a presença ou ausência de uma determinada característica ou critério.
- Quanto ao fechamento da cadeia, a mesma é classificada de acordo com a presença, ou não, de extremidades na cadeia. As cadeias podem ser classificadas como abertas (acíclicas ou alifáticas), fechadas (cíclicas) ou mistas.
- Quanto à disposição dos átomos de carbono, as cadeias podem ser normal ou ramificada.
- Quanto aos tipos de ligações entre os carbonos, as cadeias podem ser classificadas como saturadas (apenas com ligações simples entre carbonos) e insaturadas (pelo menos uma ligação dupla ou tripla entre carbonos).
- Quanto à natureza dos átomos que compõem a cadeia, esta pode ser homogênea (não há outro elemento entre os átomos de carbono) ou heterogênea (há a presença de um heteroátomo entre os átomos de carbono).
- Existem formas distintas de se representar as fórmulas químicas. São as chamadas fórmulas estruturais (plana e simplificada), fórmula condensada e fórmula bastão.

Veja ainda

- Que tal um jogo que apresente a você vários compostos orgânicos que fazem parte do nosso dia a dia?
 Gostou da ideia? Então, acesse o link http://www.pucrs.br/quimica/professores/arigony/super_jogo3.swf e aprenda química de um jeito bem divertido.
- 2. Você sabia que existe uma teoria de que os compostos orgânicos, tão essenciais para a existência de vida na Terra, vieram de outros planetas? Ficou curioso? Então, leia essa matéria e fique por dentro: http://cienciahoje.uol.com.br/revista-ch/revista-ch-2008/251/nossas-raizes-no-espaco/

Referências

- Kotz, J. C.; Wood, J.L.; Joesten, M.D.; Moore, J.W. **The chemical world: Concepts and applications**; Saunders College Publishing; Orlando Florida; 1994. 954p.
- Urbesco, J.; Salvador, E. **Química Química Orgânica**; volume 3; 10ª edição; São Paulo: Saraiva, 2005. 512p.
- Solomons, T. W. G. **Química Orgânica** 1; LTC: Rio de Janeiro, 1996; 6ª Ed.; 777p.
- Allinger, N. L. **Química Orgânica**, 2ª ed., Rio de Janeiro Guanabara Koogan: Rio de Janeiro, 1978; 961p.
- Morrinson, R. T.; Boyd, R. N. **Química Orgânica**; 9a Ed.; Fundação Calouste Gulbenkian, 1990; 1639p.
- Pine, S. H.; Hendrickson, J. B.; Cram, D. J.; Hammond, G. S.; Organic chemistry; 4a ed.; McGraw-Hill; 1039p.

Atividade 1

a)

b)

Atividade 2

a)

| Tipos de carbono | Numeração do carbono |
|-----------------------|-------------------------|
| Carbonos primários | 5, 8, 9, 10 |
| Carbonos secundários | 1, 3, 6 |
| Carbonos terciários | 2,4 |
| Carbonos quaternários | 7 |

b)

| Tipos de carbono | Numeração do carbono |
|-----------------------|-------------------------|
| Carbonos primários | 1, 3, 6, 7, 8 |
| Carbonos secundários | 4 |
| Carbonos terciários | 2 |
| Carbonos quaternários | 5 |

Respostas das Atividades

Atividade 3



- aberta, saturada, ramificada e homogênea
- aberta, saturada, ramificada e homogênea
- aberta, saturada, ramificada e homogênea
- aberta, insaturada, normal e heterogênea
- fechada, insaturada, normal e homogênea.

Atividade 4

a)

$$H-C \longrightarrow C \longrightarrow C-H$$
 H
 $H-C-H$
 H
 H
 H
 H
 H
 H
 H
 H

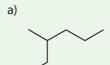
b)

$$\begin{array}{c|c} & CH_3 \\ & & \\$$

Atividade 5

- CHCH
- CH_{4}
- CH,CH,
- d. CH,CHCH,

Atividade 6



Respostas das Atividades

b)

c)





Questão 1 (UERJ)

A maior parte das drogas nos anticoncepcionais de via oral é derivada da fórmula estrutural plana abaixo:

O número de carbonos terciários presentes nesta estrutura é:

- a. 5
- b. 6
- c. 7
- d. 8
- e. 9

Resposta da questão

Letra C

Comentários

Os carbonos terciários estão representados em destaque na estrutura a seguir:

Questão 2 (UERJ)

A testosterona, um dos principais hormônios sexuais masculinos, possui fórmula estrutural plana:

Determine:

- a. o número de átomos de carbono, classificados como terciários, de sua molécula;
- b. sua fórmula molecular.

Resposta da questão

- a. 4 átomos de carbono terciário.
- b. C₁₉H₂₈O₂

Comentários

a. Os carbonos terciários estão representados em destaque na estrutura abaixo:

b. A fórmula molecular é referente à quantidade de átomos de carbono, hidrogênio e oxigênio na molécula.

Questão 3 (PUC-RS)

A "fluoxetina", presente na composição química do Prozac, apresenta fórmula estrutural:

Com relação a este composto, é correto afirmar que:

- a. apresenta cadeia carbônica cíclica e saturada.
- b. apresenta cadeia carbônica aromática e homogênea.
- c. apresenta cadeia carbônica mista e heterogênea.
- d. apresenta somente átomos de carbonos primários e secundários.
- e. apresenta fórmula molecular C₁₇H₁₆ONF.

Resposta da questão

Letra C

Comentários

A estrutura da "fluoxetina" apresenta na sua estrutura anéis aromáticos (parte cíclica da estrutura) ligados a

uma sequência de cadeia aberta, o que caracteriza uma cadeia classificada como mista. Por apresentar um oxigênio entre carbonos (heteroátomo), caracteriza uma cadeia heterogênea.

Questão 4 (UFF-RJ)

A estrutura dos compostos orgânicos começou a ser desvendada nos meados do séc. XIX, com os estudos de Couper e Kekulé, referentes ao comportamento químico do carbono. Dentre as ideias propostas, três particularidades do átomo de carbono são fundamentais, sendo que uma delas refere-se à formação de cadeias.

Escreva a fórmula estrutural de compostos orgânicos que contenham apenas atomos de hidrogênio e o menor número de átomos de carbono possivel, apresentando cadeias carbônicas:

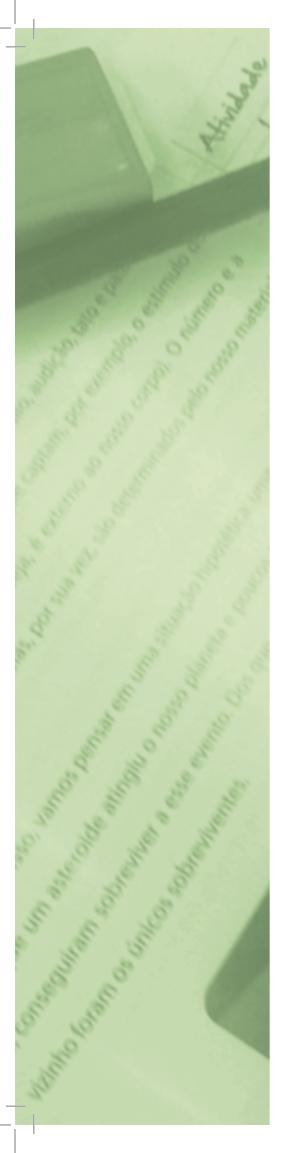
- a. Acíclica, normal, saturada, homogênea.
- b. Acíclica, ramificada, insaturada (com ligação dupla), homogênea.
- c. Aromática, mononuclear, ramificada.

Resposta da questão

a)

b)

c)



Hidrocarbonetos

Para início de conversa...

Você sabe o que é sustentabilidade? Pensa que sabe? Não tem a menor ideia? Vamos fazer o seguinte, leia o texto a seguir e depois volte aqui e responda novamente!

Segundo alguns dicionários, o significado da expressão "sustentabilidade" pode ser qualidade ou condição do que é sustentável ou modelo de desenvolvimento que tem condições para se manter ou conservar.

Para você entender melhor o significado desta expressão, preste atenção à seguinte narrativa: "Eu estava tomando um refrigerante, em garrafa, quando ela caiu ao chão e quebrou-se em vários cacos. Fiquei preocupado porque os cacos poderiam machucar alguém presente. Entretanto, quanto à perda do material de vidro, não me preocupei, porque eles poderão ser reciclados, desde que ele seja reservado em recipientes próprios e encaminhado para as indústrias de reutilização deste tipo de material que têm como objetivo fabricar outros frascos ou recipientes à base de **silicatos**".

Silicatos

São compostos minerais constituídos de silício e oxigênio, um ou mais metais e, possivelmente, hidrogênio. O mineral conhecido como areia ou sílica, que é um dos componentes do vidro, apresenta a fórmula SiO₂, sendo conhecido como óxido de silício.

Você conhece os chamados "catadores de latinhas"? Se você nunca viu um, com certeza já ouviu falar deles. Os catadores, normalmente, são homens, e fazem um trabalho socioeconômico dos mais importantes. Eles atuam, principalmente, em locais públicos como, por exemplo, nas praias. Do ponto de vista social, a coleta de latas ajuda a constituir a renda familiar de sobrevivência desses catadores. Do ponto de vista econômico, esse material à base do metal alumínio poderá retornar às fábricas de latinhas para reciclagem, diminuindo os custos de produção de novas latinhas.

Analisando o que se apresentou até agora, podemos concluir que o reaproveitamento dos cacos de vidro e das latinhas serve de exemplo de sustentabilidade. Ou seja, os cacos de vidro e as latinhas poderão retornar às respectivas fábricas, tirando do Meio Ambiente esses dois materiais.

Agora pense na imensa quantidade de frascos plásticos, as chamadas garrafas PET, das águas minerais e dos refrigerantes. Se esses materiais fossem deixados na natureza até se decomporem totalmente, causariam um transtorno dos mais sérios porque esses materiais levam muitos anos para serem degradados e, por isso, são um tipo de poluição dos mais complicados para o Meio Ambiente.

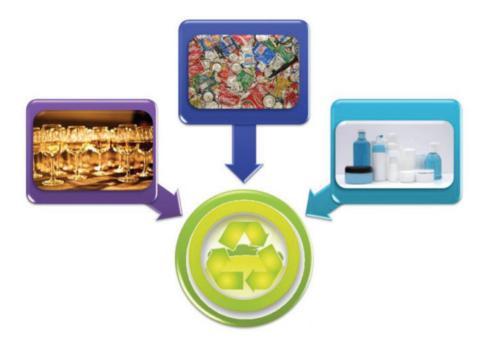


Figura 1: Vidros, latas de alumínio e plásticos podem levar mais de duzentos anos para se decomporem. O bom é que esses materiais podem voltar ao estado origem e serem reaproveitados. Por isso, a reciclagem é tão importante para o Meio Ambiente. Este processo faz parte daquilo que se chama sustentabilidade.

Fontes: http://www.sxc.hu/photo/414122 Autor: Berkeley Robinson; http://www.sxc.hu/photo/1248748 Autor: Meenalnc's; http://www.sxc.hu/photo/1245600 Autor: Gerhard Taatgen jr.; http://www.sxc.hu/photo/1263263 Autor: Emilien Auneau

De uma maneira geral, podemos afirmar que materiais como garrafas PET e outros plásticos são considerados **polímeros** dos mais variados hidrocarbonetos como veremos mais adiante nos nossos conteúdos.

Polímeros

São macromoléculas de elevadas massas molares, formadas pela união de inúmeras moléculas de uma ou mais unidades fundamentais, denominadas monômeros.

Hidrocarbonetos são compostos orgânicos binários hidrogenados, isto é, compostos orgânicos, formados por dois elementos químicos, carbono e hidrogênio..



A sustentabilidade pode ser bem caracterizada, por exemplo, pela coleta seletiva. Alguns estabelecimentos, tais como restaurantes, bares, colégios, hospitais, edifícios comerciais e residenciais fazem esse tipo de coleta, dividindo o seu lixo em compartimentos separados. Você já deve ter visto esses coletores de lixo coloridos por aí, não?



Figura 2: Imagem de recipientes para a coleta seletiva Fonte: http://pt.wikipedia.org/wiki/Ficheiro:Reciclagem.jpg

Coleta seletiva de lixo é um processo que consiste na separação e recolhimento dos resíduos descartados por empresas e pessoas. Desta maneira, os materiais que podem ser reciclados são separados do lixo orgânico. Entenda que o lixo orgânico consiste em restos de carne, frutas, verduras e outros alimentos, e que deverá ser descartado em aterros sanitários ou usado para a fabricação de adubos orgânicos.

No sistema de coleta seletiva, os materiais recicláveis são separados em quatro segmentos, a saber: papéis, plásticos, metais e vidros. Existem indústrias que reutilizam esses materiais para a fabricação de matéria-prima ou, até mesmo, de outros produtos para reciclagem.

A coleta seletiva de lixo é de extrema importância para a sociedade. Além de gerar renda para milhões de pessoas e economia para as empresas, também significa uma grande vantagem para o Meio Ambiente, uma vez que diminui a poluição dos solos, rios e mares. Esse tipo de coleta é de extrema importância para o desenvolvimento sustentável do planeta.

Objetivos da Aprendizagem

- 1. Identificar os diferentes tipos de hidrocarbonetos.
- 2. Reconhecer um hidrocarboneto a partir de sua fórmula estrutural.
- 3. Descrever as equações de combustão, envolvendo hidrocarbonetos.
- 4. Nomear os diferentes tipos de hidrocarbonetos usando as regras da IUPAC.

Seção 1

Hidrocarbonetos: A base da química orgânica

Os hidrocarbonetos são compostos orgânicos binários hidrogenados. Quando se afirma que eles são "orgânicos", significa que há a presença obrigatória do elemento químico carbono; quando se afirma "binários" é para indicar a presença de dois elementos químicos; e em relação à expressão "hidrogenados", deve-se interpretar que o segundo elemento químico é o hidrogênio.

Os hidrocarbonetos possuem algumas diferenças entre si que nos permite classificá-los de três maneiras:

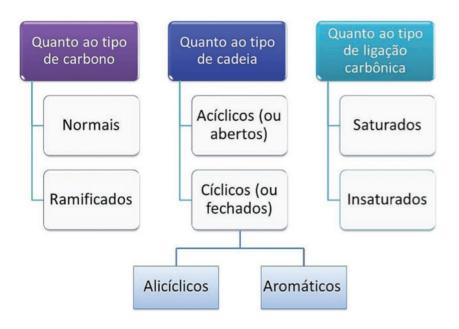


Figura 3: Um hidrocarboneto pode apresentar a mistura dos três tipos de classificação.

Mas você deve estar imaginando como devem ser os hidrocarbonetos a partir desta classificação, não é mesmo? Então, vamos entendê-los.

Os hidrocarbonetos de cadeia aberta que possuem somente ligações simples são comumente denominados ALCANOS (sinônimo: parafinas). Eles podem apresentar diferentes formações, como essas a seguir.

Exemplos:

Os hidrocarbonetos de cadeia aberta que possuem apenas uma dupla ligação são denominados ALCENOS (sinônimo: olefinas).

Exemplos:

Os hidrocarbonetos de cadeia aberta que apresentam apenas uma tripla ligação, são denominados ALCINOS (ou hidrocarbonetos acetilênicos).

Exemplos:

$$H-C\equiv C-H$$
 $H-C\equiv C-C-H$ $HC\equiv C-CH-CH_3$ CH_3

Os hidrocarbonetos de cadeia aberta que possuem apenas duas duplas ligações (por isso dietênicos), são denominados ALCADIENOS (ou dienos).

Exemplos:

Os hidrocarbonetos de cadeia fechada que possuem somente ligações simples são denominados CICLANOS (ou ciclo alcanos).

Exemplos:

Os hidrocarbonetos de cadeia fechada que possuem uma dupla ligação, são denominados CICLENOS (ou ciclo alcenos).

Exemplos:

Por fim, os hidrocarbonetos que apresentam o anel ou ciclo benzênico, isto é, que são formados por um ciclo, contendo seis átomos de carbono dispostos hexagonalmente e ligados entre si por três ligações simples e três duplas ligações alternadas, são denominados HIDROCARBONETOS AROMÁTICOS. Veja nas imagens a seguir que temos duas formas de representar esses anéis benzênicos.

Exemplos:

Reconhecendo os hidrocarbonetos



Proponha as fórmulas estruturais ou condensadas e dê as fórmulas moleculares dos seguintes hidrocarbonetos:

- a. Alcano de cadeia normal, contendo cinco átomos de carbono.
- b. Menor alcano com dois átomos de carbono terciário.
- c. Menor alceno com um átomo de carbono quaternário.
- d. Menor alcino ramificado com cinco átomos de carbono.
- e. Menor alcadieno de cadeia normal com as duplas ligações alternadas.
- f. Menor ciclano com dois átomos de carbono terciário.



Seção 2

Os hidrocarbonetos e as suas fórmulas gerais

Fórmula geral em hidrocarbonetos é uma expressão que irá identificar, do ponto de vista quantitativo, o tipo de hidrocarboneto pela indicação dos números de átomos de carbono e de hidrogênio. Se ainda não entendeu o que significa uma fórmula geral, com os exemplos a seguir ficará mais claro.

Exemplos:

Alcanos:

| Fórmula estrutural | Fórmula molecular |
|--|-------------------|
| CH ₄ | CH₄ |
| CH ₃ -CH ₃ | C_2H_6 |
| CH ₃ -CH ₂ -CH ₃ | C_3H_8 |
| CH ₃ -CH ₂ -CH ₂ -CH ₃ | C_4H_{10} |
| CH ₃ -(CH ₂) ₃ -CH ₃ | $C_{5}H_{12}$ |

→ Observe que, em todas as fórmulas, o número de átomos de hidrogênio é o dobro do número de átomos de carbono mais duas unidades.



Alcenos e ciclanos:

| Fórmula estrutural | Fórmula molecular |
|--|-------------------|
| $H_2C=CH_2$ | C_2H_4 |
| CH ₃ -CH=CH-CH ₃ | C_4H_8 |
| CH ₂ =CH-CH ₃ | C_3H_6 |
| H_2C — CH_2 | C_3H_6 |

No caso das fórmulas desses hidrocarbonetos, o número de átomos de hidrogênio é o dobro do número de átomos de hidrogênio.



Observação: Dois dos hidrocarbonetos dos tipos alceno e ciclano apresentados no exemplo apresentam a mesma fórmula molecular (igual a C_3H_6) e, portanto, estão enquadrados no fenômeno denominado **isomeria**, logo eles são isômeros. Caso queira saber mais a respeito deste tema, procure a indicação que fizemos na seção Veja Ainda.

Isomeria

É o fenômeno pelo qual duas ou mais substâncias diferentes apresentam a mesma fórmula molecular.

Alcinos, alcadienos e ciclenos:

| Fórmula estrutural | Fórmula molecular |
|----------------------------|-------------------|
| HC=CH | C_2H_2 |
| $CH_3 - C \equiv C - CH_3$ | C_4H_6 |
| CH ₂ / CH | C_3H_4 |
| $HC \equiv C - CH_3$ | C_3H_4 |
| $H_2C = C = CH_2$ | C_3H_4 |

→ Na fórmula geral dos alcinos, alcadienos e ciclenos, o número de átomos de hidrogênio é o dobro do número de átomos de carbono menos duas unidades.



Observação: Na relação de hidrocarbonetos do exemplo, verificamos a presença de três isômeros de fórmula molecular igual a C_3H_4 .

Colocando as fórmulas gerais em prática!

Quais as fórmulas moleculares dos seguintes hidrocarbonetos?

- a. Alcano, contendo dez átomos de carbono.
- b. Alcano que apresenta dezesseis átomos de hidrogênio.
- c. Alcano contendo vinte átomos de carbono.
- d. Alceno com 12 átomos de carbono.
- e. Alceno que apresenta 12 átomos de hidrogênio.
- f. Alcino, contendo 12 átomos de carbono.



Seção 3

Os hidrocarbonetos e as suas combustões

Combustão não é um assunto novo para você, certo? Lembra que já conversamos sobre ela na unidade de Termoquímica? Então, leia atentamente o quadro a seguir e pense o que pode haver em comum entre as histórias apresentadas.



Uma árvore está queimando por causa de um raio que a atingiu. Dependendo do tipo de madeira, o componente mais importante é um polímero denominado celulose.



A chama de uma vela está iluminando uma pequena casa do interior de um estado que ainda não apresenta rede elétrica. O material que está sendo queimado é a parafina presente no corpo da vela. Parafinas são alcanos sólidos.



Em uma festa de aniversário está sendo servido um delicioso churrasco, feito em uma churrasqueira onde o carvão está em brasa liberando calor para poder assar as carnes



A chama da vela daquela pequena casa do interior foi acesa com um palito de fósforo, um objeto constituído por madeira.



No interior ou em muitas casas na roça e, até mesmo, em algumas fazendas é muito comum o uso de fogões onde a lenha é queimada liberando calor para cozinhar os alimentos. O pão feito desta forma é simplesmente delicioso.



Nas cidades são utilizados os fogões a gás, que podem ser canalizados ou de botijão. No caso do gás canalizado, têmse a utilização, geralmente, do gás metano. E no caso do gás de botijão ocorre o uso dos gases propano e butano.



E se eu afirmar que o automóvel se move por causa da queima da gasolina ou óleo diesel, entre outros materiais? Aliás, tanto um como outro combustível são formados por hidrocarbonetos, principalmente alcanos.



O soldador consegue realizar as suas soldas metálicas por causa da queima do gás acetileno. Aliás, o acetileno (ou etino) é um hidrocarboneto do tipo alcino.

http://www.flickr.com/photos/havucnmycaml/2302585437 • outofmytree

http://www.sxc.hu/photo/1281538 Autor: gc85's

http://www.sxc.hu/photo/48520 Autor: Dieter Joel Jagnow http://www.sxc.hu/photo/1397813 Autor: Miguel Saavedra http://www.sxc.hu/photo/286329 Autor: Diego Meneghetti http://www.sxc.hu/photo/374137 Autor: Diego Meneghetti http://www.sxc.hu/photo/676552 Autor: Elvis Santana

http://www.sxc.hu/photo/286561 Autor: Guy-Claude Portmann

Você deve ter percebido nos textos do esquema a ocorrência de uma série de aplicações do processo, denominado queima, ou melhor, combustão. E o mais interessante, dentre as várias queimas mencionadas, é que a maioria delas consiste na queima de diversos tipos de hidrocarbonetos.

Mas que tal relembrarmos o que é combustão?

Combustão é o fenômeno pelo qual ocorre a reação de queima de um material quando em presença do gás oxigênio presente no ar atmosférico liberando calor. No caso dos hidrocarbonetos, a combustão em presença do gás oxigênio (O₂) do ar atmosférico leva à formação de gás carbônico (CO₂) e vapor d´água (H₂O) e a produção de calor. As reações de combustão são exotérmicas.

Vejamos alguns exemplos de reações de combustão completa, envolvendo carbono, hidrogênio e hidrocarbonetos:

a. Carvão mineral (coque) e carvão vegetal

 $C (carvão) + O_2(g) \rightarrow CO_2(g) + calor$

b. Gás hidrogênio

$$2 H_{2}(g) + O_{2}(g) \rightarrow 2 H_{2}O(v) + calor$$

c. Gás metano - gás predominante no GNV (gás natural veicular)

$$CH_4(g) + 2O_2(g) \rightarrow CO_2(g) + 2H_2O(v) + calor$$

d. Gás butano - principal componente do GLP (gás liquefeito do petróleo)

$$C_4H_{10}(g) + {}^{13}/_2O_2(g) \rightarrow 4CO_2(g) + 5H_2O(v) + calor$$

e. Gás acetileno - gás usado nos maçaricos oxi-acetilênicos

$$C_2H_2(g) + \frac{5}{2}O_2(g) \rightarrow 2CO_2(g) + H_2O(v) + calor$$

f. Isoctano - um dos componentes da gasolina

$$C_8H_{18}(\ell) + {}^{25}/_2 O_2(g) \rightarrow 8 CO_2(g) + 9 H_2O(v) + calor$$

Quanto à estequiometria das reações de combustão dos hidrocarbonetos, elas podem ser de dois tipos:

■ Combustão incompleta: formação de C(s) ou CO (g)

Exemplo:

$$C(carvão) + \frac{1}{2}O_{2}(g) \rightarrow CO(g) + calor$$

■ Combustão completa: formação de CO₂(g)

Exemplos:

$$CO(g) + \frac{1}{2}O_{2}(g) \rightarrow CO_{2}(g) + calor$$

C(carvão) + O₂(g) → CO₂(g) + calor (esta equação é a soma das duas anteriores)

Nesta aula, você aprendeu que existem dois tipos de combustão, não é verdade? Que tal ver as diferenças entre a reação completa e incompleta, acontecendo na prática? Então, entre no seguinte endereço da Internet: http://www.pontociencia.org.br/experimentos-interna.php?experimento=696&CO MBUSTAO+COMPLETA+E+INCOMPLETA.

Se puder, realize o experimento; não fique apenas assistindo ao vídeo. Fazer é muito mais interessante! Mas, faça com bastante atenção e evite acidentes!







Equacionando a combustão

Proponha as equações de combustão completa dos seguintes compostos:

- a. Gás propano (um dos componentes do GLP) C₃H₈
- b. Benzeno C_sH_s



Seção 4

Nomenclatura oficial dos hidrocarbonetos normais (IUPAC)

Para garantir que em qualquer lugar do mundo será usado o mesmo nome para um determinado composto químico, foram criadas algumas regras que devem ser seguidas por todos. No caso dos compostos orgânicos e inorgânicos, usamos a nomenclatura IUPAC. A sigla IUPAC significa, em Português, **U**nião **I**nternacional de **Q**uímica **P**ura e **A**plicada que é uma organização não governamental, dedicada ao avanço da Química.

A regra oficial para nomear os hidrocarbonetos de cadeia normal consiste em um prefixo que designará o número de átomos de carbono, seguido de uma característica que apontará o tipo de ligação carbônica e uma letra final "o" que indicará a função química orgânica que, neste caso, será hidrocarboneto. O esquema a seguir é um bom resumo para esta regra:



Mas afinal, quem são esses prefixos designativos? Os quatro primeiros prefixos são inerentes apenas à química orgânica; do quinto em diante serão prefixos gregos, principalmente, e latinos, e eles determinam o número de átomos de carbono que existem na estrutura. A tabela a seguir lista essas duas informações que você deverá memorizar.

| Prefixos designativos | Número de átomos de C | Prefixos designativos | Número de átomos de C |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| met | 1 | hex | 6 |
| et | 2 | hept | 7 |
| prop | 3 | oct | 8 |
| but | 4 | non | 9 |
| pent | 5 | dec | 10 |

Já o que chamamos de características indicam o tipo de ligação que existe na estrutura. Lembrando que elas podem ser simples, duplas e triplas ligações. A tabela a seguir mostra o radical que deve ser colocado no nome para cada tipo de ligação.

| Características | Significados |
|-----------------|--------------------------|
| an | somente ligações simples |
| en | uma dupla ligação |
| in | uma tripla ligação |
| dien | duas duplas ligações |

Para ficar mais claro, vejamos alguns exemplos:

Hidrocarboneto com um átomo de carbono e somente ligações simples:

$$met + an + o \rightarrow metano$$

Hidrocarboneto com dois átomos de carbono e somente ligações simples:

$$et + an + o \rightarrow etano$$

$$H$$
 $C = C$

Hidrocarboneto com dois átomos de carbono e uma dupla ligação:

$$et + en + o \rightarrow eteno$$

$$H - C \equiv C - H$$

Hidrocarboneto com dois átomos de carbono e uma tripla ligação:

$$et + in + o \rightarrow etino$$

Veja que não basta sabermos o número de carbonos; é preciso também identificar os tipos de ligações, pois com apenas três átomos de carbono são possíveis quatro diferentes hidrocarbonetos acíclicos, como esses representados a seguir por fórmulas estruturais planas:

Com apenas três átomos de carbono são possíveis, principalmente, dois hidrocarbonetos cíclicos diferentes. Neste caso, a nomenclatura oficial é feita da mesma maneira que a dos hidrocarbonetos de cadeia aberta, apenas acrescentando à frente do nome a palavra "ciclo".

Com a fórmula molecular igual a $C_4H_{8'}$, são possíveis dois alcenos normais diferentes, isômeros de posição, porque a dupla ligação mudou de posição de um para outro hidrocarboneto. Veja nas representações a seguir que a localização da dupla ligação é feita entre o prefixo e a característica da cadeia carbônica (a localização é o número que aparece no nome). A numeração dos carbonos foi iniciada a partir da extremidade mais próxima da dupla ligação. Na fórmula da esquerda a dupla ligação está na extremidade esquerda, sendo assim, a numeração começa ali. Já na fórmula da direita a dupla ligação está no meio da cadeia, portanto, não faz diferença de que lado se começa a numerar, pois cairá sempre no carbono 2.

Da mesma forma, com a fórmula molecular igual a C_4H_6 são possíveis dois alcinos normais diferentes, e dois alcadienos normais diferentes. Também neste caso, a localização da tripla ligação nos alcinos é feita entre o prefixo e a característica da ligação carbônica, o mesmo para as localizações das duplas ligações nos alcadienos. Mais uma vez, ressaltando que as numerações têm início a partir da extremidade mais próxima da tripla ligação ou de uma das duplas ligações.

Dando nome aos bois

Dê os nomes oficiais (IUPAC) dos seguintes hidrocarbonetos:

| a. | CH,- | ·CH ₂ - | -CH ₂ - | -CH |
|----|------|--------------------|--------------------|-----|
| | - 3 | -) | -) | - 3 |

- i. C₄H₈ (ciclano de cadeia normal)
- j. C₄H₆ (cicleno de cadeia normal)



Seção 5

Radicais monovalentes derivados dos alcanos

Radicais são átomos ou grupos de átomos que apresentam uma ou mais valências livres, isto é, um ou mais elétrons livres ou desemparelhados.

Radicais monovalentes são aqueles que apresentam apenas uma valência livre, isto é, um elétron livre ou desemparelhado. A nomenclatura desses radicais monovalentes, quando derivados dos alcanos (são chamados de alcoilas), é feita substituindo-se a terminação <u>ano</u> dos alcanos pela terminação <u>ila</u>.

Atividade

Exemplos:

Quando o alcano possui três ou mais carbonos, poderemos encontrar mais de um possível radical a partir dele. Vejamos o caso do propano (cadeia normal):

Na estrutura superior (n-propila), o prefixo "<u>n</u>" indica que o radical apresenta uma cadeia normal e o elétron livre encontra-se na ponta da cadeia, isto é, no carbono do tipo primário. Já na estrutura inferior (isopropila), o prefixo "<u>iso</u>" indica a presença do grupo de átomos CH₃-CH-CH₃ na cadeia do radical.

A união faz a força... de um alcano

Você sabia que a união de dois radicais monovalentes do tipo alcoila irá produzir a molécula de um hidrocarboneto do tipo alcano? Por exemplo, a união de dois radicais do tipo metila leva à formação do alcano denominado etano, assim como a união do radical metila ao radical etila leva à formação do alcano de nome propano, e assim sucessivamente. Veja esses dois exemplos:

| Junte | e | vamos | ver | no | que | dá! |
|-------|---|-------|-----|----|-----|-----|
|-------|---|-------|-----|----|-----|-----|

Atividade 5

Proponha as estruturas e dê os nomes oficiais dos alcanos formados pela união dos seguintes radicais:

- a. etila com etila
- b. metila com propila



Como nomear alcanos ramificados?

Você já aprendeu como nomear os alcanos de cadeia normal, certo? Mas e quando a cadeia do alcano é ramificada? Com a nomenclatura dos radicais monovalentes derivados dos alcanos, pode-se dar nomes oficiais aos alcanos ramificados. Vamos começar, analisando um propano com uma ramificação em sua cadeia:

Para dar nome oficial ao mais simples dos alcanos ramificados já se torna necessário o uso do primeiro radical mencionado, o radical metil. O nome do alcano fica metilpropano. Consiste na cadeia do propano que apresenta uma ramificação do tipo metil (apenas um carbono).

Mas o propano também pode ter mais de uma ramificação, não é mesmo? No exemplo a seguir, vemos que o propano tem dois radicais metil e, portanto, ele será um <u>di</u>metilpropano. Lembre-se de que o prefixo grego "<u>di</u>" significa duplicidade. Dessa estrutura, podemos ter um radical:

$$\begin{array}{c} CH_3\\ I\\ CH_3-C-CH_3\\ I\\ CH_3\\ \end{array}$$
 dimetilprop**ano**

Provavelmente, você está pensando: "E as cadeias grandes? Se você quiser aprender um pouco mais sobre a nomenclatura dos hidrocarbonetos, vá até a seção Veja Ainda.

Seção 6

Hidrocarbonetos aromáticos: Classificação e nomenclaturas

São os hidrocarbonetos que apresentam um ou mais anéis ou núcleos benzênicos. Os mais comuns são os benzênicos e os naftalênicos, embora existam outras classificações. Os benzênicos são aqueles que apresentam apenas um anel benzênico e os naftalênicos são aqueles que apresentam dois núcleos benzênicos condensados.



Figura 4: Você sabia que a casca da laranja é rica em óleos essenciais e que 90% deles são constituídos por uma substância da classe dos hidrocarbonetos? Esse composto é chamado de limoneno, tem fórmula molecular C₁₀H₁₆, seu nome oficial (IUPAC) é 1-metil-4-isopropenilciclo-hex-1-eno, e é altamente inflamável, assim como a gasolina.

Fonte: http://www.sxc.hu/photo/495308 Autor: Viktors Kozers

As estruturas iniciais, ou seja, as mais simples dos aromáticos benzênicos e naftalênicos são:



C₆H₆ benzeno



C₁₀H₈ naftaleno Mas os hidrocarbonetos aromáticos também podem ser ramificados. Nesses casos, antes do nome dos referentes à quantidade de anéis benzênicos, devemos colocar o nome dos radicais referentes às ramificações e, quando for o caso, a numeração que indicará a localização da ramificação (ou ramificações). Veja os exemplos:

$$C_7H_8$$
 C_8H_{10} CH_2-CH_3 metilbenzeno (ou tolueno) etilbenzeno

Seção 7

Principais hidrocarbonetos cíclicos (alicíclicos): Estruturas e nomes oficiais

Agora veremos alguns dos principais hidrocarbonetos de cadeia fechada. As regras para nomeá-los une os conhecimentos que você aprendeu durante toda a aula, ou seja, a nomeação dos hidrocarbonetos cíclicos mais as regras que envolvem os radicais e a forma de localização das ramificações através da numeração dos carbonos. Veja os exemplos:

➡ Ciclanos: hidrocarbonetos cíclicos saturados

⇒ **Ciclenos**: hidrocarbonetos cíclicos insaturados etênicos

$$C_4H_6$$
 $H_2C \longrightarrow CH_2$
 $HC \Longrightarrow CH$
 CH_2
 CH_2
 CH_2
 CH_3
 CH



Identificando os cíclicos

Proponha as estruturas condensadas e dê os nomes oficiais aos ciclanos de fórmula molecular igual a C_5H_{10} . (Dica: São cinco possibilidades).



Nossa, quanta informação, não é mesmo? Como nós dissemos anteriormente, os hidrocarbonetos são a base da Química Orgânica e, por isso, eles apresentam essa riqueza de informações. Mas agora você está pronto para a conversa que levaremos nas próximas unidades.

Para começar, falaremos das funções oxigenadas que envolvem substâncias que apresentam, em grande parte, uma relação bastante íntima com diversos de nossos hábitos. É o caso do álcool, da cetona e até do vinagre. E se o nome das funções é "oxigenadas", significa que nosso imprescindível oxigênio está envolvido, correto? Então, até mais!

Resumo

- Hidrocarbonetos são compostos orgânicos binários hidrogenados, isto é, compostos formados por dois elementos químicos, carbono e hidrogênio.
- Alcanos são hidrocarbonetos de cadeia aberta e possuindo somente ligações simples.
- Alcenos são hidrocarbonetos de cadeia aberta e possuindo apenas uma dupla ligação.
- Alcinos são hidrocarbonetos de cadeia aberta e possuindo apenas uma tripla ligação.
- Alcadienos são hidrocarbonetos de cadeia aberta e possuindo apenas duas duplas ligações.
- Hidrocarbonetos aromáticos são aqueles que apresentam anel ou núcleo benzênico em sua estrutura.
- Ciclanos são hidrocarbonetos de cadeia fechada e possuído somente simples ligações.
- Ciclenos são hidrocarbonetos de cadeia fechada e possuindo apenas uma dupla ligação.

- Combustão é o fenômeno pelo qual ocorre a reação de queima de um material quando em presença do gás oxigênio do ar atmosférico liberando calor. No caso dos hidrocarbonetos, a combustão em presença do gás oxigênio (O₂) do ar atmosférico leva à formação de gás carbônico (CO₂) e vapor d'água (H₂O) e produção de calor. As reações de combustão são exotérmicas e podem ser completas ou incompletas.
- A nomenclatura oficial (IUPAC) dos hidrocarbonetos normais é feita da seguinte maneira: prefixo designativo do nº de carbonos + característica das ligações + O.
- Os prefixos designativos podem ser: **met** (1 C), **et** (2C), **prop** (3C), **but** (4C), **pent** (5C), **hex** (6C) e assim sucessivamente.
- As características podem ser: an (só simples), en (1 dupla), in (1 tríplice), dien (2 duplas) e assim sucessivamente.

Veja ainda...

- Visando a uma revisão ilustrativa, relacionada com a nomenclatura dos alcanos, você deve acessar o seguinte site: http://www.youtube.com/watch?v=B6iLkfZVd_o
- Para se aprofundar um pouco mais no assunto nomenclatura dos hidrocarbonetos, acesse o seguinte site: http://www.youtube.com/watch?v=MSKMIS61BTA&NR=1&feature=endscreen
- Agora, se você quer se aprimorar bem mais na nomenclatura dos compostos orgânicos, principalmente, os hidrocarbonetos, procure acessar o seguinte site: http://www.youtube.com/watch?v=wMNdgKSEO0g&fea ture=related
- Lembra que falamos sobre isomeria nesta unidade? Para saber mais sobre este tema, acesse o seguinte endereço: http://www.coladaweb.com/quimica/quimica-inorganica/isomeria

Referências

- KOTZ, J. C.; TREICHEL, P. M.; WEAVER, G. C. Química Geral e Reações Químicas. 6.ed., volume 1, São Paulo:
 Cengage Learning, 2009
- KOTZ, J. C.; TREICHEL, P. M.; Química Geral e Reações Químicas. 5.ed., volume 2, São Paulo: Cengage Learning, 2009

- MORRISON, R. T.; BOYD, R. N., **Química Orgânica, 8. ed.**, Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1983.
- SOLOMONS, T.W.G.; FRYHLE, C.B. Química Orgânica. 7.ed., Rio de Janeiro: LTC Editora, 2001
- FARAH, M. A., **Petróleo e seus derivados**, 1.ed., Rio de Janeiro: LTC, 2012
- SOUZA, A. C.; GONÇALVES, A. Química Orgânica Coleção Química Hoje, 4.ed. Vol 3. Rio de Janeiro:
 Produção Independente, 2010
- Guia IUPAC para a Nomenclatura de Compostos Orgânicos, 1 ed. Lisboa: Lidel edições técnicas,
 Ida, 2002

Atividade 1

a. CH₃−CH₂−CH₂−CH₃ → C₅H₁₂

b. CH₃−CH(CH₃)−CH(CH₃)−CH₃ → C₆H₁₄

c. $CH_2 = CH - C(CH_3)_2 - CH_3$ \rightarrow C_6H_{12}

d. $HC = C - CH(CH_3) - CH_3$ \rightarrow C_5H_8

e. $CH_2 = CH - CH = CH_2$ \rightarrow C_4H_6

f. $H \hookrightarrow H$ $H_2C \hookrightarrow CH_2$ $H_3C \hookrightarrow CH_2$

Atividade 2

a. C₁₀H₂₂ b. C₇H₁₆ c. C₂₀H₄₂

d. C₁₂H₂₄ e. C₆H₁₂ f. C₁₂H₁₂

Atividade 3

a. $C_3H_g(g) + 5O_2(g)$ \rightarrow $3CO_2(g) + 4H_2O(v) + calor$

b. $C_6H_6(l) + {}^{15}/_2O_2(g)$ \longrightarrow $6CO_2(g) + 3H_2O(v) + calor$

Atividade 4



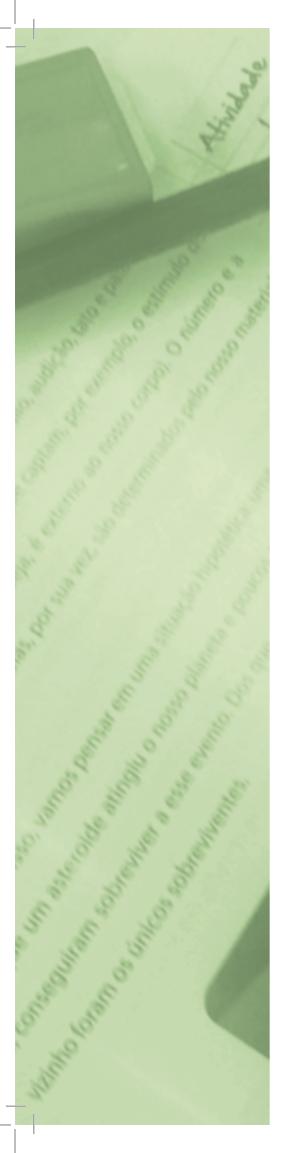
- a. butano
- b. pentano
- c. pent-1-eno
- d. pent-2-eno
- e. pent-2-ino
- f. pent-1-ino
- g. penta-1,3-dieno
- h. penta-1,4-dieno
- i. ciclobutano
- j. ciclobuteno

Atividade 5

a.
$$CH_3-CH_2 \bullet + \bullet CH_2-CH_3 \rightarrow CH_3-CH_2-CH_2-CH_3 \rightarrow butano$$

b.
$$H_3C \bullet + \bullet H_2C - CH_2 - CH_3 \rightarrow CH_3 - CH_2 - CH_2 - CH_3 \rightarrow butano$$

Atividade 6



Funções oxigenadas

Para início de conversa...

Você sabe como o álcool pode interferir na nossa saúde? Não? Então, vamos conversar sobre isso.

Primeiramente, vamos acompanhar a trajetória do álcool no corpo humano: quando ingerido, é absorvido inalterado pelo estômago, levando, aproximadamente, dez minutos após sua ingestão, para ser detectado no sangue.

Uma pequena parte do álcool ingerido é eliminada diretamente pelos pulmões, pelo suor e pela urina. O restante é rapidamente metabolizado no fígado, onde é transformado em gás carbônico e água, ou seja, o papel do fígado é "se livrar" do álcool ingerido.

Quando o álcool é metabolizado, ocorre uma liberação de energia pelas células do fígado. No entanto, a "energia alcoólica", ao contrário das outras fontes de energia que vêm dos alimentos, (como os lipídios e glicídios), não é armazenada de forma eficiente, dissipando-se com o calor. O álcool é, por isso, chamado fonte de "caloria vazia", ou seja, não aproveitável bioquimicamente.

O consumo prolongado de álcool provoca inúmeros problemas de saúde. Veja alguns exemplos:

- Cirrose hepática: inflamação no fígado que leva à falha em seu funcionamento e pode causar a morte.
- Gastrite: inflamação no estômago; provoca muita dor e em alguns casos hemorragia (sangramento).
- Desnutrição: o álcool interfere diretamente na absorção de vitaminas, bem como na excreção aumentada desses nutrientes. Assim, nem mesmo uma dieta alimentar adequada protege quem consome álcool de complicações orgânicas, pois o aproveitamento dos alimentos ingeridos é insatisfatório.

Os problemas relatados podem regredir. Basta cessar o consumo de bebidas alcoólicas e fazer uma dieta alimentar.

Quer saber o que essa história tem a ver com esta unidade? Nela, você vai aprender sobre as principais funções orgânicas oxigenadas, e o álcool é uma delas, bem como suas características estruturais, as regras de nomenclatura e suas relevâncias no setor produtivo, nos processos biológicos e no ambiente.

Objetivos de aprendizagem

- Identificar as principais funções orgânicas oxigenadas;
- Empregar códigos e símbolos para representar as principais funções orgânicas oxigenadas.

Seção 1

Funções oxigenadas

Diversas substâncias orgânicas são importantes no nosso cotidiano, tais como os álcoois, os éteres, a acetona e o formol. Elas possuem em suas fórmulas apenas átomos dos elementos carbono, hidrogênio e oxigênio. A forma como os átomos dessas moléculas estão ligados determina as diferentes funções oxigenadas.

Vamos estudar tais formas.

Álcoois

O principal álcool da economia brasileira é o etanol, também conhecido como álcool comum.

É vendido em supermercados como produto de limpeza, nos postos de gasolina brasileiros como combustível, e está presente em diversas bebidas alcoólicas.

O **álcool hidratado** é o combustível dos carros a álcool que circulam no Brasil. Esse álcool não é puro, é uma mistura que contém etanol a 96°GL, o que significa 96% de etanol e 4% de água.

°GL (°Gay Lussac)

É a quantidade em mililitros de etanol contida em 100 mililitros de uma mistura etanol e água. Exemplo: um recipiente que contém 100 mililitros de álcool hidratado 96ºGL tem 96 mililitros de etanol e 4 mililitros de água.



Figura 1: O etanol é utilizado como combustível de motores de explosão. A foto destaca uma bomba de etanol em um posto de gasolina. Foto: Marcus André

A gasolina vendida nos postos de abastecimento no Brasil contém até 25% de etanol. Esse etanol, ao contrário do álcool hidratado usado nos veículos movidos a álcool, é **anidro**, o que significa que não tem água.

Anidro

É um termo geral utilizado para designar uma substância de qualquer natureza que não contém (ou quase não contém) água na sua composição. O álcool anidro possui características de pureza na ordem de 99,95°GL, com 0,05% de água. Ou seja, é considerado isento de água.

Diferentemente dos combustíveis derivados do petróleo, que vêm de uma fonte não renovável, as fontes de etanol, como a cana-de-açúcar no caso do Brasil, são renováveis. Basta plantar a cana para se obter mais etanol.

As bebidas alcoólicas são misturas contendo etanol. Quando uma pessoa ingere uma bebida alcoólica, rapidamente começa a absorção do etanol pelo estômago e no intestino delgado. Tomar leite ou comer alimentos gordurosos dificulta a absorção do etanol pelo organismo, mas se o estômago estiver vazio, a absorção ocorrerá muito mais rapidamente.

Parte do etanol ingerido vai para o sangue e, à medida que aumenta a concentração de etanol no sangue, os efeitos sobre o corpo humano também variam. Café forte e banho frio, ao contrário do que muitos pensam, não diminuem os efeitos do álcool no organismo. Veja na tabela 1 os efeitos do etanol em função da concentração de etanol no sangue.

Tabela 1: Efeitos do etanol em função da concentração de etanol no sangue em uma pessoa de massa corporal igual a 70 kg.

| Copos de cerveja (200 mL) | Concentração de etanol no sangue (g/L) | Comportamento | Consequências |
|------------------------------|---|------------------------------|---|
| 1 | Até 0,4 | Sóbrio | Sem efeito |
| De 2 a 4 | De 0,5 a 1,4 | Eufórico | Dificuldade de julgamento de distância e velocidade |
| De 5 a 8 | De 1,5 a 3,2 | Confuso | Perda do controle físico e emocional |
| De 9 a 12 | De 3,3 a 4,8 | Inconsciência; às vezes coma | Descoordenação geral |
| 13 ou mais | 4,9 ou mais | Morte | Parada respiratória |

Fontes: Adaptado de http://mundoestranho.abril.com.br/materia/como-o-alcool-age-no-corpo; http://www.equilibrionutricional.com.br/atualidades-nutricionais/385-efeitos-do-alcool-no-organismo.html; GARRITZ, A.; CHAMIZO, J. A. Química. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2003. P. 37.

As informações presentes na **Tabela 1** dependem de fatores como a quantidade de álcool ingerido em um determinado intervalo de tempo e a quantidade de alimento ingerido antes da bebida, entre outros.

Outro álcool muito importante é o metanol ou álcool metílico, considerado o mais tóxico dos alcoóis. Se ingerido, mesmo em pequenas doses, causa cegueira e até morte, como ocorreu em Salvador, no início de 1999, quando 40 pessoas morreram devido ao consumo de aguardente contaminada com metanol.

O metanol é inflamável, a chama produzida durante sua combustão é de cor azul muito clara, de modo que se torna praticamente invisível quando está sob forte luminosidade (é um perigo adicional).



Figura 2: As figuras de uma chama e de uma caveira no rótulo do metanol (álcool metílico) significam que o material é inflamável e tóxico. Foto: Marcus André

O metanol pode ser usado como combustível em motores a explosão, como os carros de corrida da Fórmula Indy e de algumas aeronaves.

Os álcoois são identificados através do grupo hidroxila (—OH), ligado a um átomo de carbono saturado (isto é, carbono que faz apenas ligações simples).

A nomenclatura oficial, de acordo com as regras da IUPAC, é feita como nos hidrocarbonetos, mas com a terminação funcional \underline{ol} em lugar do sufixo \underline{o} .

Nos álcoois de estrutura mais simples pode ser utilizado uma nomenclatura usual, ou seja, não oficial, usando a palavra álcool, seguida do nome do **radical orgânico** (metil, etil etc.) ligado à hidroxila, acrescido da terminação **ico.**

Principais álcoois:

Exemplo 1:

Estrutura: H₂C— OH

Nomenclatura oficial: metanol

Radical ligado à hidroxila: metil (H,C—)

Nomenclatura usual: álcool metílico

Exemplo 2:

Estrutura: H₃C—CH₂—OH

Nomenclatura oficial: etanol

Radical ligado à hidroxila: etil (H₃C— CH₃—)

Nomenclatura usual: álcool etílico

Fenóis

No século XIX, o médico inglês Joseph Lister (1827 – 1912) leu alguns trabalhos de Louis Pateur (1822 – 1895) a respeito da existência de micro-organismos causadores de algumas doenças. Em 1861, ele observou que 45-50% dos pacientes amputados morriam após as cirurgias.

A partir desse estudo, Lister levantou a hipótese de que os micro-organismos seriam os causadores das frequentes infecções que ocorriam após as cirurgias.

A partir disso, admitiu-se que tais micro-organismos pudessem vir dos próprios médicos e de seus instrumentos. Assim, no hospital em que Lister trabalhava, foi instituída a prática de lavar as mãos e os instrumentos com soluções de fenol antes e após as cirurgias. Com essa simples medida, ele reduziu a mortalidade para 15% nos hospitais ingleses.

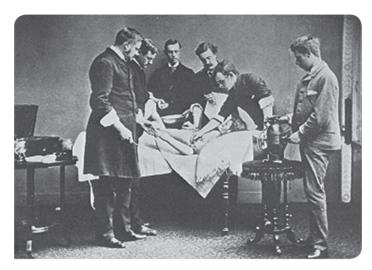


Figura 3: O cirurgião Joseph Lister (terceiro, da direita para a esquerda) reduziu as taxas de mortalidade em hospitais britânicos, usando o fenol como antisséptico.

Fonte: http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Chirurgiens-allemands.gif

O fenol, apesar de bom antisséptico, foi substituído por outros, pois é tóxico e provoca queimaduras.

Os fenóis são identificados por meio do grupo hidroxila (—OH) ligado diretamente a um átomo de carbono que pertence a um anel aromático.

A nomenclatura oficial dos fenóis apresenta o prefixo hidróxi seguido do nome do hidrocarboneto correspondente.

O hidróxi-benzeno, ou fenol comum, é o fenol mais simples e o mais importante, pois é usado como matéria--prima para desinfetantes, resinas, explosivos e medicamentos.



Éteres

Quando se fala em éter, podemos lembrar imediatamente do éter comum (etoxietano). Esse composto começou a ser usado como anestésico por inalação, em 1846, pelo dentista William Morton. Antes disso, as cirurgias eram feitas com o paciente acordado e, às vezes, embriagado.

Durante muito tempo, o éter comum foi usado como anestésico por médicos e dentistas, mas devido ao mal--estar que provocava após a anestesia, e ao fato de ser altamente inflamável, o éter comum foi substituído gradativamente por outros anestésicos nas cirurgias. Hoje o uso do éter comum ficou muito reduzido. No entanto, se passado sobre a pele, além da sensação de frio que sua evaporação proporciona, o éter provoca uma diminuição da sensibilidade desse órgão, tornando menos dolorosa a picada de uma agulha de injeção, por exemplo.

Éteres são compostos que possuem um átomo de oxigênio ligado a dois carbonos.

A nomenclatura oficial dos éteres contém a palavra **OXI** intercalada nos nomes dos dois grupos formadores do éter:

<u>Prefixo</u> + **oxi** + hidrocarboneto correspondente (Menor grupo) (Maior grupo)

Exemplo 1:

Estrutura: $CH_3 - O - CH_2 - CH_3$

Nomenclatura oficial: metoxietano

Exemplo 2:

Estrutura: $\underline{CH_3}$ — $\underline{CH_2}$ — \underline{O} — $\underline{CH_2}$ — $\underline{CH_3}$

Nomenclatura oficial: etoxietano

Exemplo 3:

Estrutura: $\underline{CH}_3 - \mathbf{O} - \overline{\mathbf{O}}$

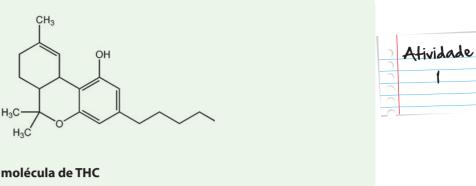
Nomenclatura oficial: metoxibenzeno

Identificando as funções orgânicas presentes no THC



A maconha é uma droga que contém uma variedade de substâncias químicas, mas o principal componente ativo é o tetraidrocanabinol ou THC.

Fumar maconha pode causar sérios danos à saúde, como bronquite crônica, distúrbios psicóticos (como esquizofrenia e depressão) e queda no desempenho escolar. Esses efeitos da maconha dependem da concentração de THC no sangue, ou seja, quanto maior a concentração de THC na maconha, mais forte o efeito da droga.



Estrutura de uma molécula de THC

Aponte e escreva os nomes das funções orgânicas presentes em cada molécula de THC.



Aldeídos

O formol é uma solução aquosa, contendo cerca de 40% em massa de metanal (aldeído que possui apenas um átomo de carbono). É empregado na conservação de cadáveres e peças anatômicas.



Figura 4: O besouro e o filhote de jacaré conservados em formol. Foto: Marcus André

Um dos mais populares e perigosos tipos de alisamentos de cabelos se faz com o uso de formol e, mais recentemente, com glutaraldeído ou pentanodial. Este último 10 vezes mais tóxico que o formol.

Desde 2005, a **ANVISA** se mostrou contrária ao uso dessas substâncias como alisantes, mas só publicou a Resolução RDC 36 em 17 de junho de 2009, que proíbe a comercialização do formol em estabelecimentos como drogarias, farmácias e supermercados.

ANVISA

A sigla significa Agência Nacional de Vigilância Sanitária. É o órgão que atua em todos os setores relacionados a produtos e serviços que possam afetar a saúde da população brasileira.



Hoje é proibido o uso de formol e glutaraldeído como alisantes de cabelos.

A proibição do uso do formol e seus derivados como alisante capilar foi necessária, pois pode causar sérios danos a quem usa e ao profissional que aplica o produto, tais como alergia, coceira, queimadura, inchaço, descamação e vermelhidão do couro cabeludo, quebra da haste capilar, ardência e lacrimejamento dos olhos, falta de ar, tosse, dor de cabeça, ardência e coceira no nariz. Tudo isso devido ao contato direto com a pele ou com sua vaporização na hora da aplicação do produto. Várias exposições podem causar também boca amarga, dores de barriga, enjoos, vômitos, desmaios, feridas na boca, narina e olhos e câncer nas vias aéreas superiores (nariz, faringe, laringe, traqueia e brônquios), podendo até levar à morte.

A legislação sanitária permite o uso de formol e glutaraldeído em produtos cosméticos apenas na função de conservantes (com limite máximo de 0,2% e 0,1%, respectivamente), ou do formol como endurecedor de unhas no limite máximo de 5%. A adição de formol, glutaraldeído ou qualquer outra substância a um produto acabado, pronto para uso, constitui infração sanitária, estando o estabelecimento que adota essa prática sujeito às sanções administrativas, cíveis e penais cabíveis. E mais: a adulteração desses produtos configura **crime hediondo**.

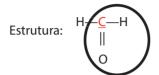
Crime hediondo

Crimes que o legislador (quem faz a lei) entendeu necessitar de maior reprovação por parte do Estado e cuja lesão causada é acentuadamente expressiva e de maior aversão à coletividade. Os crimes ditos hediondos são aqueles expressamente listados na Lei 8072/90, tais como latrocínio (roubo seguido de morte), estupro, extorsão mediante sequestro e outros.

Os aldeídos são compostos que possuem o grupo carbonila (C=O) ligado a pelo menos um átomo de hidrogênio.

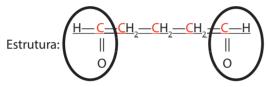
A nomenclatura oficial é feita como nos hidrocarbonetos, mas com a terminação funcional **al** em lugar do sufixo **o**.

Exemplo 1:



Nomenclatura oficial: metanal

Exemplo 2:



Nomenclatura oficial: pentanodial

Cetonas

A cetona mais importante e de maior uso comercial é a propanona, mais conhecida como acetona. Líquido inflamável, incolor e de cheiro agradável, é usada principalmente como removedor de esmalte das unhas.



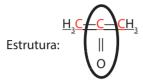
Figura 5: A solução de acetona é comumente utilizada como removedor de esmalte. Foto: Marcus André.

A acetona apresenta relativa toxicidade, podendo causar irritação nos olhos, no nariz, na pele e na garganta.

As cetonas são compostos que possuem o grupo carbonila (C=O) entre átomos de carbono.

A nomenclatura oficial é feita como nos hidrocarbonetos, mas com a terminação funcional **ona** em lugar do sufixo **o**.

Exemplo:



Nomenclatura oficial: propanona

Ácidos carboxílicos

Os ácidos carboxílicos são responsáveis por vários odores típicos e, em geral, desagradáveis. Assim, por exemplo, o ácido butanóico ou ácido butírico (do latim *butirum*, "manteiga") tem cheiro de manteiga rançosa.

O odor de nossa transpiração é também devido, em parte, aos ácidos carboxílicos. Acredita-se que um cão reconheça o seu dono pelo cheiro graças aos ácidos carboxílicos presentes na pele humana. O faro apurado do animal permite-lhe distinguir uma pessoa de outra.

O vinagre, utilizado como tempero para saladas, é solução aquosa de ácido etanóico ou ácido acético. O ácido etanóico ou ácido acético é o responsável pelo sabor azedo (do latim acetum) e cheiro penetrante do vinagre.



Figura 6: O vinagre, utilizado para temperar saladas, é uma solução aquosa de ácido etanóico. Foto: Marcus André.

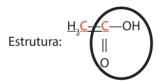
A reação seguinte é também a responsável pelo fato de um vinho "azedar" (estar se transformando em vinagre); decorre daí a recomendação de guardar garrafas de vinho **deitadas**, o que umedece a rolha, dificultando a entrada de ar (oxigênio) na garrafa e retardando, em consequência, a transformação do vinho em vinagre.

$$\begin{array}{c} & & \text{O} \\ & || \\ \text{CH}_3 \longrightarrow \text{CH}_2 \longrightarrow \text{OH} + \text{O}_2 \text{ (ar)} \longrightarrow \text{CH}_3 \longrightarrow \text{C} \longrightarrow \text{OH} + \text{H}_2 \text{O} \\ \\ \text{etanol (álcool} & \text{ácido etanóico} \\ \text{do vinho)} & \text{(no vinagre)} \end{array}$$

Os ácidos carboxílicos são compostos que possuem o grupo carboxila, ou seja, junção de uma carbonila com uma hidroxila.

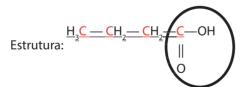
A nomenclatura oficial é feita como nos hidrocarbonetos, mas com a terminação funcional **óico** em lugar do sufixo **o**.

Exemplo 1:



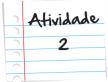
Nomenclatura oficial: ácido etanóico.

Exemplo 2:



Nomenclatura oficial: ácido butanóico.

Montando a estrutura do ácido valérico



O queijo *roquefort* possui um odor desagradável. O responsável por isso é o ácido valérico (do latim *valere*, "planta valeriana"). O nome oficial IUPAC desse ácido é pentanóico. Escreva a fórmula estrutural dele.



Lei seca e bafômetros Para inibir a presença de mo

Saiba Mais

Para inibir a presença de motoristas embriagados no trânsito, em 19 de junho de 2008, foi aprovada a Lei 11.705, modificando o Código de Trânsito Brasileiro. Essa modificação tornou a lei mais rigorosa, apelidada de "lei seca"; nesta, a polícia usa os chamados bafômetros para identificar o grau de embriaquez do condutor do veículo.

O condutor que consumiu uma quantidade de bebida alcoólica superior a 0,1 mg de álcool por litro de ar expelido no exame do bafômetro fica sujeito à multa, suspensão da carteira de habilitação e, dependendo da quantidade de álcool consumida, ele pode até ser preso.

O tipo mais simples e antigo de bafômetro contém um cartucho com $K_2Cr_2O_{7,}$ depositado sobre partículas de sílica gel umedecidas com H_2SO_4 . Se o ar nele soprado contiver álcool, ocorrerá a mudança de cor de acordo com a seguinte reação:

Ésteres

Os ésteres apresentam grande importância na indústria alimentícia. Essas substâncias aparecem no perfume das flores e no aroma e sabor dos frutos. Atualmente, as indústrias produzem grandes quantidades de ésteres, que são usados como sabores e aromas artificiais em doces, balas, sorvetes etc.



Figura 7: As balas de goma são aromatizadas com auxílio de substâncias orgânicas que pertencem ao grupo dos ésteres. Foto: Marcus André.

Ésteres são substâncias derivadas de ácidos carboxílicos nas quais o hidrogênio da carboxila foi trocado por um grupo orgânico.

Para fazer a nomenclatura dos ésteres é necessário reconhecer a parte da molécula que veio do ácido e o grupo orgânico que substituiu o hidrogênio.

Nomenclatura oficial dos ésteres:

nome do ácido (- ico) + ato de nome do grupo orgânico + a

Exemplo:

| Ácido carboxílico | Éster |
|------------------------|--|
| H ₃ C—C—OH | H ₃ C—C—O— CH ₃ |
| | |
| Ο | 0 |
| ácido <u>etanó</u> ico | <u>etanoato</u> de metil a |

Os ésteres podem ser obtidos pela reação entre um ácido carboxílico e um álcool.

Exemplo:

Agora me diga se você não está impressionado com a diversidade dos compostos orgânicos e de como eles envolvem a nossa vida e nem nos damos conta. Mas ainda temos muitos mais para discutir.

Na próxima unidade veremos a funções orgânicas que estão presentes, principalmente, na nossa alimentação. Veremos que os compostos orgânicos são imprescindíveis para nos mantermos vivos e saudáveis.

Você tem fome de quê?

Resumo

| Função orgânica | Característica do grupo | |
|-----------------|--|--|
| Álcool | —C—OH | |
| Fenol | AR—OH AR é um anel aromático | |
| Éter | R—O—R´ R e R´ são <mark>radicais</mark> orgânicos | |
| Aldeído | O R—C—H R é um radical orgânico ou H | |

| Cetona | O R—C—R' R e R' são radicais orgânicos |
|-------------------|--|
| Ácido carboxílico | O R — C—OH R é um radical orgânico ou H |
| Éster | O R—C—O—R´ R e R´ são radicais orgânicos |

Veja ainda

Esses são alguns livros bem interessantes para serem explorados.

- Etanol: a revolução verde e amarelo, de Décio Fischetti e Oziris Silva. São Paulo: Bizz Comunicação, 2008.
- Plantas e Perfumes, as essências mais usadas, de Antonieta Barreiro Cravo. São Paulo: Editora Hemus, 1986.
- Moléculas, de P. W. Atkins. São Paulo: Edusp, 2005.

Referências

- CHANG, R. *Organic Chemistry*. New York: McGraw Hill, 2005.
- EMSLEY, John; **Moléculas em exposição**. São Paulo: Edgard Blücher, 2001.
- FELTRE, Ricardo; **Química volume 3** Química Geral. São Paulo: Editora Moderna, 2009.
- REIS, Martha; Ciências, Tecnologia & Sociedade. São Paulo: FTD, 2001.
- Revista Galileu Janeiro de 2013. Editora Globo.

Atividade 1



Fenol e éter.

Atividade 2

O ácido valérico é o ácido pentanóico.

O prefixo **pent** indica que a cadeia principal tem cinco carbonos.

O infixo **an** indica que há apenas ligações simples entre átomos de carbono.

E o sufixo óico indica que o composto é um ácido carboxílico.

Então:



Questão 1 (UNESP 2005)

Por motivos históricos, alguns compostos orgânicos podem ter diferentes denominações aceitas como corretas. Alguns exemplos são o álcool etílico (C_2H_6O), a acetona (C_3H_6O) e o formaldeído (CH_2O). Esses compostos podem também ser denominados, respectivamente, como:

- a. Hidroxietano, oxipropano e oximetano.
- b. Etanol, propanal e metanal.
- c. Etanol, propanona e metanal.
- d. Etanol, propanona e metanona.
- e. Etanal, propanal e metanona.

Gabarito: Letra C.

Comentários: Etanol = álcool etílico – é um álcool com dois carbonos, ou seja, a nomenclatura oficial apresenta prefixo **et** e sufixo **ol.**

Propanona = acetona – é uma cetona com três carbonos, ou seja, a nomenclatura oficial apresenta prefixo **prop** e sufixo **ona.**

Metanal = formaldeído – é um aldeído com apenas um carbono, ou seja, a nomenclatura oficial apresenta prefixo met e sufixo al.

Questão 2 (UERJ 2006 - adaptada)

Na tabela a seguir, são relacionados quatro hormônios esteroides e suas correspondentes funções orgânicas.

| HORMÔNIO | FUNÇÃO ORGÂNICA | |
|--------------|-----------------|--|
| Progesterona | cetona | |
| estrona | fenol e cetona | |
| testosterona | cetona e álcool | |
| estradiol | fenol e álcool | |

Escreva o nome do hormônio correspondente a cada estrutura abaixo.

ОН

b.

ОН

d.

Gabarito e comentários:

a. Estrona, pois apresenta as funções fenol e cetona.

b. Estradiol, pois apresenta as funções fenol e álcool.

c. Testosterona, pois apresenta as funções cetona e álcool.

d. Progesterona, pois apresenta apenas a função cetona.

Questão 3 (Mackenzie 2010)

Usado como solvente de vernizes, o etanoato de etila é um éster que, ao reagir com a água, fornece etanol (H_3C-CH_2-OH) e ácido etanoico $(H_3C-COOH)$.

A fórmula molecular desse solvente é:

- a. C₄H₈O₂.
- b. C₂H₆O₃.
- c. C₂H₄O₂.
- d. C₄H₁₀O₃.
- e. C₂H₆O.

Gabarito: c

Comentários:

Reação do ácido carboxílico com um álcool:

Questão 4 (UNIFOR)

O ácido málico é um ácido orgânico encontrado naturalmente em algumas frutas, como a maçã e a pera. É uma substância azeda e adstringente, sendo utilizada na indústria alimentícia como acidulante e aromatizante. Na estrutura do ácido málico mostrada a seguir, estão presentes respectivamente os grupos funcionais e as funções orgânicas:

- a. Carbonila, carboxila, cetona e ácido carboxílico.
- b. Hidroxila, carbonila, álcool e aldeído.
- c. Carbonila, carboxila, ácido carbolíco e éster.
- d. Carbonila e hidroxila, cetona e éster.
- e. Hidroxila e carboxila, álcool e ácido carboxílico.

Gabarito: E

Comentários:

Grupo funcional: hidroxila
Função orgânica: álcool

Grupo funcional: carboxila
Função orgânica: ácido carboxílico

OH
OH
OH

Questão 5 (UFRRJ)

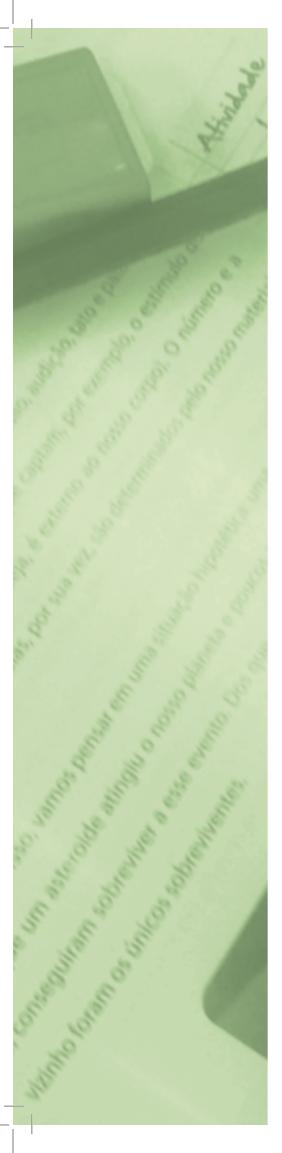
Uma das várias sequelas causadas por níveis elevados de glicose no sangue de pacientes diabéticos, que não seguem o tratamento médico adequado, envolve o aumento da concentração de sorbitol nas células do cristalino ocular, que pode levar à perda da visão. Com base na transformação mostrada na equação a seguir, na qual os átomos de carbono da estrutura da glicose encontram-se numerados, responda:

Que função orgânica diferencia a glicose do sorbitol?

Gabarito e comentário: Aldeído.







Você se alimenta corretamente?

Para início de conversa...

Você se preocupa com os alimentos que ingere em seu dia a dia?

Não?! Então deveria, pois é a nossa alimentação que fornece energia e substâncias químicas necessárias para um pleno funcionamento do nosso organismo.

Nesse contexto, uma simples atitude pode te auxiliar na escolha de uma alimentação mais saudável. Quer saber qual?

Lá vai: leia os rótulos dos alimentos industrializados. Simples assim!

Quer um exemplo? Então, vá até a sua cozinha e pegue algum alimento que esteja embalado. Pode ser qualquer coisa: um pacote de biscoito, de arroz, de óleo, de suco industrializado ou qualquer outro alimento. Preste atenção em seu rótulo.

Eu escolhi um pacote de macarrão instantâneo. Veja o que encontrei em sua embalagem:

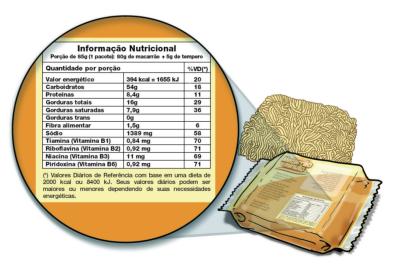


Figura 1: Informação Nutricional presente no rótulo de um pacote de macarrão instantâneo, apresentando várias informações sobre o que estamos consumindo.

Você sabia que a ANVISA (Agência Nacional de Vigilância Sanitária) estabelece que todos os alimentos e bebidas devem trazer um rótulo, informando a composição nutricional, ou seja, a quantidade de cada um desses nutrientes?

Essa medida simples é uma orientação do Ministério da Saúde para que a população possa escolher consumir produtos mais adequados à sua alimentação diária.

Perceba que os valores informados no rótulo de um alimento devem ser apresentados por porção, ou seja, "um pacote" ou "100 g" ou "2 biscoitos" ou "1 copo" e assim por diante. Assim, cada consumidor pode avaliar quanto está consumindo de cada nutriente e pode comparar entre produtos semelhantes.

Outras informações (se o produto é *light* ou *diet*, se contém ômega 3, gordura *trans*, dentre outras) também estão presentes nos rótulos dos alimentos. Preste atenção nelas!

O rótulo mostrado na **Figura 1**, além de apresentar a quantidade de quilocalorias (Kcal) que você consome por porção ingerida, também nos informa a quantidade de carboidratos, vitaminas, gorduras e proteínas que esses alimentos nos fornecem.

Essas substâncias orgânicas, em conjunto com a água e os sais minerais, são chamadas de nutrientes, pois possuem funções biológicas específicas e essenciais ao nosso organismo.

Por isso, de acordo com o nosso metabolismo, devemos consumir quantidades adequadas de cada um deles. Você já deve ter ouvido falar em pirâmide alimentar, não?

A pirâmide alimentar nos fornece informações sobre a quantidade e a qualidade dos alimentos que devemos consumir, do ponto de vista nutricional. Veja na **Figura 2**, um exemplo.

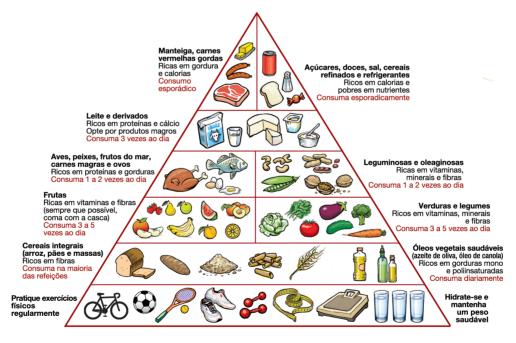


Figura 2: A Pirâmide Alimentar relaciona os nutrientes mais adequados para uma alimentação saudável. Na base, estão os alimentos que devemos ingerir em maiores quantidades, já no topo estão os que devemos ingerir pouco.

Mas, falando quimicamente, o que são carboidratos, proteínas e lipídios?

Vamos aprender um pouco sobre eles? Esta aula irá lhe mostrar que algumas substâncias são essenciais para a nossa saúde, enquanto outras devem ser evitadas.

Boa leitura!

Objetivos de aprendizagem

- Identificar a presença das funções orgânicas nas estruturas de lipídios, carboidratos e proteínas.
- Reconhecer a importância dos lipídios, carboidratos e proteínas na nossa alimentação.
- Identificar a função amina e amida em um composto orgânico nitrogenado.

Seção 1

Começando pelos carboidratos

Nesse grupo de substâncias, temos os açúcares, o amido e a farinha, presentes em pães, bolos e massas. Ou seja, os carboidratos são considerados os vilões das dietas de emagrecimento.

lsso porque uma alimentação rica em carboidratos pode resultar em obesidade e no aumento da possibilidade de a pessoa desenvolver um tipo específico de **diabete**.

Diabete

Doença metabólica na qual a pessoa fica com alta taxa de açúcar na corrente sanguínea. Isso pode ser causado pela dificuldade do pâncreas em produzir insulina, um hormônio responsável por facilitar a entrada de açúcar nas células.

Mas fique você sabendo que a ingestão de uma baixa quantidade de carboidratos provoca modificações em nosso metabolismo, levando a fraqueza, dificuldade de raciocínio, tonturas e até desmaios. Isso porque eles são usados pelo nosso organismo para produção de energia, fornecendo em média, 4,0 kcal/g.

Então, você deve estar se perguntando: "Qual será a quantidade adequada de consumo de carboidratos para uma pessoa?".

Pergunte a um médico ou a um nutricionista, pois esse tipo de avaliação é pessoal e intransferível!

Tal avaliação leva em consideração a condição de saúde da pessoa (a sua taxa de glicose no sangue, por exemplo), a faixa etária, se é homem ou mulher, a atividade física, dentre outras questões. Por isso, fica o aviso: cuidado com dietas que você lê nas revistas, pois cada indivíduo possui um metabolismo próprio.

Mas, quimicamente falando, o que é carboidrato?



Os carboidratos, também chamados de glicídios ou açúcares, são compostos orgânicos formados por átomos de carbono, hidrogênio e oxigênio, que pertencem às funções aldeído ou cetona, e apresentam vários grupos hidroxila (-OH), logo, também contendo a função álcool.

O nome carboidrato, originalmente, está associado às substâncias que possuem uma fórmula geral do tipo $C_n(H_2O)_n$, também chamadas de hidratos (água) de carbono, como a fórmula geral indica. Por exemplo, a molécula de glicose, apresentada mais a frente nesta unidade, tem fórmula molecular $C_6H_{12}O_6$, o que poderia ser representada por $C_6(H_2O)_6$

Veja exemplos dessas moléculas na Figura 3.

Figura 3: Repare nas moléculas de carboidrato... Os grupos que caracterizam a função aldeído e a função cetona estão em destaque. Mas perceba também os vários grupos hidroxila (-OH) presentes, em negrito, que caracterizam a função álcool. Fonte: Andrea Borges

Os carboidratos podem ser moléculas simples, chamados de monossacarídeos (como a glicose e a frutose) ou moléculas bem maiores, como os polissacarídeos (como o amido e a celulose).

Vamos conhecê-los um pouco?

1.1 Os Monossacarídeos

Como exemplos de monossacarídeos temos a glicose, presente em nosso sangue e nas massas, e a frutose, encontrada no mel e nas frutas, sendo o mais doce dos açúcares.

A glicose e a frutose possuem a mesma fórmula molecular: $C_6H_{12}O_6$. Isso quer dizer que moléculas desses açúcares possuem 6 átomos de carbono, 12 de hidrogênio e 6 de oxigênio. A diferença entre elas é o arranjo das ligações entre esses átomos.

Na linguagem química, dizemos que a glicose e a frutose são isômeros.

Isômeros

São compostos que possuem a mesma fórmula molecular, mas os átomos estão em arranjos diferentes.

Veja na Figura 4 as estruturas desses dois isômeros.

Figura A Figura B

Figura 4: Fórmula estrutural da glicose (figura A) e da frutose (figura B). Repare que, apesar dos átomos serem os mesmos, estão organizados de forma diferente. Fonte: Andrea Borges

Reconhecendo as funções orgânicas



Na natureza, é comum encontrar alguns carboidratos na sua forma cíclica (ou de anel), uma vez que a hidroxila (-OH) reage com a carbonila (C=O), formando um grupamento éter, além de ciclizar (fechar) a cadeia. Veja as estruturas da glicose e da frutose, abertas e fechadas, na tabela 1.

Tabela 1 - Cadeias carbônicas das moléculas da glicose e frutose. A diferença da α -glicose para a β -glicose é a posição da hidroxila em relação ao anel.

| | Cadeia aberta | Cadeia | fechada |
|---------|------------------------|---|--|
| Glicose | H OH HO OH H OH H OH H | CH ₂ OH H OH H OH a-glicose | CH ₂ OH H OH HO OH H H H OH β-glicose |

| | Cadeia aberta | Cadeia | fechada |
|---------|--|--|---|
| Frutose | H—C—OH —C—O HO—C—H H—C—OH H—C—OH H—C—OH | CH ₂ OH OH OH OH OH OH OH | CH ₂ OH OH H HO CH ₂ OH β-glicose |



Como você pode perceber, as estruturas químicas são diferentes, produzindo funções orgânicas diferenciadas. Vamos descobrir as funções orgânicas presentes nessas estruturas? Reveja a unidade Funções Oxigenadas, se tiver alguma dúvida.

Envolva na tabela, com lápis de cores diferentes, as funções orgânicas presentes em cada uma das fórmulas estruturas e cite, nas linhas a seguir, os nomes das funções encontradas na fórmula da:

Cadeia aberta da glicose:

Cadeias fechadas da glicose: _____

Cadeia aberta da frutose:

Cadeias fechadas da frutose:

Anote suas respostas em seu caderno

Os Dissacarídeos

E o açúcar que você adiciona naquele cafezinho?

Nesse caso, estamos nos referindo à sacarose, que é um dissacarídeo, ou seja, composto de dois monossacarídeos: glicose e frutose. Veja a estrutura da sacarose na **Figura 5**.

Figura 5: Ligando os monossacarídeos forma-se um dissacarídeo. A união de uma molécula de glicose com uma molécula de frutose forma a sacarose, açúcar presente na cana-de-açúcar, com uma ligação glicosídica. Fonte: Andrea Borges

Outros exemplos de dissacarídeos são a maltose, presente no malte, e a lactose, presente no leite. Eles são formados pela união de diferentes monossacarídeos.

Os Polissacarídeos

Os polissacarídeos são moléculas que possuem centenas ou milhares de monossacarídeos ligados, formando macromoléculas. Eles possuem funções biológicas de armazenamento de energia e estruturais.

Com certeza, você já ouviu falar desses carboidratos:

- Celulose: presente na parede celular dos vegetais;
- Amido: arroz, milho, trigo, batata;
- Glicogênio: células do fígado ou do tecido muscular.

O amido e a celulose são formados pela união de unidades de glicose. Mas você consegue digerir o amido sem problemas em seu organismo, enquanto que a celulose não. Por que será?

O amido é obtido através da repetição de α -glicoses de maneira linear e ramificada, enquanto que a celulose é obtida através da união de vários monossacarídeos de β -glicose de forma apenas linear. Pequenas alterações no arranjo espacial das moléculas resultam em propriedades diferentes.

Em nosso organismo, a celulose presente nas frutas e nos vegetais atua como uma fonte de fibras que possuem um papel muito importante em nossa alimentação. Elas absorvem água, aumentando de tamanho e prolongando a sensação de saciedade.

Como você acabou de ler, os carboidratos podem assumir diferentes estruturas que resultam em diferentes funções em nosso organismo.

Aprenda um pouco mais sobre os diferentes carboidratos, acessando o portal do Projeto Condigital da PUC-RJ, no *link* abaixo, e assista à animação "Carboidratos – Moléculas semelhantes com funções diferentes"





Tem amido no papel?

Você já sabe que no papel tem celulose, certo?! Mas você acredita que ele pode também ter amido?

Alguns tipos de papel recebem amido como aditivo. Vamos descobrir que tipos de papel recebem tal aditivo e tentar descobrir para que serve?

Para isso, você vai precisar do seguinte material:

- Tintura de iodo.
- Conta-gotas.
- Diversos tipos de papel.

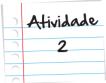
Agora, mãos à obra:

Pingue uma gota de tintura de iodo sobre diversos tipos de papel – filtro de café, papel para impressão, folhas de jornal ou de caderno, guardanapos, papel higiênico, lenços de papel – e observe.

O que está acontecendo? Relate o que você observou em seu caderno.



Observação:



Assim como fizemos com o papel, você também pode usar o iodo para testar a presença de amido em comidas, como arroz, batata, milho, trigo e seus derivados. O iodo indica a presença de amido na forma de amilose e forma um complexo dentro da hélice do amido que possui intensa coloração azul.



Saiba Mais

Você sabe a diferença entre alimentos diet, light e zero?

Já ouvi muitas pessoas dizerem que comem chocolate *diet* para não engordarem. Mas isso é um grave engano. Sabe por quê?

Um alimento *diet* é aquele isento de um determinado nutriente (ou o apresenta em quantidade muito pequena). É aqui que se encontra o perigo, pois essa retirada não acarreta redução de calorias necessariamente.

Em alguns casos, quando há remoção de um determinado ingrediente, outro é adicionado para melhorar o sabor, como os chocolates *diets*, que contêm muito mais gordura que o chocolate normal, mas não possuem carboidrato.

Esses alimentos são indicados para pessoas que não podem ingerir determinados nutrientes, como os diabéticos, que não podem ingerir açúcar.

Já os produtos *light* apresentam uma redução mínima de 25% de algum nutriente (carboidrato, por exemplo) em sua composição, em relação à sua versão normal.

Preste atenção! Muitas pessoas cometem o erro de ingerir uma quantidade bem maior do alimento *light* do que o fariam com a versão normal e, com isso, acabam consumindo uma quantidade bem maior de calorias.

Por último, o alimento rotulado como zero pode ser tanto *light* como *diet*; ele foi apenas chamado de forma diferente. É uma "jogada de marketing" para conquistar outro tipo de consumidor, um público mais jovem e mais atento com a alimentação.

Por isso, veja os rótulos e compare os produtos em suas versões convencionais, *light, diet* e zero. Preste muita atenção no que está consumido!

Seção 2

Agora é a vez dos lipídios!

Agora, que tal falarmos um pouco sobre as gorduras que comemos?

As gorduras são os lipídios mais simples, como o óleo, o azeite, a manteiga, maionese, além de alimentos gordurosos, como nozes e amendoim.

E, como você viu nas unidades de Termoquímica, a gordura apresenta alto teor calórico – cerca de 9 kcal/g – por isso, constituem a maior forma de armazenamento de energia do organismo. Logo, os lipídios devem compor de 15% a 30% da nossa dieta, dependendo do metabolismo de cada indivíduo e do nível de sua atividade física.

Os lipídios apresentam uma importante função estrutural, protegendo os órgãos e os nervos contra lesões, e uma função isolante, já que dificultam a troca de calor entre os ambientes interno e externo ao corpo.

Falando quimicamente:

Lipídios são substâncias gordurosas, insolúveis em água, que possuem a função éster em sua estrutura, sendo os seus compostos mais simples, como os óleos e as gorduras, derivados de um ácido e um álcool.



Vamos entender melhor a definição acima?

Do ponto de vista químico, os lipídios mais simples são ésteres de ácidos de cadeia normal, saturados ou insaturados, e que possuem uma carboxila (-COOH) e um número par de átomos de carbono (superiores a dez). Ácidos com essas características são chamados de ácidos graxos.

Além disso, o álcool que dá origem a esses ésteres é a glicerina (ou glicerol), um **triálcool**. Por isso, esses lipídios são chamados de glicerídios, triglicerídeos ou triacilglicerois. Verifique, na **Figura 6**, exemplos dessas estruturas.

Triálcool

É uma molécula que contém três hidroxilas (-OH) que caracterizam a presença da função álcool.

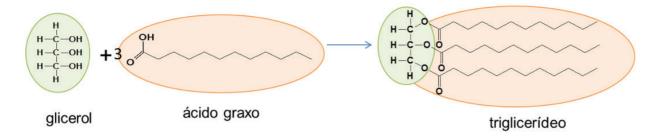


Figura 6: Fazendo gordura... Podemos dizer que os óleos e as gorduras, também chamados de glicerídeos, são ésteres contendo três moléculas provenientes de ácidos graxos ligados ao glicerol. Fonte: Andrea Borges

Dê novamente uma olhada na **Figura 1**. Como você pode observar nas informações nutricionais disponibilizadas no rótulo, há dados sobre diferentes tipos de gordura: saturadas, insaturadas, gordura trans... Qual a diferença entre elas?

Os tipos de gorduras dependem da combinação dos ácidos graxos, que podem ser saturados ou insaturados. Além disso, os três ácidos graxos que se ligam a uma molécula de glicerol podem ser diferentes.

Vamos conhecê-los?

Conhecendo melhor os ácidos graxos

Os ácidos graxos podem ser classificados em:

- saturados (aqueles que possuem somente ligações simples entre os carbonos);
- monoinsaturados (apenas uma ligação dupla na cadeia carbônica);
- poli-insaturados (duas ou mais ligações duplas na cadeia carbônica).

Muitos são retirados de gordura animais ou vegetais, como o palmítico, o esteárico e o oleico. Nomes estranhos, não? Veja na Tabela 2, exemplos de ácidos graxos.

Tabela 2 – Exemplos de ácidos graxos saturados, insaturados e poli-insaturados e exemplos de gorduras onde eles podem ser encontrados em nossa alimentação.

| Tipo | Nome comum (fonte alimentar) | Fórmula estrutural |
|-----------------|---|--------------------|
| | Láurico (gordura do leite) | ОН |
| saturado | Palmítico (óleo de soja) | OH |
| | Esteárico (gordura animal) | ОН |
| insaturado | ácido oleico (óleo de oliva) | ОН |
| | Ácido araquidônico (gordura animal) | ОН |
| poli-insaturado | Ômega-6 (óleos de milho e girassol) | OH |
| | Ômega-3 (óleo de canola, amêndoas e peixe) | ОН |

Você já escutou falar em ômega-6 e ômega-3, não?

Essas substâncias são ácidos graxos, essenciais para nós, mas que nosso organismo não pode sintetizar. Por que são chamados assim?

Os números indicam a posição da primeira insaturação a partir da extremidade oposta do grupo funcional. Assim, no ômega-6, a primeira dupla ligação ocorre no sexto átomo de carbono e no ômega-3, no terceiro carbono. Reveja na Tabela 2 as fórmulas estruturais dessas moléculas.

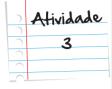
Podemos obtê-los nos óleos de milho, soja e girassol, no caso do ômega-6, e em óleos de linhaça e canola, em amêndoas, sementes de abóbora e em peixes, no caso do ômega-3.

É por isso que, em algumas embalagens de óleo de Canola, você encontra os seguintes dizeres como propaganda:

- Livre de gorduras trans e com menor teor de gordura saturada (50% a menos que no óleo de soja).
- Contém poli-insaturados ômega-3.
- Contém ácidos graxos monoinsaturados (como todo óleo de canola).



Descobrindo os ácidos graxos



Como você viu na **Figura 6**, as moléculas de lipídios são formadas pela combinação de ácidos graxos com uma molécula de glicerina. Veja o exemplo abaixo:

$$H_2C-O$$
 [1]
 H_2C-O [2]
 H_2C-O [3]

Você saberia dizer quais são os ácidos graxos que compõem essa molécula de triglicerídeo? Escreva, então, a fórmula estrutural dos três ácidos graxos e classifique-os como ácidos graxos saturados, monoinsaturados ou poli-insaturados.



Mas qual a diferença entre óleo e gordura?

É muito simples... do ponto de vista químico, verifica-se que os óleos são formados, principalmente por ésteres de ácidos graxos insaturados, enquanto as gorduras são formadas por ésteres de ácidos graxos saturados.



Óleos – são derivados predominantemente de ácidos graxos insaturados e apresentam-se na fase líquida em condições ambientes.

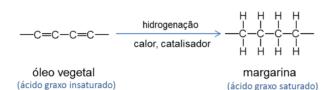
Gorduras – são derivados predominantemente de ácidos graxos saturados e apresentam-se na fase sólida em condições ambientes.

Como a insaturação é a única diferença química entre um óleo e uma gordura, é possível transformar óleos em gorduras, transformando a ligação dupla em uma ligação simples.

Isso é possível através de uma reação química chamada hidrogenação, método utilizado para obtenção de margarinas e gordura vegetal nas indústrias alimentícias.

Hidrogenação

Hidrogenação é uma reação química que adiciona átomos de hidrogênio nos átomos de carbono que possuem a insaturação. O resultado é a quebra da ligação dupla e a formação de novas ligações entre carbono e hidrogênio. Veja, a seguir, um exemplo desse tipo de reação.



As indústrias utilizam reações de hidrogenação para transformar óleos em gorduras. Essas reações ocorrem na presença de catalisador metálico (em geral, níquel finamente pulverizado) e aquecimento em torno de 150°C.



O que o sabão tem a ver com isso?

Dizem que o sabão foi descoberto por acaso, quando pessoas cozinhavam em fogo de lenha. Elas notaram que as gorduras e óleos que pingavam da comida sobre as cinzas produziam uma substância que, na água, formava espuma.

Na linguagem química, a reação que ocorre quando triglicerídeos de gordura e óleos reagem com substâncias básicas – que compõem as cinzas – é saponificação (**Figura 7**).

$$R_1$$
— C — O — CH_2
 R_2 — C — O — CH
 R_3 — C — O — CH
 R_4 — C — O Na
 R_4 — C — O Na

Figura 7: Os sabões são produzidos a partir de uma reação de saponificação, onde os triglicerídeos reagem com uma base forte (NaOH ou KOH), formando um sal de ácido graxo e glicerina, que é usada em sabonetes e em cremes de beleza como umectante. Fonte: Andrea Borges

Saiba Mais

Mas como atua o sabão?

Os sabões são formados por moléculas que possuem duas partes distintas:

- Uma cadeia longa, apolar, solúvel em gorduras.
- Um grupo carboxilato (-COO-), polar, solúvel em água.

Observe, a seguir, a molécula de sabão. Essa duplicidade na molécula, uma parte polar e uma parte apolar, possibilita a solubilização de gordura na água.

Nossa, são tantos tipos diferentes!

As gorduras saturadas, derivadas de ácidos graxos saturados, estão presentes em carnes gordas, manteiga, laticínios. O consumo excessivo desse tipo de gordura pode obstruir artérias, comprometendo a atividade do coração.

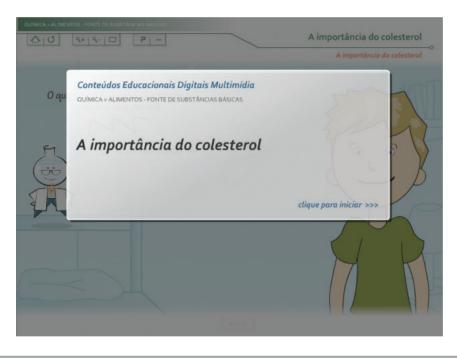
Já as gorduras monoinsaturadas abaixam o nível de colesterol do nosso sangue, sendo encontradas, por exemplo, no azeite de oliva.

Ainda temos as gorduras com ômega-6 e ômega-3 que podem reduzir o nível de triglicerídeos e o colesterol total, mas o consumo alto pode baixar a taxa de HDL, o colesterol considerado benéfico.

O colesterol....

Essa molécula apresenta uma função muito importante em nosso corpo. O problema é que produzimos quantidade necessária dessa substância em nosso organismo, mas acabamos ingerindo quantidades extras em nossa dieta alimentar.

Vamos conhecer um pouco mais sobre essa importante molécula presente no nosso organismo? Acesse o endereço eletrônico abaixo do projeto Condigital da Puc-RJ:





Além das gorduras saturadas e insaturadas, também temos as gorduras trans. Você já escutou falar nelas, não?

As moléculas de gorduras *cis* e trans possuem a chamada isomeria geométrica. A existência de uma ligação dupla na cadeia do ácido graxo fornece rigidez a uma molécula, impedindo a rotação. Faça uma pequena pausa e veja a **Figura 8**.

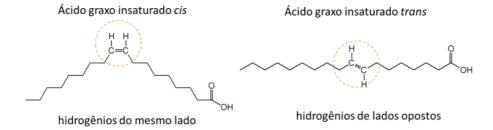


Figura 8: A presença de isomeria *cis* e *trans*. No caso da estrutura *cis*, os dois átomos H estão no mesmo lado da ligação dupla, ao passo que, na estrutura *trans*, os dois átomos H estão em lados diferentes da ligação dupla. Fonte: Andrea Borges

Essa pequena diferença no modo como os vários grupos e átomos estão arranjados em torno da ligação dupla tem consequências no formato da cadeia carbônica, logo, nas propriedades dos ácidos graxos. Os ácidos graxos *trans* possuem moléculas "retas", que se sobrepõem com facilidade, ao contrário dos ácidos *cis* que possuem moléculas curvas.

Qual a consequência dessa pequena diferença na geometria da molécula? As gorduras *trans* se acumulam em nosso organismo, provocando o entupimento de veias e artérias, aumentando o risco de doença cardíaca.

Alguns alimentos normalmente ricos em gordura trans (conforme o rótulo) são biscoitos, pipocas para micro-ondas, chocolates diets, margarinas industrializadas. Mais uma vez, fica a dica: preste atenção nos rótulos dos alimentos, pois eles devem indicar a presença desse tipo de gordura.

Reformulando a sua dieta



Agora que você já sabe sobre os diferentes tipos de gordura, escreva quais os alimentos gordurosos que você ingere em seu dia a dia. Você saberia dizer que tipo de gordura está contribuindo para o aumento do seu colesterol?

Com o auxílio da tabela nutricional e de outras fontes de pesquisa, ou ainda, se puder pedir orientação a um nutricionista, ou médico, encontre quais seriam alguns substitutos saudáveis para a sua alimentação.

Lembre-se de que você pode e deve se alimentar de gorduras, afinal são elas a nossa fonte energética, desde que elas se encontrem no grupo certo.

E não se esqueça de reformular a sua dieta!



Seção 3

Enfim, as proteínas!

Elas fornecem a mesma quantidade de energia que os carboidratos: 4,0 kcal/g e também possuem funções importantes dentro do nosso organismo. São os constituintes básicos dos músculos, do sangue, dos tecidos, da pele, dos hormônios, dos nervos, dos anticorpos e das enzimas que catalisam as reações que colocam nosso corpo funcionando.

Consumindo elementos como carnes, peixes, ovos, leite, queijo, feijão, lentilha, estamos fornecendo ao organismo os aminoácidos necessários para realização de certas atividades em nosso organismo.

Falando quimicamente, as proteínas são compostos formados pela ligação de um número muito grande de aminoácidos, entre 100 e 10.000 unidades, formando macromoléculas de massas molares, variando entre 10.000 g/mol e mais de 1.000.000 g/mol.



Mas o que são esses aminoácidos?

Os aminoácidos são compostos orgânicos de função mista: amina e ácido carboxílico. Tem algo estranho, não? A função orgânica, chamada ácido carboxílico, você conheceu na Unidade "Funções Oxigenadas", mas e a função amina?

Que tal darmos uma pausa na nossa conversa e conhecê-las, então?

As aminas

As aminas são compostos nitrogenados obtidos pela substituição dos hidrogênios da amônia (NH₃) por cadeias carbônicas. Dependendo do número de substituições, formamos aminas diferentes. São elas:

amina primária (1 hidrogênio substituído)

amina secundária (2 hidrogênios substituídos)

amina terciária
(3 hidrogênios substituídos)

Além dos aminoácidos, as aminas estão presentes em várias substâncias em nosso organismo. Vamos conhecer algumas delas?

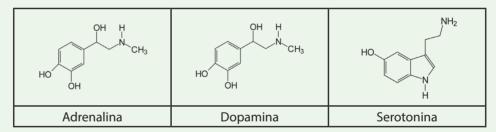
Você está apaixonado(a)?



Em nosso sistema nervoso, muitas substâncias que pertencem às classes das aminas são responsáveis pela transmissão dos impulsos nervosos, chamadas de neurotransmissores. Eles atuam em seu organismo, em determinadas situações, como, por exemplo, quando você está apaixonado. Vamos conhecer alguns deles?

- Sabe aquela sensação de ver a pessoa amada... dilatação da pupila, taquicardia, suor excessiva, mãos tremendo. A culpa é da <u>adrenalina</u>, um hormônio liberado em situações de estresse.
- Mas a sensação de satisfação de encontrar a pessoa amada é devido à produção da <u>dopamina</u>, uma molécula pequena, mas que é um neurotransmissor e tanto!
- Você ficou de bom humor ao encontrá-la, não? Outra molécula importante é produzida: a <u>serotonina</u>.

Veja a seguir, as fórmulas estruturais desses três neurotransmissores.



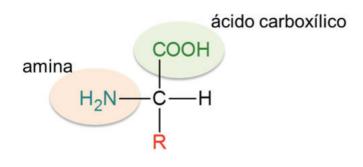
Conheceu? Agora envolva a função amina presente nas fórmulas estruturais dessas substâncias.



Agora que você conhece a função amina, podemos falar mais um pouco sobre os aminoácidos.

Voltando aos aminoácidos...

Veja a seguir a fórmula básica de um aminoácido:



É o grupo R que diferencia os aminoácidos. Veja alguns exemplos na Figura 9.

| Valina (Val) | H_3 C OH OH NH_2 |
|------------------|---|
| Leucina (Leu) | H_3C OH CH_3 NH_2 |
| Triptofano (Trp) | O OH NH ₂ |
| Prolina (Pro) | O NH ₂ |
| Isoleucina (IIe) | H ₃ C CH ₃ O OH NH ₂ |

| Ácido glutâmico (Glu) | о но о NH ₂ |
|-----------------------|------------------------------|
| Fenilalanina (fen) | O OH |
| Alanina (Ala) | H_3 C OH NH_2 |

Figura 9: Existem vinte aminoácidos diferentes que dão origem a todas as proteínas existentes, mas, nesta figura, representamos apenas 8 deles, suas estruturas e abreviações. Fonte: Andrea Borges

Dos vinte aminoácidos existentes nas proteínas, o organismo humano não é capaz de sintetizar nove tipos, portanto, devemos obtê-los na nossa alimentação.

Mas, como já dissemos, as proteínas são formadas pela ligação entre os aminoácidos. Quer saber como ela se dá?

3.3 Ligando uns aos outros, formamos as proteínas

Cada aminoácido é ligado a outro por meio de ligações peptídicas, caracterizadas pela reação do grupo carboxílico de um aminoácido com o grupo amino de outro. Entenda melhor o processo na **Figura 10**.

Figura 10: As ligações entre os aminoácidos são chamadas de ligações peptídicas e ocorrem entre o grupo hidroxila (-OH) da função ácido carboxílico de um aminoácido com o hidrogênio (-H) da função amina de outro aminoácido. Fonte: Andrea Borges

Nesse tipo de reação, ocorre a formação de uma nova função orgânica nitrogenada: as amidas.

Falando quimicamente, amida é todo composto orgânico que possui o nitrogênio ligado diretamente a um grupo carbonila (C=O).

Veja o grupo funcional da função amida e seus diferentes tipos:



amida não substituída

2 hidrogênios ligados ao nitrogênio



amida monossubstituída

1 hidrogênio e 1 substituinte R



amida dissubstituída

2 substituintes R, iguais ou diferentes

Brincando de detetive

A figura a seguir, representa um pedaço de uma proteína, formado a partir da ligação peptídica entre os aminoácidos Glu (ácido glutâmico), Ala (alanina) e Leu (Leucina):



Envolva, na estrutura mostrada, os grupos de átomos que caracterizam a função amida.



Ufa! Esta aula me deu uma fome danada! E em você? Só espero que você agora seja um consumidor mais consciente, lendo sempre os rótulos dos alimentos e fazendo opções mais saudáveis.

A próxima aula é sobre um grupo de compostos muito importante no mundo moderno: os polímeros! Você conhece alguns materiais constituidos por eles: garrafas PET, copos descartáveis, borrachas, pneus, PVC.... e tantas outras coisas! Que tal nos encontrarmos na próxima unidade para bater esse papo?

Resumo

- Nesta aula, você pôde conhecer um pouco mais sobre os nutrientes presentes nos alimentos. Dentre eles, destacam-se:
 - Os carboidratos: também chamados de glicídios ou açúcares, são compostos orgânicos formados por átomos de carbono, hidrogênio e oxigênio, que pertencem às funções aldeído ou cetona, apresentando também vários grupos hidroxila (- OH), constituindo-se moléculas de função mista.
 - Os lipídios: são substâncias gordurosas, insolúveis em água, que possuem a função éster em sua estrutura, sendo os seus compostos mais simples, como os óleos e as gorduras, derivados de um ácido e um álcool.
 - As proteínas: são compostos formados pela ligação de um número muito grande de aminoácidos, entre 100 e 10.000 unidades, formando macromoléculas de massas molares variando entre 10.000 g/mol até mais de 1.000.000 g/mol.
- Uma alimentação rica em carboidratos pode resultar em obesidade e no aumento da possibilidade da pessoa desenvolver um tipo específico de diabete, mas uma ingestão inadequada de carboidratos provoca fraqueza, tonturas e até desmaios.
- Além de ser uma fonte de armazenamento de energia, os lipídios apresentam uma importante função estrutural, protegendo os órgãos e os nervos contra lesões e uma função isolante, já que dificultam a troca de calor entre os ambientes interno e externo ao corpo.
- As proteínas também possuem funções importantes dentro do nosso organismo. São os constituintes bá-

sicos dos músculos, do sangue, dos tecidos, da pele, dos hormônios, dos nervos, dos anticorpos e das enzimas que catalisam as reações que colocam nosso corpo funcionando.

- Dentre os carboidratos, temos os monossacarídeos como a glicose e a frutose, os dissacarídeos, como a sacarose, e os polissacarídeos, como a celulose e o amido.
- Os lipídios mais simples podem ser formados por ácidos graxos saturados, monoinsaturados e poli-insaturados, o que fornece características diferentes aos óleos e gorduras.
- Existem dois tipos principais de funções orgânicas nitrogenadas: as aminas (derivadas pela substituição dos hidrogênios do NH₃ por cadeias carbônicas) e as amidas (com possui um átomo de nitrogênio ligado ao carbono de uma carbonila).

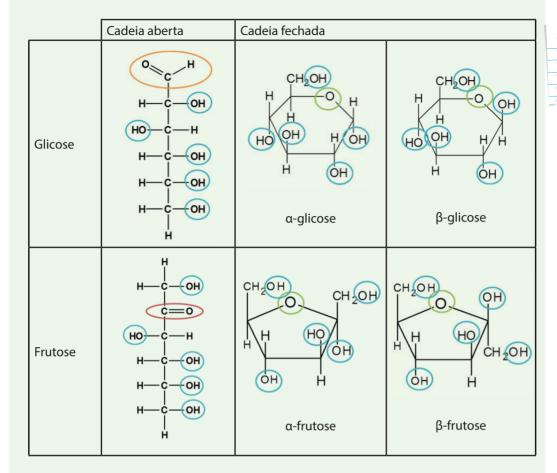
Veja Ainda

- Saiba mais sobre a rotulagem de alimentos, visitando o portal da ANVISA: http://portal.anvisa.gov.br/wps/ wcm/connect/662e6700474587f39179d53fbc4c6735/manual_consumidor.pdf?MOD=AJPERES (acessado em novembro de 2012)
- Aprenda um pouco mais sobre os alimentos *light* ou *diet*, lendo o artigo da revista Química Nova na Escola: Diet ou light qual a diferença? Disponível em http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc21/v21a03.pdf (acessado em novembro de 2012)
- Vamos aprender um pouco mais sobre os sabões? Acesse o site clubedaquímica.com e aprenda um pouco mais sobre eles e a diferença entre sabões e detergentes. Acesse o link: http://goo.gl/87PLh (acessado em novembro de 2012)
- O índice glicêmico indica a velocidade com que o carboidrato ingerido eleva a taxa de açúcar no sangue, por isso, deve-se priorizar o consumo de alimentos com baixo índico glicêmico. Quer saber que alimentos são esses? Acesse o site da Sociedade Brasileira de Diabetes e aprenda mais sobre o índice glicêmico dos alimentos. http://www.diabetes.org.br/indice-glicemico/212-o-que-e-indice-glicemico (acessado em novembro de 2012)

Referências

- ATKINS, Peter William. Moléculas; tradução Paulo Sérgio Santos, Fernando Galembeck. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2000. 198 p.
- Le COUTEUR, PENNEY. **Os botões de Napoleão: as 17 moléculas que mudaram a história**; tradução, Maria Luiza X. de A. Borges. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Ed., 2006. 343p.
- LISBOA, JULIA CEZAR FOSCHINI. Química, 3º ano: Ensino Médio. 1ª. Edição São Paulo: Edições SM, 2010.
 Coleção Ser Protagonista. 461 p.
- PERUZZO, Francisco M., CANTO, Eduardo L. Química na abordagem do cotidiano. V.3. São Paulo: Moderna, 2006. 344 p.
- FONSECA, Martha R. M. da. **Química: meio ambiente, cidadania, tecnologia**; v.3. São Paulo: FTD, 2010. 416p.
- LEVORATO, Anselmo et al. Química Ensino Médio. Curitiba: SEED-PR, 2006. P. 248.
- MATEUS, Alfredo Luis. Química em Questão. 1ª. Edição. São Paulo: Claro Enigma, 2012.163p.
- MORTIMER, Eduardo Fleury, MACHADO, Andréa Horta. Química, 3: Ensino Médio. São Paulo: Scipione, 2010. 296 p.
- SILVA, E. Roberto. NÓBREGA, O. Salgado. SILVA, R. R. Hashimoto. Química transformações e energia. São
 Paulo: Ed. Ática. 2001. 408 p.
- MÓL. G.S., SANTOS, W.L.P. dos. Química Cidadã: Química Orgânica, Eletroquímica, Radioatividade,
 Energia Nuclear e a Ética da Vida. Volume 3. 1ª. Edição São Paulo: Nova Geração, 2010. 384 p.

Atividade 1



Respostas das Atividades

Cadeia aberta da glicose: álcool e aldeído

Cadeias fechadas da glicose: álcool e éter

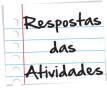
Cadeia aberta da frutose: álcool e cetona

Cadeias fechadas da frutose: álcool e éter

Atividade 2

O resultado obtido dependerá do tipo de papel que você escolheu. Por isso, para descobrir a resposta, faça o experimento proposto.

Além de seu uso como alimento, o amido é muito utilizado na indústria de papel como aditivo. Ele é adicionado para aumentar a resistência do papel. Posteriormente, quando a folha já está formada, ele é aplicado em sua superfície como uma cobertura que melhora suas propriedades para a impressão.



Atividade 3

Atividade 4

Sua resposta pode ser a mais variada possível, pois alimentação é algo muito particular. Mas podemos apontar algumas substituições.

Para os que gostam bastante de alimentos fritos em óleo de soja (como batata frita, sardinha frita, bife de carne ou de frango à milanesa), saibam que eles são ricos em gorduras saturadas, que tendem a ser metabolizadas lentamente pelo organismo. Elas podem, ainda, quando viajando na corrente sanguínea, aderir com mais facilidade às artérias e veias e, com o tempo, provocar uma doença chamada de arteriosclerose (entupimento dos vasos sanguíneos).

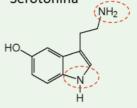
Alimentos fritos podem e devem ser substituídos por tipos grelhados ou que são cozidos no forno. Mas se você fizer bastante questão de frituras, procure usar outro óleo que não seja o de soja; use óleo de canola, que é o que possui menor taxa de gordura saturada.

Atividade 5



Dopamina

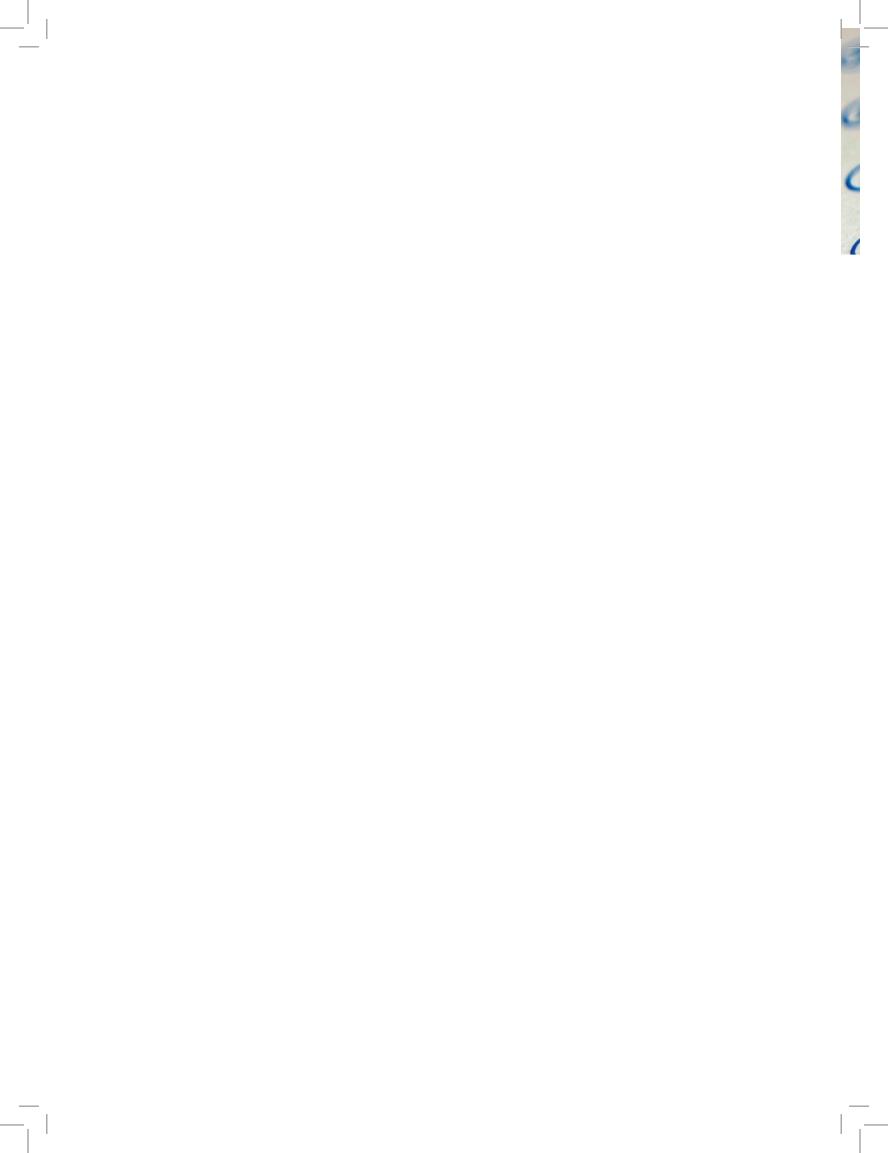
Serotonina



Respostas

Atividades

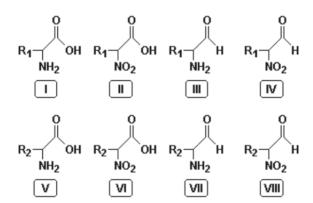
Atividade 6





Questão 1 (UERJ 2006)

As milhares de proteínas existentes nos organismos vivos são formadas pela combinação de apenas vinte tipos de moléculas. Observe a seguir as fórmulas estruturais de diferentes moléculas orgânicas, em que R_1 e R_2 representam radicais alquila.



As duas fórmulas que, combinadas, formam uma ligação química encontrada na estrutura primária das proteínas são:

- a. leV
- b. II e VII
- c. III e VIII
- d. IV e VI

Gabarito: Letra A.

Comentário: Para formar as proteínas, precisamos unir aminoácidos, que são moléculas orgânicas que pos-

suem os grupos funcionais amina e ácido carboxílico.

Questão 2 (UERJ 2002)

Quando ingerimos mais carboidratos do que gastamos, seu excesso é armazenado: uma parte sob a forma

de glicogênio, e a maior parte sob a forma de gorduras. As gorduras são, na sua maioria, ésteres derivados de ácidos

carboxílicos de longa cadeia alifática, não ramificada. Essa cadeia contém um número par de carbonos - consequência

natural do modo como se dá a síntese das gorduras nos sistemas biológicos.

(Adaptado de MORRISON, R. e BOYD, R. "Química orgânica". Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1981.)

Um ácido carboxílico, com as características estruturais citadas no texto, apresenta a seguinte fórmula:

Gabarito: Letra C.

Comentário: Segundo o próprio texto, os ácidos graxos possuem cadeia não ramificada e com o número par

de átomos de carbono, critérios encontrados apenas a molécula da letra C, que possui 16 átomos de carbono e é uma

cadeia normal (não ramificada).

354

Questão 3 (UERJ 1999)

"Um modo de prevenir doenças cardiovasculares, câncer e obesidade é não ingerir gordura do tipo errado. A

gordura pode se transformar em uma fábrica de radicais livres no corpo, alterando o bom funcionamento das células.

As consideradas boas para a saúde são as insaturadas de origem vegetal, bem como a maioria dos óleos. Qui-

micamente, os óleos e as gorduras são conhecidos como glicerídeos, que correspondem a ésteres da glicerina, com

radicais graxos."

(Adaptado de Jornal do Brasil, 23/08/98)

A alternativa que representa a fórmula molecular de um ácido graxo de cadeia carbônica insaturada é:

a. $C_{12}H_{24}O_2$

b. C₁₄H₃₀O₂

c. C₁₆H₃₂O₂

d. C₁₈H₃₄O₂

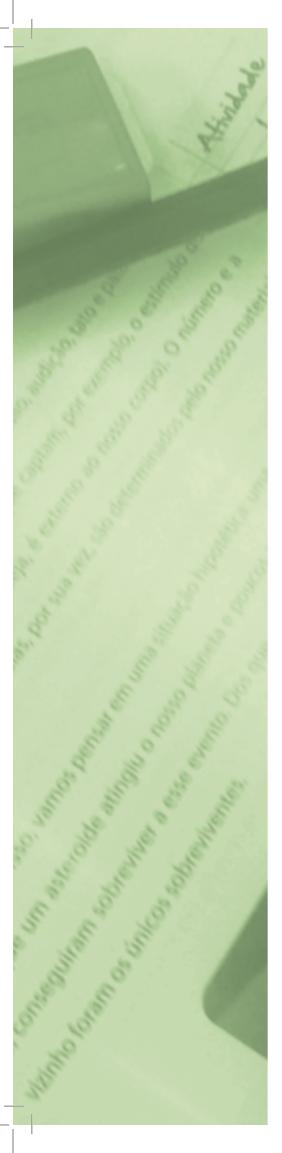
Gabarito: Letra D.

Comentário: Um ácido graxo insaturado possui duas ligações duplas, uma da insaturação e a outra na carbo-

xila (-COOH). Logo, a quantidade de átomos de hidrogênio deve ser o dobro da quantidade de átomos de carbono,

menos duas unidades.





Polímeros

Para início de conversa...

Você já reparou na quantidade de materiais plásticos que utilizamos no nosso dia a dia? Pesquisas estimam que a produção mundial de plásticos seja de cerca de 200 milhões de toneladas por ano. Por isso, podemos afirmar que estamos vivendo na "Era dos Plásticos", pois a maior parte dos objetos que utilizamos é constituída totalmente ou em alguma parte por esse material.

A origem do termo PLÁSTICOS é do grego *plastikos*, que significa "próprio para ser moldado ou modelado".



Os plásticos representam um grande avanço tecnológico, sendo um grande triunfo da Química Industrial, uma vez que a maioria dos materiais, anteriormente feita de metais, é, agora, constituída por plásticos. Além do menor custo envolvido na sua fabricação, eles (os plásticos) são mais leves (possuem menor densidade) que os metais, possibilitando melhor manuseio. Você já imaginou se hoje pegássemos um carro, uma geladeira ou um fogão e substituíssemos todas as suas partes de plásticos por peças de metal? Imagina a dificuldade de locomoção destes objetos ou até mesmo, para os carros, o aumento do consumo de combustível ao se deslocarem em trechos urbanos!

A principal matéria-prima para a produção de polímeros é o petróleo. Muitas vezes podemos pensar que a autossuficiência desse recurso está relacionada à abundância de combustíveis, tais como gasolina e diesel. Não é verdade! Podemos afirmar que, além da produção de combustíveis, o petróleo é a mola mestra para a produção de todos os confortos relacionados à vida moderna, tais como eletrodomésticos, carros e embalagens. Viver sem petróleo hoje não é simplesmente ter de ir de bicicleta ou a pé para o trabalho ou para a escola. Observe o quadro abaixo que relaciona a importância do petróleo para a fabricação de polietileno e polipropileno, dois dos mais difundidos plásticos utilizados na modernidade:

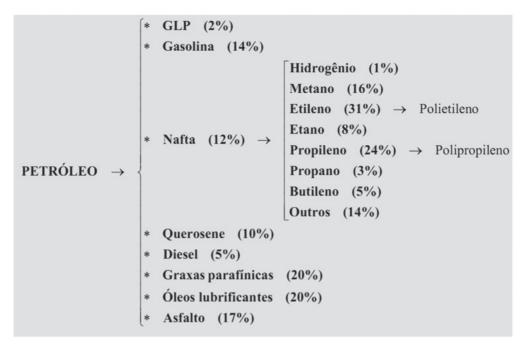


Figura 1: Esquema que representa percentualmente a utilização do petróleo na fabricação de vários produtos utilizados no dia a dia. Fonte: Claudio Costa

Mas afinal, você sabe de que material os plásticos são constituídos? Se sua resposta foi "sim", parabéns! Porém, se sua resposta foi "não" prepare-se para conhecer mais profundamente a constituição dos principais plásticos.

Bons Estudos!!

Objetivos de aprendizagem

- Definir os termos polímeros, plásticos, macromoléculas, monômeros.
- Classificar os polímeros.
- Apresentar os principais polímeros utilizados na indústria.
- Discutir a importância da coleta seletiva e da reciclagem de polímeros.

Seção 1

Polímeros e Plásticos? É tudo farinha do mesmo "saco"?

Desde os primórdios, os humanos usam polímeros naturais, como couro, lã, algodão, madeira. Na verdade, os polímeros (do grego *poly: muitos; meros: partes*) são macromoléculas constituídas pela união de pequenas partes, denominadas de monômeros (*mono*: único; *mero*: parte), que estão ligados entre si através de ligações covalentes.

O DNA, a celulose (madeira) e os carboidratos são classificados como polímeros naturais, enquanto que os plásticos são denominados polímeros sintéticos.

Esta unidade irá estudar os polímeros sintéticos, ou seja, aqueles produzidos pelo homem.

Muitos são os processos químicos de produção dos polímeros, mas, basicamente, todos eles têm como objetivo aumentar o tamanho de uma molécula. Do ponto de vista conceitual, o polímero mais simples é o polietileno (ou polieteno), cuja molécula é formada por muitas centenas de unidades CH₂, unidas por ligações covalentes. No exemplo a seguir, observe que as moléculas menores, monômeros de eteno, "abrem" suas ligações duplas, pela ação de um catalisador (catal.) e sob influência de determinada temperatura (T) e pressão (P), de forma que elas possam se ligar umas às outras, formando uma molécula maior (macromolécula), no caso o polietileno.

n
$$CH_2 = CH_2$$
 $\xrightarrow{\text{catal., P e T}}$ $(-CH_2 - CH_2)_n$
eteno polietileno
(monômero) (polímero)

Observe que o n é o número de repetições da unidade molecular básica que está situado entre parênteses na representação da macromolécula e está na casa de centenas. <u>Cada macromolécula de um polímero contém milhares de átomos que se repetem</u>. Entretanto, temos de ter em mente que nem toda macromolécula será um polímero, uma vez que nem todas são constituídas <u>de partes iguais que se repetem!</u>



Figura 2: Em uma reação química, com o auxílio de um catalisador e em determinadas temperatura e pressão, o eteno "abre" a sua dupla ligação, permitindo a ligação de outros átomos à molécula. O polímero produzido é o principal constituinte dos galões de 20L de água mineral. Fonte: Claudio Costa

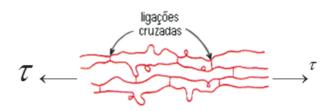
Os polímeros podem ser divididos em três grupos, de acordo com as suas aplicabilidades industriais: <u>borracha</u> ou <u>elastômeros</u>, fibras e <u>plásticos</u>.

Elastômeros

Os elastômeros, popularmente conhecidos como borrachas, são polímeros de alta elasticidade, que podem, em condições naturais, se deformar e voltar ao seu estado inicial.



Estado não-deformado (livre de tensões)



Estado deformado elasticamente em resposta a uma tensão au

Figura 3: A figura acima representa uma estrutra de um polímero inicialmente livre das tensões (esquerda) e, posteriormente, sob a ação de uma tensão τ (à direita). Observe que as ligações cruzadas existentes em sua estrutura permitem que ele resista melhor à deformação causada pela tensão τ , aumentando sua resistência. Fonte: Claudio Costa Vera Cruz

Mas a borracha natural se rompe quando submetida a tensões muito grandes e tem relativamente pouca durabilidade, pois sofre oxidação quando exposta ao ar atmosférico por longos períodos (borracha melada). O problema foi solucionado com o processo de vulcanização, no qual o enxofre é usado para ligar cadeias poliméricas vizinhas, dando maior resistência ao tensionamento (impedindo sua ruptura), além de aumentar sua resistência à oxidação no ar e à **abrasão**.

Abrasão

Ato de remoção de parte de um material, localizado na superfície, por atrito. A ação de lixar uma parede é um processo de abrasão!

As borrachas são aplicadas na fabricação de pneus, nas solas de sapatos e em terminais e junções de peças que sofrem grande esforço mecânico.

Fibras

As fibras são materiais constituídos geralmente por macromoléculas lineares, estirados em filamento, por isso a elevada razão entre seu comprimento e as dimensões laterais. Possuem alta resistência mecânica, pois resistem a uma variação de temperatura de -50° a 150°C.

Sua grande aplicabilidade é na indústria têxtil, sendo que essas fibras podem ser subdivididas em três grupos:

- Fibras naturais (algodão, lã).
- Fibras naturais modificadas (viscose, rayon).
- Fibras sintéticas (poliéster, náilon).

Plásticos

Os *plásticos*, por sua vez, são materiais poliméricos encontrados, na sua composição final, no estado sólido à temperatura ambiente. Atualmente, conhecem-se mais de 60 mil plásticos diferentes, e, dentre os cinquenta produtos químicos mais utilizados, vinte são plásticos.

Seção 2

Polímeros e suas estruturas químicas!

A cada dia, os cientistas avançam em seus estudos e no desenvolvimento da ciência, atualmente a variedade de polímeros existente é muito grande. Para facilitar o estudo destes materiais, os polímeros foram classificados também de acordo com sua estrutura química.

Forma da cadeia polimérica

Em relação à forma da cadeia polimérica, os polímeros podem ser classificados em:

- <u>Lineares</u>: quando a cadeia não possuir ramificações.
- Ramificados: quando a cadeia apresenta pequenas cadeias laterais (ramificações)
- Reticulados: quando as cadeias estão unidas por ligações químicas cruzadas.

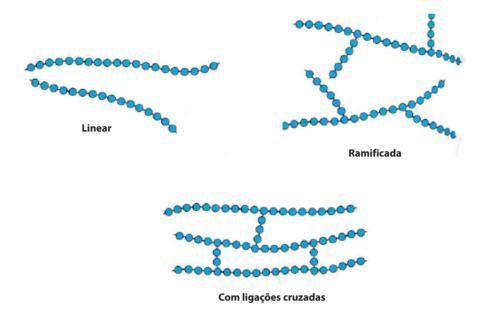


Figura 4: Na figura acima, observam-se as diferenças estruturais entre os três tipos de cadeias poliméricas. Observe que as moléculas dos polímeros de cadeia linear estão mais soltas quando comparadas às de cadeia ramificada e mais ainda quando comparadas às que apresentam ligações cruzadas. Quanto mais solta uma cadeia, menor é sua elasticidade. Fonte: Claudio Costa

Quanto mais ramificada ou cruzada uma cadeia, maior será sua elasticidade. Por exemplo, o Nylon (material muito utilizado em meias-calças femininas) apresenta grande elasticidade, uma vez que suas estruturas moleculares se apresentam de forma cruzada.



Figura 5: Foto de algumas meias femininas de alta elasticidade. São formadas por Nylon que é um polímero sintético. Fonte: http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Pile_of_pantyhose.jpg

Moldagem ao calor

Em relação à sua moldagem ao calor, os polímeros podem ser classificados em:

- Termorrígidos.
- Termoplásticos.

Polímeros termorrígidos são aqueles formados por cadeias cruzadas e não podem ser remodelados, pois o reaquecimento leva à sua decomposição, ou seja, eles não retornam ao seu formato original. Por isso, eles não podem ser reciclados como, por exemplo, o silicone.

Termoplásticos são formados por cadeias lineares ou ramificadas, e podem ser remodelados, pois o reaquecimento degrada parcialmente o polímero. Na indústria, são aplicados na produção de embalagens, eletrodomésticos, brinquedo, tubulações etc.

Seção 3

Os polímeros e suas reações poliméricas!

Atualmente, a fabricação de polímeros sintéticos impulsiona e movimenta a indústria química mundialmente. Pesquisas indicam que, por exemplo, a utilização de sacolas plásticas é de quase 1,5 bilhão por dia, isto é, um pouco mais de 500 bilhões por ano. Você já reparou que (infelizmente!) não vivemos sem sacolas plásticas?

Os polímeros sintéticos são produzidos através da reação de polimerização entre seus monômeros. Estas reações podem ser classificadas como reações de polimerização de <u>condensação</u> ou de <u>adição</u>.

Polímeros de condensação

Os polímeros de condensação são aqueles formados pela eliminação de uma molécula menor, normalmente de água.

Já os chamados copolímeros são polímeros de cadeias heterogêneas, formadas pela reação de condensação.

Dentre os principais copolímeros existentes atualmente, destacam-se o *Poli (tereftalato de etileno) – PET*, utilizado para garrafas de bebida, de óleos vegetais, de produtos de limpeza; e o *Policarbonato – PC*, que é utilizado para fabricação dos *compacts-Discs* (CD's), das garrafas retornáveis, do escudo da polícia antichoque, entre outros.

Figura 6: Estruturas químicas do PET e do Policarbonato. Fonte: Claudio Costa



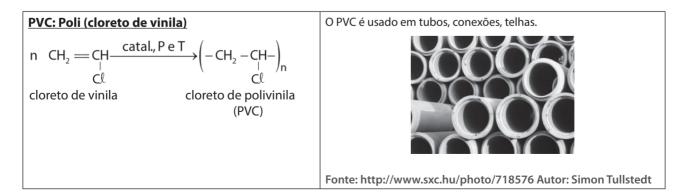
Você sabia que o PET e o PC são conhecidos na indústria como *plásticos de engenharia*? Esses polímeros, por apresentarem propriedades superiores, comparados a outros polímeros, possuem processo de fabricação com custos mais elevados; logo, os preços destes polímeros são mais caros.

O PET, devido ao seu continuo aperfeiçoamento do processo de fabricação e à grande aceitabilidade nas fábricas de garrafa de refrigerante, passou a ser conhecido como *plástico de engenharia para commodity (de uso geral)*.

Polímeros de adição

Os polímeros de adição são produzidos pela junção simples de pequenas moléculas que possuem ligação dupla. Essas ligações duplas se quebram, possibilitando uma arrumação que possibilita a união destas unidades.

A principal matéria-prima utilizada para produção destes polímeros são os alcenos, devido à sua insaturação. Neste processo, ocorre a quebra destas ligações para união dos monômeros, que pode ser superior a 100.000, formando assim, moléculas enormes. Alguns exemplos de polímeros de adição:



Teflon: Poli (tetrafluoretileno)

O politetrafluoretileno foi descoberto acidentalmente, em 1938, por Roy J. Pumklett. É utilizado como revestimento em panelas, pois evita a aderência. Atualmente é conhecido mundialmente pelo seu nome comercial, Teflon.



Fonte: http://commons.wikimedia.org/wiki/File:100_0783.JPG Autor: Andrevan

PE: Polietileno

(monômero)

n
$$CH_2 = CH_2 \xrightarrow{\text{catal., P e T}} (-CH_2 - CH_2 -)_n$$

eteno polietileno
(monômero) (polímero)

O polietileno é um dos principais polímeros que são produzidos mundialmente.



Fonte: http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Plastiktueten. jpg Autor: Tim Simms

PP: Polipropileno

$$\begin{array}{ccc}
 & \text{n HC} &=& \text{CH}_2 & \xrightarrow{\Delta} & \left(\begin{array}{c} - & \text{HC} - & \text{CH}_2 - \\ - & \text{CH}_3 \end{array} \right)_{n} \\
& \text{polipropileno}
\end{array}$$

Utilizado em tubos para carga de caneta esferográfica, tapetes e carpetes, seringas de injeção, armas e peças para máquina de lavar.



Fonte: http://www.sxc.hu/photo/1329262 Autor: m4tik's

PS: Poliestireno

$$\begin{array}{c}
 \text{n HC} == \text{CH}_2 \longrightarrow \begin{pmatrix}
 H & H_2 \\
 -\text{C-C-C} \\
 \downarrow
 \end{pmatrix}$$

É muito utilizado para produção de uma espuma semirrígida com marca comercial de isopor®. Além disso, também é utilizado como isolante térmico e como protetor de equipamento.



Fonte: http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Expanded_polystyrene_foam_dunnage.jpg Autor: Acdx



A diferença está na densidade!

Você sabia que devido à natureza de polimerização, os polietilenos podem ser subdivididos em: *Polietilenos de baixa densidade (PEBD) e Polietilenos de alta densidade (PEAD)?*

Os PEBD são formados por moléculas menores, constituindo materiais mais flexíveis, entretanto, com uma menor resistência. São utilizados em laminados filmes, recipientes plásticos, embalagens, brinquedos, etc. Já os PEAD, por serem um pouco mais rígidos e com moderada resistência ao impacto, são aplicados em materiais hospitalares, tubos de distribuição de água e gás, tanques de combustíveis automotivos ou até mesmo em squeezes, que são aquelas garrafinhas plásticas utilizadas para beber água.



Fonte: http://www.flickr. com/photos/huggerindustries/6949274839/ Autor: Hugger Industries



Plásticos pra que te quero!

Você sabia que o Polietileno (PE), Polipropileno (PP), Poliestireno (PS) e o Policloreto de Vinila (PVC) são conhecidos como os principais *plásticos commodities* do Brasil? Isto significa que eles são os plásticos mais comercializados no Brasil!

Em 1998, 50% dos plásticos produzidos no Brasil foram de PE, aproximadamente 22% de PP e PVC, e em torno de 5% de PS.

Atividade

Fazendo um polímero em casa

Que tal fazermos uma experiência? Para isso, pegue o material discriminado (reagentes) e siga as instruções a seguir.

<u>Reagentes</u>

- Boráx (Na₂B₄O₇) → Encontrado em farmácias
- Cola branca
- Anilina (corante de bolo)
- 02 Béqueres ou 02 copos de vidro de 250mL
- Medidor de volume ou 01 copo descartável para café de 50mL
- Bastão de vidro ou palito de picolé.

Procedimento

- 1. Dilua 04g (01 colher rasa de sobremesa) de bórax em um copo com 100mL de água.
- 2. No segundo copo, coloque 50mL de cola branca e adicione 50mL de água, misture bem com o palito de picolé. Em seguida, adicione algumas gotas de corante à mistura e agite.
- 3. Misture a solução de bórax à mistura da cola com água, e, com o auxílio do palito, agite bem a solução. Observe o que acontece.
- 4. Separe da solução o material formado e manipule-o com as mãos.
- 5. Após o término do experimento lave bem as mãos com água e sabão.

Agora, pense e responda às perguntas a seguir:

- a. Explique o que você observou, quando misturou as soluções.
- b. Que tipo de material foi formado?
- c. Quais materiais, semelhantes a este, encontramos em nosso cotidiano?



Identificando polímeros

Complete adequadamente a tabela abaixo nos espaços representados pelas letras A, B e C.

| Fórmula do Monômero | Nome do Polímero | Usos |
|----------------------------------|-------------------------|-----------------|
| H ₂ C=CH ₂ | A | Sacos plásticos |
| В | Policloreto de vinila | Capas de chuva |
| F ₂ C=CF ₂ | Poli(tetrafluoretileno) | С |



Atividade



Seção 4

Plásticos, uma solução que virou um problema? Como podemos minimizar esses impactos ambientais?

Devido à sua utilidade, leveza, praticidade, durabilidade e baixo custo, os plásticos constituem quase que a totalidade dos utensílios que utilizamos no dia a dia. Pare e observe ao seu redor; quantos objetos possuem o plástico como constituinte? Com certeza, você encontrou no mínimo um objeto!

Hoje em dia, quase todos os materiais são embalados em plásticos, pois, devido à sua impermeabilidade e resistência a ataques de produtos químicos, esse material se tornou o "xodó" das indústrias.

Segundo dados, no Brasil, são produzidas 210 mil toneladas, ou seja, 210.000.000.000 gramas anuais de plástico, sendo que 40% se destinam à indústria de embalagens plásticas.

Mas quanto tempo esses objetos demoram para se degradar?

Atualmente, ainda não existem dados, sobre o tempo exato da decomposição de materiais plásticos; o que se conhece é que este processo é muito lento e demora mais de 500 anos. Isso pode ocasionar sérios danos ao meio ambiente, pois o plástico jogado no lixo pode obstruir galerias de água e esgoto, o que irá ocasionar enchentes, além de ser uma grande ameaça para os animais marinhos, pois muitos plásticos acabam no mar e sendo ingeridos por esses animais, ou até mesmo os asfixiando.

Aqui no Brasil, já em 1997, o plástico representava 6% de todo lixo produzido, e estimava-se que cada brasileiro consumia cerca de 10.000 gramas de plástico por ano.

Mas então, o que fazer com todo esse material que é descartado nos lixões? Quais as possíveis soluções para este problema?

A sociedade nos últimos anos vem tentando solucionar esse problema através da **reciclagem** e da conscientização ambiental sobre o uso das sacolas plásticas.

Reciclagem

É o processo no qual ocorre a reutilização de materiais que passarão a atuar como fonte de matéria-prima para fabricação de novos produtos.

E você, ajuda o meio ambiente fazendo alguma dessas ações?

No Brasil, a reciclagem anual tem crescido cerca de 15%; entretanto o que dificulta esse processo é a grande variedade de materiais plásticos existentes, pois como vimos nas seções acima, cada polímero é constituído por um monômero diferente, o que ocasiona propriedades físicas diferentes. Portanto, para reciclá-los primeiro é necessário separá-los de acordo com o tipo de polímero.

Para facilitar o processo de separação dos plásticos reutilizáveis, foi estabelecido no Brasil, pela ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas), na Norma NBR 13.230, um sistema de codificação de produtos plásticos que consiste em um símbolo com três setas em sequência, identificando o tipo de plástico com o qual o produto foi fabricado, veja na **Figura 7**.

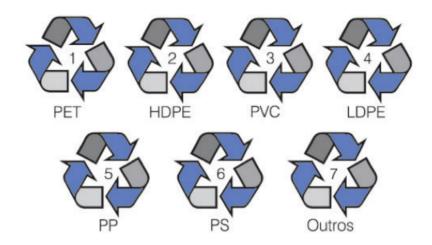


Figura 7: Simbologia empregada pelas empresas produtoras de embalagens plásticas para diferenciar os vários tipos de plásticos utilizados.

Olhando para a simbologia descrita na **Figura 7**, vemos números e siglas, não é mesmo? O que será que elas significam? Vejamos a seguir:

- **1 PET** Poli(tereftalato de etileno) garrafas de refrigerantes, água, vinagre, detergentes.
- **2 HDPE (PEAD)** Polietileno de alta densidade recipientes de xampus, condicionadores.
- **3 PVC** Poli(cloreto de vinila) forros, badejas de refeições, assoalhos.
- 4 LDPE (PEBD) Polietileno de baixa densidade filmes, sacolas de supermercados.
- 5 PP Polipropileno tupperware, embalagens para iogurtes e água mineral.
- **6 PS** Poliestireno copos de água e de café, isopor.
- 7 Outros: PC, PU, ABS.

Além disso, os diferentes plásticos também podem ser separados uns dos outros através da diferença entre suas propriedades físicas, como a tensão superficial, a solubilidade, características elétricas e até mesmo densidade.

Nas indústrias de reciclagem, a separação dos materiais poliméricos ocorre pela diferença de densidade, Processo no qual eles utilizam tanques, contendo água e/ou soluções alcoólicas ou salinas.

Separação de resíduos plásticos



Vamos observar certas características de diferentes tipos poliméricos, fazendo uma simples experiência.

Reagentes

- Água
- Álcool
- Cloreto de sódio
- Pedaços de PET, PEAD, PP, PS
- Recipientes plásticos

Procedimento

- 4. Coloque os pedaços plásticos em um recipiente com álcool e observe. Tire-os do recipiente e seque-os.
- 5. Coloque os pedaços plásticos em um recipiente com água e observe. Tire-os do recipiente e seque-os.
- 6. Separe os plásticos em dois grupos: aqueles que flutuaram e os que afundaram na água.
- 7. Separe os plásticos de cada grupo, utilizando água, álcool e cloreto de sódio.

Agora, pense e responda às perguntas a seguir:

- a. Qual a importância da separação e identificação dos polímeros?
- b. Dada a densidade da água (d = 1g/mL) e do álcool (d = 0,98 g/mL) diga quais polímeros correspondem as seguintes densidades: d_1 = 1,05 g/mL; d_2 = 0,95 g/mL; d_3 = 1,30 g/mL; d_4 = 0,90 g/mL



Alternativas aos plásticos comuns

Plásticos biodegradáveis podem ser feitos a partir do petróleo, mas com aditivos que permitem que sejam completamente degradados no ambiente. Elas custam 10% a 15% mais que as sacolas de plástico comuns. Além disso, também podem ser feitas com amido de milho/mandioca/batata, possuem um custo mais alto e podem exigir o aumento do desmatamento para produção desses alimentos para a geração de sacolas. Essas matérias-primas são quimicamente modificadas em fábricas químicas tradicionais ou em reatores biológicos. O tempo de decomposição em média dessas sacolas são de seis meses, sendo a utilização das mesmas permitidas por Lei.







Fonte: http://www.flickr.com/photos/traftery/3018114115/ Autor: Tom Raftery; http://www.flickr.com/photos/scoobyfoo/336034876/ Autor: Scoobyfoo

Já os *plásticos oxibiodegradáveis* são sacolas que se degradam em 18 meses ao entrarem em contato com oxigênio presente na atmosfera. Utilizam como matérias-primas poliolefinas tradicionais, cadeias entrelaçadas e cruzadas de hidrocarbonetos simples (polietileno, polipropileno, poliestireno), às quais é adicionado um catalisador que acelera a oxidação do polímero, fazendo com que ele se quebre em moléculas menores que, diferente do polímero base, são passíveis de serem umedecidas por água. Esses fragmentos menores ficam então disponíveis para os microorganismos sob a forma de uma fonte de energia ou alimento. No Brasil, a utilização destas sacolas não *é regulamentada* por lei.

Você sabia que o Ministério do Meio Ambiente possui uma campanha para o uso consciente das sacolas plásticas no Brasil?

Saiba mais como ajudar o nosso planetał Acessando o site http://www.sacoeumsaco.gov.br/



E a nossa viagem pelo incrível mundo da Química fica por aqui. Mas lembre-se, o conhecimento não tem fim, se você procurar por informação estará sempre aprendendo algo mais. Informação é poder, busque-a sempre!

Espero que você tenha aproveitado bastante as nossas conversas e que se sinta estimulado a desvendar tantos outros mistérios dessa ciência tão importante para a vida e que ajuda a mover o mundo.

Boa sorte!

Resumo

- Polímeros são macromoléculas, formadas pela união de pequenas moléculas através de ligações covalentes.
- Essas pequenas moléculas que se repetem na cadeia polimérica são chamadas de monômeros.
- Por não serem formados de um único constituinte, os polímeros são chamados de materiais.
- A reação entre os inúmeros monômeros para a produção da cadeia polimérica é denominada de Reação de Polimerização.
- A reação de polimerização pode ser de adição, quando possui somente um monômero e o polímero é o único produto da adição, ou de condensação quando possui dois ou mais monômeros, e além do polímero formam-se subprodutos, como a água.
- Homopolímeros são polímeros de cadeia homogêneas, obtidos através da reação de adição.
- Copolímeros são polímeros de cadeias heterogêneas, formadas pela reação de condensação.
- Os polímeros podem ser classificados de acordo com o seu comportamento mecânico: plásticos termorrígidos, plásticos termoplásticos, fibras e elastômeros.

Veja Ainda...

Para saber um pouco mais sobre a biodegradação de materiais plásticos, veja o artigo da Química Nova na
 Escola http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc22/a03.pdf que te remeterá a excelentes informações.

Referências

- SANTOS, W. MÓL, G.: **Química Cidadã**. São Paulo: Nova Geração, V.3, 2010. P.132-162
- DEMARQUETE, N. R. Estrutura e Propriedade de Polímeros. Rio de Janeiro: UFRJ PMT 2100 Introdução à
 Ciência dos Materiais para Engenharia. Disponível em: www.pmt.usp.br/pmt5783/Polímeros.pdf
- WAN, E., GALEMBECK, E., GALEMBECK, F. Polímeros Sintéticos. Cadernos Temáticos da Química Nova na Escola, 2001.
- LIMA, M.E., SILVA, N., S. Estudando os Plásticos: Tratamento de problemas autênticos no Ensino de Química. Química Nova na Escola, nº5 1997.
- CANGEMI, J. M., SANTOS, A. M., NETO, S. C. Biodegradação: Uma alternativa para minimizar os impactos decorrentes do resíduo plásticos. Química Nova na Escola, nº 22, 2005.
- MARIA, L.C.de S., et all. Coleta Seletiva e Separação de Plásticos. Química Nova na Escola nº 17, 2003.
- FRANCHETTI, S. M. M., MARCONATO, J. C. A importância das propriedades físicas na Reciclagem. Química Nova na Escola nº18, 2003.
- VIANA, M. B. Sacolas Plásticas: Aspectos Controversos de seu uso e Iniciativas Legislativas. Biblioteca
 Digital da Câmara dos Deputados, 2010.





- a. Houve uma mudança de consistência e aumento de volume. Além disso, forma--se um sistema homogêneo.
- b. Um material de consistência mais sólida e menos "grudenta". Também apresenta maior elasticidade.
- c. O brinquedo denominado geleca.

Atividade 2

- a. Polietileno
- b. CH₂=CHCl
- c. Revestimento de panelas

Atividade 3

- a. Para uma melhor reciclagem dos plásticos separando os hidrocarbonetos dos restantes.
- b. $d_1 = PS$; $d_2 = PEAD$ $d_3 = PET$; $d_4 = PP$



Questão 1 (UNICAMP-SP)

O estireno é polimerizado formando o poliestireno (um plástico muito utilizado em embalagens e objetos domésticos), de acordo com a equação:

$$\begin{array}{ccc}
 & \text{n HC} = \text{CH}_2 & \left(\begin{matrix} H & H_2 \\ -C - C - \end{matrix} \right)_{n} \\
 & & & & \end{matrix}$$

Dos compostos orgânicos abaixo, qual deles poderia se polimerizar em uma reação semelhante? Faça a equação correspondente e dê o nome do polímero formado.

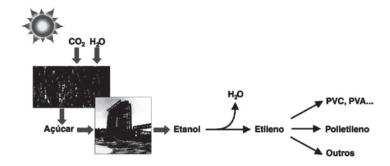
Gabarito comentado:

O propileno é o único composto, dentre os apresentados, que também poderia se polimerizar formando o polipropileno, segundo a equação:

$$\begin{array}{ccc}
 & \text{n HC} = \text{CH}_2 & \longrightarrow \begin{pmatrix} -H & H_2 \\ -C - C & - \\ & | & \\ -CH_3 & \end{pmatrix}_{n}$$

Questão 2 (UFRJ)

Outra possibilidade para o sequestro do ${\rm CO_2}$ atmosférico é sua transformação, por fotossíntese, em açúcar, que, por processos de fermentação, é convertido em etanol. O etanol, por sua vez, é submetido a uma reação de desidratação, formando etileno; o etileno pode ser transformado em diversos polímeros, como mostra a ilustração a seguir.



Apresente, usando a representação em bastão, a estrutura do polímero formado pela reação de quatro monômeros de etileno.



Anexo I • Volume 2 • Módulo 4 • Química

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. Mas não deixe de tentar, ok? Mãos à obra!

1 - **UESPI 2009**

Atualmente, o gás natural está sendo usado nas indústrias, na geração de energia elétrica e, cada vez mais, como combustível para automóveis (gás natural veicular).

Considerando que:

- 1. o gás natural é formado principalmente por metano, CH₄;
- 2. a reação de combustão do metano é completa;
- 3. o processo tem um rendimento de 80%;
- 4. a densidade do gás natural é 0,60 kg/m³ a temperatura ambiente;

Determine a massa de gás carbônico produzida pela queima de 5 m^3 de gás natural. Dados: Massa molar em g. mol^{-1} : C=12, H=1 e O=16

A) 3,0 kg

B) 6,0 kg

C) 6,6 kg

D) 8,0 kg

E) 8,3 kg

2 - ENEM 2012

O rótulo de um desodorante aerossol informa ao consumidor que o produto possui em sua composição os gases isobutano, butano e propano, dentre outras substâncias. Além dessa informação, o rótulo traz, ainda, a inscrição "Não contém CFC". As reações a seguir, que ocorrem na estratosfera, justificam a não utilização de CFC (clorofluorcarbono ou Freon) nesse desodorante:

$$CF_2CI_2 \rightarrow CF_2CI + CI$$

$$CI + O_3 \rightarrow O_2 + CIO$$

A preocupação com as possíveis ameaças à camada de ozônio (O₃) baseia-se na sua principal função: proteger a matéria viva na Terra dos efeitos prejudiciais dos raios solares ultravioleta. A absorção da radiação ultravioleta pelo ozônio estratosférico é intensa o suficiente para eliminar boa parte da fração de ultravioleta que é prejudicial à vida.

A finalidade da utilização dos gases isobutano, butano e propano neste aerossol é:

- a) Substituir o CFC, pois não reagem com o ozônio, servindo como gases propelentes em aerossóis.
- b) Servir como propelentes, pois, como são muito reativos, capturam o Freon existente livre na atmosfera, impedindo a destruição do ozônio.
- c) Reagir com o ar, pois se decompõem espontaneamente em dióxido de carbono (CO₂) e água (H₂O), que não atavam o ozônio.
- d) Impedir a destruição do ozônio pelo CFC, pois os hidrocarbonetos gasosos reagem com a radiação UV, liberando hidrogênio (H_2), que reage com o oxigênio do ar (O_2), formando água (H_2 O).
- e) Destruir o CFC, pois reagem com a radiação UV, liberando carbono (C), que reage com o oxigênio do ar (O_2) , formando dióxido de carbono (CO₂), que é inofensivo para a camada de ozônio.

3 - ENEM 2012

Para diminuir o acúmulo de lixo e o desperdício de materiais de valor econômico e, assim, reduzir a exploração de recursos naturais, adotou-se, em escala internacional, a política dos três erres: Redução, Reutilização e Reciclagem.

Um exemplo de reciclagem é a utilização de:

- A) Garrafas de vidro retornáveis para cerveja ou refrigerante.
- B) Latas de alumínio como material para fabricação de lingotes.
- C) Sacos plásticos de supermercado como acondicionantes de lixo caseiro.
- D) Embalagens plásticas vazias e limpas para acondicionar outros alimentos.
- E) Garrafas PET recortadas em tiras para a fabricação de cerdas de vassouras.

4 - ENEM 2012

Em uma planície, ocorreu um acidente ambiental em decorrência do derramamento de grande quantidade de um hidrocarboneto que se apresenta na forma pastosa à temperatura ambiente.

Um químico ambiental utilizou uma quantidade apropriada de uma solução de paradodecil-benzenossulfonato de sódio, um grande tensoativo sintético, para diminuir os impactos desse acidente.

Essa intervenção produz resultados positivos para o ambiente porque:

- a) Promove uma reação de substituição no hidrocarboneto, tornando-o menos letal ao ambiente.
- b) A hidrólise do para-dodecil-benzenossulfonato de sódio produz energia térmica suficiente para vaporizar o hidrocarboneto.
- c) A mistura desses reagentes provoca a combustão do hidrocarboneto, o que diminui a quantidade dessa substância na natureza.
 - d) A solução de para-dodecil-benzenossulfonato possibilita a solubilização do hidrocarboneto.
 - e) O reagente adicionado provoca uma solidificação do hidrocarboneto, o que facilita sua retirada do ambiente.

5 - ENEM 2012

Uma dona de casa acidentalmente deixou cair na geladeira a água proveniente do degelo de um peixe, o que deixou um cheiro forte e desagradável dentro do eletrodoméstico. Sabe-se que o odor característico de peixe se deve às aminas, e que esses compostos se comportam como bases.

Na tabela são listadas as concentrações hidrogeniônicas de alguns materiais encontrados na cozinha, que a dona de casa pensa em utilizar na limpeza da geladeira.

| Material | Concentração de H₃O⁺ (mol/L) |
|-----------------------------|---------------------------------|
| Suco de limão | 10 ⁻² |
| Leite | 10 ⁻⁶ |
| Vinagre | 10 ⁻³ |
| Álcool | 10 ⁻⁸ |
| Sabão | 10 ⁻¹² |
| Carbonato de sódio/barrilha | 10 ⁻¹² |

Dentre os materiais listados, quais são apropriados para amenizar esse odor?

- a) Álcool ou sabão.
- b) Suco de limão ou álcool.
- c) Suco de limão ou vinagre.
- d) Suco de limão, leite ou sabão.
- e) Sabão ou carbonato de sódio/barrilha.

6 - ENEM 2011

Um dos problemas dos combustíveis que contêm carbono é que sua queima produz dióxido de carbono. Portanto, uma característica importante, ao se escolher um combustível, é analisar seu calor de combustão (ΔHc°) completa de um mol de combustível no estado padrão.

O quadro seguinte relaciona algumas substâncias que contêm carbono e seu ΔHc° .

| Substância | Fórmula | Δ H ^o c (kJ/mol) |
|------------|--|-----------------------------|
| benzeno | C ₆ H _{6(ℓ)} | -3268 |
| etanol | C₂H₅OH _(ℓ) | -1368 |
| glicose | C ₆ H ₁₂ O _{6(S)} | -2808 |
| metano | CH ₄₍₉₎ | -890 |
| octano | C ₈ H _{18(ℓ)} | -5471 |

Neste contexto, qual dos combustíveis, quando queimado completamente, libera mais dióxido de carbono no ambiente pela mesma quantidade de energia produzida?

- A) Benzeno.
- B) Metano.
- C) Glicose.
- D) Octano.
- E) Etanol

7 - UERJ 2008

Algumas doenças infecciosas, como a dengue, são causadas por um arbovírus da família Flaviridae.

São conhecidos quatro tipos de vírus da dengue, denominados DEN 1, DEN 2, DEN 3 e DEN 4; os três primeiros já produziram epidemias no Brasil.

A doença, transmitida ao homem pela picada da fêmea infectada do mosquito *Aedes aegypti*, não tem tratamento específico, mas os medicamentos frequentemente usados contra febre e dor devem ser prescritos com caute-la. Na tabela abaixo são apresentadas informações sobre dois medicamentos:

| medicamento | fórmula estrutural | massa molar (g.mol-1) |
|---------------------------|--------------------|-----------------------|
| paracetamol | HO | 151 |
| ácido acetilsalicílico | OH OH | 180 |

Na estrutura do paracetamol está presente a seguinte função da química orgânica:

- (A) Éter
- (B) Amida
- (C) Cetona
- (D) Aldeído

8 - UERJ 2009

Em relação a um hidrocarboneto X, de fórmula molecular C_0H_0 , considere as seguintes informações:

- apresenta ressonância;
- é para-dissubstituído;
- a hidrogenação catalítica em um dos seus grupos substituintes consome 44,8 L de hidrogênio molecular nas CNTP, produzindo um hidrocarboneto Y;
- a hidratação catalítica, no mesmo grupo substituinte, forma, em maior quantidade, um composto estável de fórmula C₀H₁₀O.

Utilizando fórmulas estruturais planas, apresente a equação química correspondente à hidratação descrita e escreva o nome oficial de um isômero de posição do hidrocarboneto Y.

9 - UNICAMP 1999

O ácido para-amino-benzóico (PABA) já foi muito utilizado em protetores solares, por conseguir absorver uma parte da radiação ultravioleta oriunda da luz solar. O PABA pode ser considerado como derivado do benzeno no qual um hidrogênio foi substituído por um grupo carboxila e outro por um grupo amino.

- a) Escreva a fórmula estrutural do PABA.
- b) Um di-peptídeo é uma molécula formada pela união entre dois amino-ácidos através de uma ligação peptídica. Escreva a fórmula estrutural de uma molécula que seria formada pela união de duas moléculas de PABA através de uma ligação peptídica.

10 - UFPR 2012

Armadilhas contendo um adsorvente com pequenas quantidades de feromônio sintético são utilizadas para controle de população de pragas. O inseto é atraído de grandes distâncias e fica preso no artefato por meio de um adesivo. O verme invasor do milho europeu utiliza o acetato de cis-11-tetradecinila (Figura I) como feromônio de atração sexual. Isômeros de posição e geométrico desse composto têm pouco ou nenhum efeito de atração.

Responda:

- a) A que função orgânica pertence o composto orgânico?
- b) Forneça o nome oficial pela norma IUPAC do isômero geométrico do feromônio da Figura I.

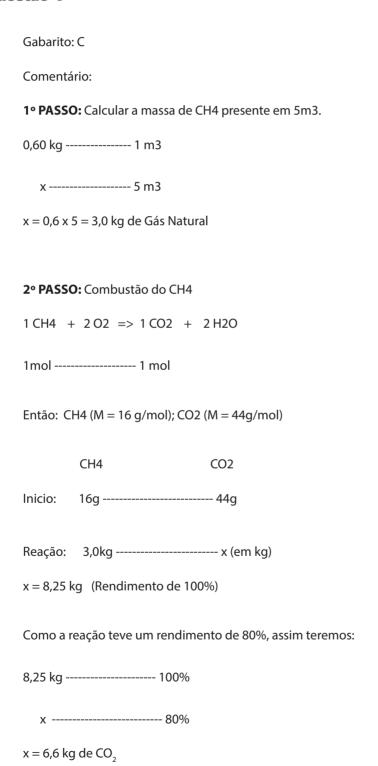




Anexo II • Volume 2 • Módulo 4 • Química

Resposta dos exercícios do Anexo I

Questão 1



Questão 2

Gabarito: A

Comentário: A reação apresentada no enunciado fornece o mecanismo químico de destruição do ozônio na estratosfera. Diante da necessidade de evitar esse mecanismo prejudicial à camada de ozônio tornou-se necessário a substituição do CFC, que por muito tempo foi utilizado como propelente (material utilizado para mover um objeto aplicando uma força sobre ele) em aerossóis. Enfim, a utilização dos hidrocarbonetos isobutano, butano ou propano nos aerossóis é uma maneira de manter as mesmas características dos desodorantes sem agredir a camada de ozônio.

Questão 3

Gabarito: B

Comentário: A utilização de latas de alumínio como material para fabricação de lingotes desse elemento caracteriza um processo de reciclagem, no qual esse material pode ser usado, por exemplo, na produção de novos objetos de alumínio.

Questão 4

Gabarito: D

Comentário: Você sabe que os hidrocarbonetos são compostos orgânicos que apresentam em sua constituição, basicamente, os elementos C e H, logo, são substâncias com características apolares. Sendo assim, uma possibilidade acertada para a solução desse evento seria a utilização de um tensoativo sintético. Nesta questão, era importante saber que isso significa que se trata de um detergente.

Os detergentes (ou surfactantes) são substâncias anfifílicas, ou seja, apresentam em sua estrutura molecular uma parte polar e outra apolar, o que dá a estas moléculas a propriedade de acumularem-se em interfaces de dois líquidos miscíveis ou na superfície de um líquido.

O detergente citado foi o para-dodecil-benzenossulfonato, cuja estrutura é essa da figura a seguir. Veja que o composto possui uma parte apolar (a esquerda) e outra apolar (a direita) que é capaz de solubilizar o hidrocarboneto.

Questão 5

Gabarito: C

Comentário: O cheiro de peixe é causado pelas aminas, mais precisamente, por um composto cuja fórmula molecular é H₃C–NH₂, chamado metilamina, que é proveniente da decomposição de certas proteínas do peixe. Esse composto é uma base parecida com a amônia (NH₃). Portanto, os materiais mais indicados para amenizar esse odor deverão possuir caráter ácido, como o vinagre e o limão.

Questão 6

Gabarito: C

Comentário: Esta é uma questão que mistura química orgânica com termoquímica. Para resolvê-la é preciso calcular a quantidade de CO, produzido na obtenção de 1000 kJ de energia para cada combustível. Vejamos:

Podemos observar que, para uma mesma quantidade de energia obtida, o combustível que libera a maior quantidade de CO_2 é a glicose.

Questão 7

Gabarito: B

Comentário: Na molécula de paracetamol podemos observar a presença de duas funções orgânicas:

- Fenol, caracterizada pelo grupamento hidroxila ligado ao benzeno, e
- Amida, caracterizada pelo nitrogênio derivado do grupamento NH₃ ligado a um radical acila.

Questão 8

Comentário: Com base nas informações, o hidrocarboneto X corresponde ao benzeno com duas ramificações na posição para um grupo -CH3 e um grupo -C=CH:

A reação de hidratação do composto X é representada por:

O composto Y é obtido da hidrogenação total do composto X:

O composto Y é o para-etil-metil-benzeno e os dois isômeros de posição possíveis são o orto-etil-metil-benzeno e o meta-etil-metil-benzeno.

Questão 9

Comentário:

A)

Fórmula estrutural do PABA

B)

Fórmula estrutural da união de 2 moléculas de PABA $O \longrightarrow C$ $O \longrightarrow C$

Questão 10

Comentário:

- a) O composto orgânico pertence à função éster.
- b) O nome oficial segundo a IUPAC do isômero é etanoato de trans-tetradec-11-em-1-ila (ou etanoato de trans-tetradec-11-enila).



