

# CIÊNCIAS DA NATUREZA E SUAS TECNOLOGIAS

**APOSTILA 3º BIMESTRE**

1ª SÉRIE

COMPONENTES CURRICULARES

BIOLOGIA

FÍSICA

QUÍMICA

# Apresentação

Olá, professor/a!

Esta apostila consiste em uma sequência de materiais didáticos – textos, atividades, sugestões de vídeos e outras mídias – pesquisados, selecionados e/ou elaborados pela equipe de Currículo e Produção de Material da Superintendência de Ensino Médio da Secretaria de Estado da Educação de Goiás. Além disso, este material está alinhado à proposta do Novo Ensino Médio e, principalmente, ao Documento Curricular para Goiás – etapa Ensino Médio, assim como preconizado pela Base Nacional Comum Curricular.

As atividades aqui apresentadas poderão ser utilizadas por você e nossos estudantes da rede como sugestão de abordagem dos conhecimentos relacionados tanto aos objetivos de aprendizagem quanto às habilidades específicas da área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias de acordo com o que é apresentado na Bimestralização do nosso Documento Curricular para Goiás - Etapa Ensino Médio (DC-GOEM).

Foram elaborados módulos a partir de cada objetivo de aprendizagem e objetos de conhecimento relacionados. Estes estão postos na mesma sequência em que se encontram no documento que bimestraliza o DC-GOEM. Nesta apostila apresentam-se, então, os conteúdos a serem abordados ao longo do 3º bimestre pelos/as professores/as de Biologia, Física e Química.

É importante lembrar que um dos princípios do DC-GOEM se refere ao ensino e aprendizagem por competências e habilidades, assim como preconizado pela Base Nacional Comum Curricular (BNCC). Sendo assim, o foco da bimestralização e, conseqüentemente, deste material didático na forma de apostila bimestral, é a proposição de atividades que contribuam com o planejamento docente, oferecendo alternativas e sugestões de abordagens integradoras de diferentes objetos de conhecimento da área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias. Assim, ao longo do processo, esperamos que nossos estudantes possam desenvolver habilidades e competências relacionadas a compreensão de fenômenos complexos do cotidiano que requerem conhecimentos que, na realidade, não são compartimentalizados nem tomados como exclusivos de determinado campo do conhecimento.

A seguir, apresentamos os módulos desta apostila, bem como a sugestão do Componente Curricular que contribui para a ampliação do conhecimento na Área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias.

<b>Módulo</b>	<b>Título</b>	<b>Componente Curricular</b>
1	Interações Atômicas e Moleculares	Química
2	Trabalho	Física
3	Potência	Física
4	Metabolismo Energético Celular	Biologia
5	Geometria Molecular	Química
6	Energia	Física
7	Forças Intermoleculares	Química
8	Fluxos de Energia	Biologia
9	Energia Nuclear	Física

Conheça o material, organize seus planejamentos com base nos objetivos de aprendizagem, consulte as habilidades e competências e foque no protagonismo de nossos jovens para que possamos oferecer um Novo Ensino Médio de qualidade aos estudantes, desta Rede de ensino.

Bom trabalho!

# Módulo 1

## Interações Atômicas e Moleculares

### **Competência Específica 1**

Analisar fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas interações e relações entre matéria e energia, para propor ações individuais e coletivas que aperfeiçoem processos produtivos, minimizem impactos socioambientais e melhorem as condições de vida em âmbito local, regional e global.

### **Habilidade da BNCC**

(EM13CNT101) Analisar e representar, com ou sem o uso de dispositivos e de aplicativos digitais específicos, as transformações e conservações em sistemas que envolvam quantidade de matéria, de energia e de movimento para realizar previsões sobre seus comportamentos em situações cotidianas e em processos produtivos que priorizem o desenvolvimento sustentável, o uso consciente dos recursos naturais e a preservação da vida em todas as suas formas.

### **Objetivo de Aprendizagem do DC-GOEM**

(GO-EMCNT101G) Relacionar os elementos químicos com o tipo de ligação química que podem fazer, considerando os conceitos de estabilidade entre átomos e íons, para analisar as características dos compostos.

### **Objeto(s) de Conhecimento**

- Interações atômicas e moleculares

### **Descritores Saeb**

- Reconhecer a conservação das massas ou a propriedade dos átomos em situações onde ocorrem transformações químicas.

### **Outros descritores relacionados D14**

Explicar as ligações iônicas e covalentes pela teoria do octeto (Kossel-Lewis).

Uma interação química significa que as moléculas se atraem ou se repelem entre si, sem que ocorra a quebra ou formação de novas ligações químicas. Estas interações são, frequentemente, chamadas de interações não covalentes ou interações intermoleculares. A ligação covalente que mantém uma molécula unida é uma interação intramolecular, a atração entre moléculas é uma força intermolecular. Aqui vale ressaltar que as Forças intermoleculares são muito mais fracas do que as interações intramoleculares. As interações intermoleculares estão estreitamente relacionadas com as propriedades termodinâmicas de líquidos, sólidos e gases. Assim sendo, o estudo sobre interações atômicas e moleculares é de extrema relevância para entendermos o comportamento de sistemas químicos a nível molecular.

### 1 Teoria do Octeto

A Teoria do Octeto foi criada em 1919, pelos cientistas Gilbert Lewis (1875 – 1946) e Walther Kossel (1888 – 1956), por meio de observações eles associaram dois fenômenos:

1. A tendência de os átomos dos elementos (gases nobres) que possuem oito elétrons completos no nível (camada) de valência, adquirindo assim a estabilidade, aparecerem isolados na natureza.
2. A tendência de os outros átomos dos elementos fazerem ligações, perdendo, ganhando ou compartilhando elétrons, para se tornarem estáveis com oito elétrons no seu último nível (camadas).

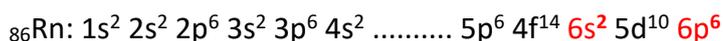
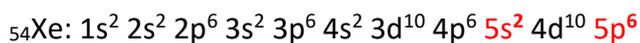
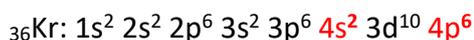
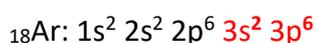
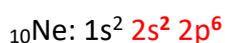
A partir dessas associações, Lewis e Kossel criaram a Teoria do Octeto.

*Teoria do Octeto: um grande número de átomos adquire a estabilidade eletrônica quando apresenta oito elétrons na sua camada mais externa*

Essa regra, apesar de existirem muitas exceções, ela continua sendo utilizada por servir muito bem como introdução aos conceitos de ligações químicas, assim como explicar a formação da maioria das substâncias encontradas na natureza. Essa teoria aplica-se, principalmente, aos elementos Representativos Família A (famílias 1 até a 17), enquanto que aos elementos de Transição (Família B) não segue esse modelo, obrigatoriamente.

Observe: *se o átomo apresenta apenas uma camada, será estável com 2 elétrons.*

Veja:



Note que todos os gases nobres (exceto o Hélio) apresentam 8 elétrons na camada de valência. É isso que garante a estabilidade desses elementos. Todos os demais elementos da tabela precisam ganhar, perder ou compartilhar elétrons para atingir estabilidade. Isso origina as ligações químicas.

## 1.1 Ligações Químicas

As ligações químicas são as interações que ocorrem entre átomos para se tornarem uma molécula ou substância básica de um composto. Existem três tipos de ligações: covalentes, metálicas e iônicas. Os átomos buscam através das ligações, estabilizar-se eletronicamente.

### 1.1.1 Ligação iônica

A ligação iônica ocorre entre íons, positivos (cátions) e negativos (ânions) e, é caracterizada pela existência de forças de atração eletrostática entre eles. Esse tipo de ligação ocorre entre

elementos que possuem a tendência de perder elétrons (cátions) e elementos que apresentam a tendência de ganhar elétrons (ânions).

Geralmente, os átomos que perdem elétrons para adquirir a estabilidade são os metais das famílias (1 A, 2 A e 13 A) e os átomos que recebem elétrons para também adquirir a estabilidade são os ametais das famílias (14 A, 15 A, 16 A e 17 A).

Ocorre entre:

<b>METAL</b>	<b>AMETAL</b>
⇓	⇓
perde elétrons	ganha elétrons
torna-se <b>cátion</b>	torna-se <b>ânion</b>

**Obs.:** em geral, o metal apresenta 1, 2 ou 3 e<sup>-</sup> na camada de valência. O ametal, 5, 6 ou 7 e<sup>-</sup>.

A atração eletrostática entre as cargas opostas do cátion e do ânion origina o composto iônico.

EXEMPLO:

Qual a fórmula do composto formado entre o  $_{11}\text{Na}$  e o  $_{16}\text{S}$ ?

Aqui temos duas maneiras distintas para a resolução desse exemplo, podendo ser resolvido através da igualdade de cargas ou através da fórmula eletrônica, vejamos a seguir:

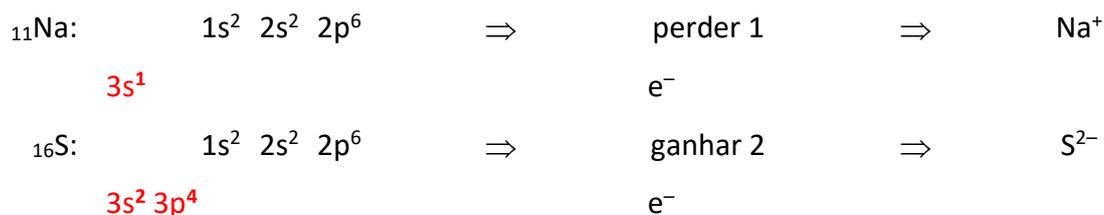
**1- Através da igualdade das cargas:**

$$\begin{array}{c} \boxed{\text{N}^{\circ} \text{cargas} + = \text{N}^{\circ} \\ \text{cargas} -} \end{array}$$

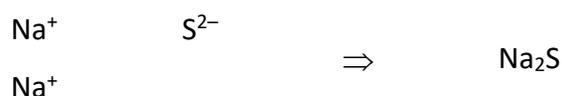
Distribuição

Tendência

Íon



**Formulação:**

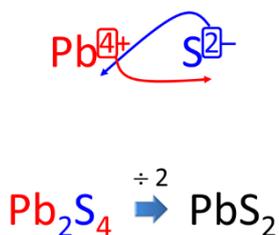


DICA: “Cruzar as cargas”

Pode-se fazer a fórmula “cruzando” o valor da carga de um íon e utilizando como índice do outro.



**Cuidado:** quando os índices puderem ser simplificados, eles devem, OBRIGATORIAMENTE, ser simplificados.



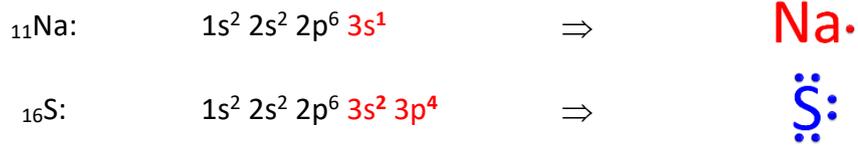
**2-Através da fórmula eletrônica:**

Também chamada de fórmula ou estrutura de Lewis.

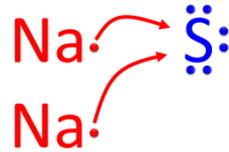
Nela utilizamos o símbolo do elemento e os elétrons da camada valência ao seu redor.

Distribuição

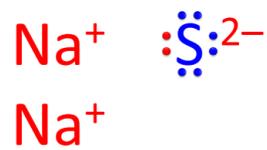
Representação



**Formulação:**



Após transferir:



Composto iônico:



Ou simplesmente:



#### **1.1.1.1 Propriedades dos compostos iônicos**

- São sólidos nas condições ambiente (25 °C e 1 atm).
- Possuem altos pontos de fusão (P.F.) e ebulição (P.E.).
- Conduzem corrente elétrica quando fundidos ou em solução aquosa.
- Formam retículos cristalinos.



## SUGESTÃO DE ATIVIDADE

01 - Com base nas informações abaixo, responda as questões de A a E.

### **Cloreto de Sódio o composto iônico mais comum**

O principal componente do sal de cozinha é o cloreto de sódio, este é um composto iônico de fórmula molecular NaCl, esse composto é essencial para o bom funcionamento do corpo humano, pois os seus cátions e ânions (íons) provenientes do sal estão presentes nos nossos sistemas nervoso, muscular e digestivo. O processo utilizado para extração do sal é a evaporação, onde a água do mar é represada em tanques rasos chamados de salinas. Com o passar do tempo, o calor do sol e o vento fazem com que lentamente a água comece a evaporar. O sal então se cristaliza e é separado. A produção de sal marinho divide-se essencialmente em dois métodos distintos: a forma tradicional – uso de salinas – e a forma industrial. O processo industrial baseia-se em cristalizar os sais dissolvidos na água do mar através de processos químicos além de uma tecnologia de ponta. No entanto, o processo tradicional baseia-se no trabalho mecânico humano em procedimentos que foram passando de geração em geração.

A seguir, mostraremos a relação desse composto iônico com algumas figuras.

Figura 1: Mulher flutuando no mar morto.



Fonte: <https://belezaesauade.com/beneficios-banho-mar/>  
Acesso em 28 de jun. de 2022.

Figura 2: Salinas Grandes, em Jujuy, Argentina.



Fonte: <https://dondeviajar.republica.com/viajes/salinas-grandes-en-jujuy-argentina.html> . Acesso em: 28 de jun. 2022.

Figura 3: Embalagem de sal líquido



Fonte: <https://encurtador.com.br/lwJS9> . Acesso em: 28 de jun. de 2022.

a) Qual é o nome do processo de separação de mistura utilizado para extrair o sal das águas marítimas?

---

---

---

---

b) O Mar Morto, que banha Israel, a Cisjordânia e a Jordânia, é um lago salgado cujas margens estão mais de 400 m abaixo do nível do mar, sendo o ponto mais baixo em terra seca do planeta. Sua famosa água hipersalina facilita a flutuação, e a lama negra rica em sais minerais é usada em tratamentos terapêuticos e estéticos nos resorts da região. Explique por que uma pessoa consegue boiar nas águas desse mar?

---

---

---

---

c) Os compostos iônicos são resultantes da combinação de íons – cátions – ânions formando substâncias com cargas totais igual a zero. Vários íons são encontrados dissolvidos na água do

mar, em seu caderno escreva a fórmula que compõe o composto cloreto de sódio, seus respectivos nomes e números atômicos.

---

---

---

---

d) Cite 3 propriedades do cloreto de sódio.

---

---

---

---

e) Explique por que o rótulo da embalagem do sal líquido reproduzida na figura 3 está incorreto.

---

---

---

---

---

**GABARITO**

A) Evaporação

B) As águas do Mar Morto são mais densas (maior concentração de sais dissolvidos).

C) NaCl: Na – sódio, Cl – cloro

D) Respostas possíveis:

Aspecto: sólido, branco.

Densidade: 2,165 g/cm<sup>3</sup>

Ponto de fusão: 801 °C.

Ponto de ebulição: 1413 °C.

Solubilidade: solúvel em água.

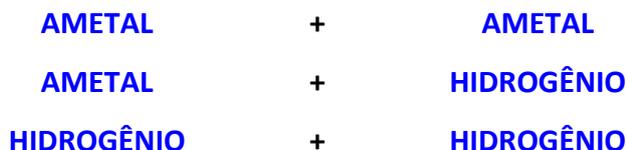
Condutividade: é um sal condutor quando dissociado em meio aquoso.

E) Não é o NaCl no estado líquido, mas sim em solução.

### 1.1.2 Ligação covalente ou molecular

A ligação covalente ou molecular ocorre quando os átomos envolvidos tendem a receber elétrons, isto é, nenhum desses átomos podem perder ou ganhar elétrons, formando estruturas eletricamente neutras, de grandeza limitada, denominadas moléculas. Esta ligação é caracterizada pelo compartilhamento de elétrons. Os pares eletrônicos podem ser constituídos por 1 elétron de cada átomo ou por 2 elétrons de um mesmo átomo, sendo compartilhados simultaneamente pelos dois átomos que estão envolvidos na ligação.

Ocorre entre:



**Obs.:** em geral, o ametal apresenta 5, 6 ou  $7e^-$  na camada de valência.

Há dois tipos de ligação covalente:

- a ligação covalente normal
- a ligação covalente coordenada (dativa)

**Ligação covalente normal:** Ocorre quando a ligação é feita com um elétron de cada um dos átomos ligantes.

Exemplo:



*A ligação é formada por um elétron de cada hidrogênio.*

**Ligação covalente coordenada:** Ocorre quando a ligação é feita com dois elétrons de apenas um dos átomos ligantes.

Exemplo:



*A ligação destacada pelo retângulo é formada por dois elétrons pertencentes ao enxofre. Por isso, ela é uma ligação covalente coordenada.*

#### **1.1.2.1 Propriedades dos compostos moleculares**

- Baixos pontos de fusão e ebulição.
- Sólidos, líquidos ou gasosos à temperatura ambiente.
- Não conduzem corrente elétrica (exceto os ácidos, que sofrem ionização).
- Quebradiços.

**Compostos moleculares:** aqueles formados exclusivamente por ligações covalentes.

#### **1.1.2.2 Montagem da fórmula eletrônica e estrutural de uma molécula**

1. Determinar o número total de elétrons de valência.
2. Posicionar os átomos: geralmente, o central é aquele que precisa de mais elétrons para estabilizar.
3. Distribuir os elétrons (aos pares), inicialmente entre os átomos (pares de elétrons ligantes).
4. Dos átomos “de fora” para o central, distribuir os demais elétrons (aos pares), completando octetos (pares de elétrons não-ligantes).
5. Se não estabilizar todos os átomos, fazer rearranjos.



## SUGESTÃO DE ATIVIDADE

01. A adrenalina além de ser hormônio derivado do aminoácido tirosina, é também um neurotransmissor. Atuando de diferentes formas no organismo, estando relacionado, com o aumento do ritmo cardíaco Aumento dos batimentos cardíacos (taquicardia), Palidez; excesso de sudorese; tremores involuntários; contração dos vasos sanguíneos (vasoconstrição); dilatação das pupilas; relaxamento ou contração dos músculos, aumento da pressão arterial e frequência respiratória. Além disso, em situações extremas, a adrenalina eleva o nível de açúcar no sangue. Sua estrutura pode ser analisada a seguir.

Estrutura da adrenalina



carbono = cor preta
hidrogênio = cor branca
oxigênio = cor vermelho
nitrogênio = cor azul

Fonte: <https://www.fcencias.com/2013/04/11/molecula-da-semana-adrenalina/> . Acesso em: 28 de jun. de 2022.

Escreva a fórmula molecular da adrenalina colocando os símbolos na ordem dada: carbono, hidrogênio, oxigênio e nitrogênio. Na sequência explique o tipo de ligação que existe entre os átomos dessa molécula.

---

---

---

---

---

---

**GABARITO:**

$C_9H_{13}O_3N$ .

O tipo de ligação existente entre os átomos da molécula da adrenalina é a ligação covalente ou molecular. Esse tipo de ligação ocorre quando os átomos envolvidos tendem a receber elétrons.

**Atividade Integradora**

As interações e as ligações químicas são desenvolvidas de maneira aplicada e contextualizada ao cotidiano dos nossos estudantes. Esse experimento, busca de certa forma mudar a impressão dos/as estudantes de que esse assunto abordado pertence apenas ao Componente Curricular Química. O procedimento experimental permite uma discussão com outros Componentes Curriculares, tais como: Física e Biologia, relacionando esse objeto de conhecimento com objetos de conhecimentos específicos destes dois componentes.

**Biologia**

Respiração humana

**Física**

Eletricidade

O experimento a seguir busca explorar algumas características relacionadas aos compostos covalentes e aos compostos iônicos. As características principais dos compostos iônicos são: altos pontos de fusão e de ebulição, além de serem compostos sólidos. Os compostos covalentes, formados por ligações covalentes, podem ser encontrados nos três estados físicos: sólido, líquido e gasoso., possuem baixos ponto de fusão e ebulição quando comparados aos compostos iônicos; apresentam baixa dureza; alta tenacidade; baixa capacidade de condução de corrente elétrica e de calor. O Experimento Transformação Covalente-Iônica foi retirado na íntegra do livro: Experimentos de química para turmas de ensino médio.

Marques, Marcelo Monteiro, Experimentos de química para turmas de ensino médio [recurso eletrônico] / Marcelo Monteiro Marques, Gabriel Carvalho de Lima. – Ponta Grossa, PR: Atena Editora, 2019. Disponível em: <https://www.atenaeditora.com.br/wp-content/uploads/2019/08/Ebook-Experimentos-de-Quimica-para-Turmas-de-Ensino-Medio.pdf> . Acesso em: 01 de jun. De 2022.

### Experimento: Transformação Covalente-Iônica

#### Materiais e Reagentes:

- A – Bexiga de festa de aniversário;
- B – Canudos;
- C – Fita adesiva;
- D – Água;
- E – Cloreto de cálcio –  $\text{CaCl}_2(\text{s})$ ;
- F – Tubo vazio de lâmpada incandescente;
- G – Queimador (ver Anexo 1);
- H – Suporte para queimador (ver Anexo).



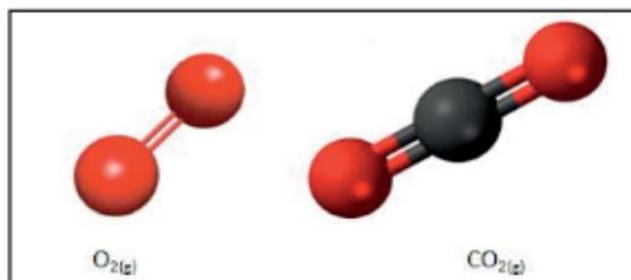
Fonte: Disponível em: <https://www.atenaeditora.com.br/wp-content/uploads/2019/08/Ebook-Experimentos-de-Quimica-para-Turmas-de-Ensino-Medio.pdf> . Acesso em: 01 de jun. De 2022.

## Abordagem Didática Proposta

O experimento busca explorar algumas características relacionadas aos compostos covalentes e aos compostos iônicos. Os compostos iônicos são aqueles que possuem uma ou mais ligações iônicas, mesmo que apresente várias ligações covalentes. Na ligação iônica, as forças de atração são consequência da transferência completa de um ou mais elétrons de um átomo para outro sendo que um deles adquire carga positiva e o outro, negativa, surgindo as forças responsáveis pela ligação.

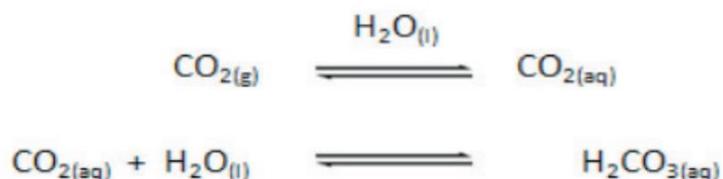
A respiração humana tem como principal característica o consumo de gás oxigênio atmosférico e a produção de gás carbônico como mostra a figura 1. Estas duas substâncias são moléculas, isto é, realizam ligações interatômicas do tipo covalente.

Figura 1: Moléculas de gás oxigênio e carbônico.



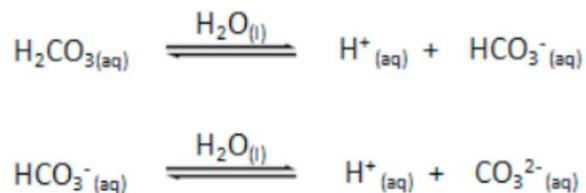
Fonte: Disponível em: <https://www.atenaeditora.com.br/wp-content/uploads/2019/08/Ebook-Experimentos-de-Quimica-para-Turmas-de-Ensino-Medio.pdf>. Acesso em: 01 de jun. De 2022.

O gás carbônico possui uma propriedade bastante especial. Quando borbulhado em água suas moléculas se dissolvem formando ácido carbônico.



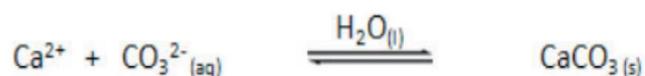
Fonte: Disponível em: <https://www.atenaeditora.com.br/wp-content/uploads/2019/08/Ebook-Experimentos-de-Quimica-para-Turmas-de-Ensino-Medio.pdf>. Acesso em: 01 de jun. De 2022.

O ácido carbônico, por sua vez, é um ácido fraco e estabelece equilíbrios de dissociação ácida que levam a formação de íons hidrogenocarbonato e carbonato respectivamente.



Fonte: Disponível em: <https://www.atenaeditora.com.br/wp-content/uploads/2019/08/Ebook-Experimentos-de-Quimica-para-Turmas-de-Ensino-Medio.pdf> . Acesso em: 01 de jun. De 2022.

O ânion carbonato é capaz de estabelecer ligações com o cátion cálcio, formando um composto iônico pouco solúvel em água. O sal inorgânico carbonato de cálcio.



Fonte: Disponível em: <https://www.atenaeditora.com.br/wp-content/uploads/2019/08/Ebook-Experimentos-de-Quimica-para-Turmas-de-Ensino-Medio.pdf> . Acesso em: 01 de jun. De 2022.

Formação de precipitado de carbonato de cálcio



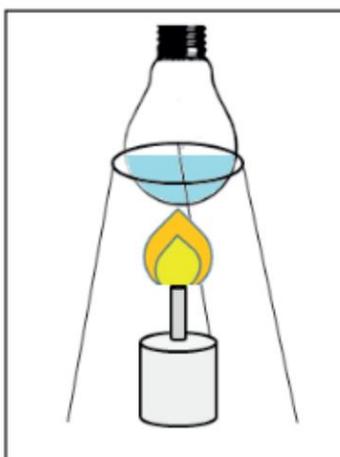
Fonte: Disponível em: <https://www.atenaeditora.com.br/wp-content/uploads/2019/08/Ebook-Experimentos-de-Quimica-para-Turmas-de-Ensino-Medio.pdf> . Acesso em: 01 de jun. De 2022.

Podemos utilizar o sal cloreto de cálcio, que é muito solúvel, para liberar por dissociação iônica, íons  $\text{Ca}^{2+}$  e  $\text{Cl}^-$  em solução. Esta é uma forma fácil de mostrar a conversão de um composto puramente covalente em um composto de natureza iônica.

### Proposta Experimental:

Primeiramente, deve-se organizar devidamente o tubo de lâmpada vazio, que será o nosso balão de fundo redondo, e o posicionar no suporte para o queimador. Em seguida, deve-se posicionar o queimador diretamente sob o tubo. Transferir um pouco de água para o interior do tubo. Ligar o queimador até iniciar a fervura da água. Esta etapa tem por finalidade expulsar o gás carbônico que se dissolve naturalmente na água.

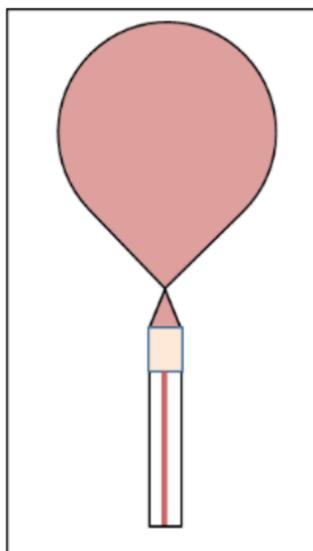
Expulsando CO<sub>2</sub> dissolvidos na água.



Fonte: TecnoProf

Após o processo de expulsão do gás carbônico, desligar o queimador, transferir um pouco de cloreto de cálcio para o tubo, e agitar para formar uma mistura homogênea. Enquanto o sistema esfria, o educando deve encher a bexiga de festa de aniversário, ele deve ser orientado para não amarrar a bexiga. Quando a bexiga estiver cheia de ar (rico em gás carbônico), a sua ponta deve ser segurada e presa em um canudo. Utilizar a fita adesiva para fixar o canudo ao balão, sem que se deixe escapar o ar.

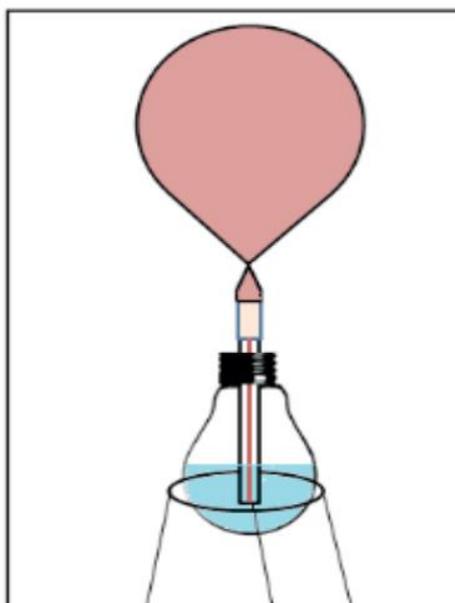
Bexiga contendo CO<sub>2</sub> acoplada ao canudo.



Fonte: Tecnofrof

Solicitar que o educando insira a ponta do canudo no interior do tubo, de modo esteja imersa na solução aquosa de cloreto de cálcio. Liberar, de maneira controlada, a saída de ar do balão, de modo que o gás carbônico seja borbulhado na solução.

Sistema para borbulhar o  $\text{CO}_2$  na solução de  $\text{Ca}^{2+}$ .

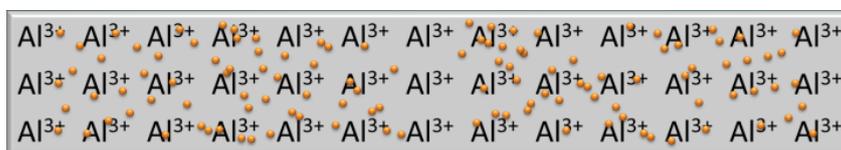


Fonte: Tecnofrof

Observar que a solução ficará turva. Esperar a sedimentação do sólido promovida pela ação da gravidade e então decantar a água. Discutir com a turma sobre a natureza do sólido formado a partir do gás liberado pela respiração.

### 1.1.3 Ligação metálica

A ligação metálica é característica de substâncias formadas, exclusivamente, por metais, que podem ser do mesmo elemento ou de elementos diferentes. Explicada pela teoria do “Mar de elétrons” – os cátions em posições fixas e elétrons livres dispersos entre eles. Esses elétrons são provenientes da camada de valência dos respectivos átomos, então são atraídos por nenhum núcleo em particular e possuem uma liberdade de se mover através do cristal, ocupando o retículo cristalino do metal por inteiro. Essa liberdade de mobilidade dos elétrons através do cristal é responsável pelas propriedades que caracterizam os metais: condutibilidade, maleabilidade, ductibilidade e elevadas temperaturas de fusão e ebulição.



Essa teoria “Mar de elétrons” explica a alta condutividade térmica e elétrica dos metais.

Sobre a condutividade elétrica: os elétrons livres, se expostos a uma diferença de potencial, tendem a caminhar todos para uma mesma direção, fazendo surgir a corrente elétrica.

Sobre a condutividade térmica: ao receber calor, o átomo vibra transferindo essa vibração ao vizinho, que transmite ao outro e assim sucessivamente.

#### 1.1.3.1 Propriedades dos metais

- Altos pontos de fusão e ebulição.
- Sólidos à temperatura ambiente (exceto Hg).
- Bons condutores de corrente elétrica e calor.

- São maleáveis (podem formar lâminas).
- São dúcteis (podem formar fios).

### **1.1.3.2 Ligas metálicas**

São materiais com propriedades metálicas que contêm dois ou mais elementos, onde pelo menos um deles seja metal. As propriedades das ligações metálicas se diferem das propriedades de seus elementos constituintes, quando analisados separadamente. Algumas características são próprias das ligas metálicas, as quais os metais puros não possuem e por esse motivo é muito produzida e utilizada.

<b>Liga</b>	<b>Constituintes</b>	<b>Aplicação</b>
<b>Bronze</b>	Cu + Sn	estátuas, sinos, rolamentos, tubos, válvulas, utensílios domésticos,
<b>Latão</b>	Cu + Zn	armamento, decoração, terminais elétricos, porcas, etc.
<b>Magnálio</b>	Al + Mg	rodas de liga leve, peças de aviões
<b>Ouro 18K</b>	Au + Ag/Cu	joias, decoração, cirurgias
<b>Aço</b>	Fe + C	Construção civil, talheres, peças de carro, brocas de perfuração
<b>Nitinol</b>	Ni + Ti	Medicina (músculo artificial), sensores de temperatura



## SUGESTÃO DE ATIVIDADE

01. (Cefet-PR) “Nas indústrias de fabricação de alumínio, mais de 70% dos recursos empregados é energia elétrica, um recurso que apesar de escasso ainda é muito barato no Brasil. Este custo é ainda inferior para empresas que possuem subsídio e pagam até um terço do preço pago pelos consumidores residenciais. Grande parte dos lingotes produzidos aqui é exportada e, lá fora, eles são transformados em componentes automotivos e equipamentos que o Brasil precisa comprar por um preço muito mais alto.”

*(Revista Veja, ed. Abril, ano 34, nº21, 2001)*

As ligações químicas entre os átomos de alumínio presentes nos lingotes produzidos são do tipo:

- (A) iônica.
- (B) dipolo-dipolo.
- (C) metálica.
- (D) covalente.
- (E) cristalina.

**GABARITO: LETRA C**

02. Assinale a alternativa a seguir que só apresenta substâncias formadas por ligações metálicas:

- (A) Au, Pt, N<sub>2</sub> e Zn.
- (B) Al, C<sub>grafita</sub>, Ag, Au.
- (C) Au, O<sub>2</sub>, Zn, P<sub>4</sub>.
- (D) Ag, Al, Cu, Au.
- (E) S<sub>8</sub>, NaCl, SF<sub>6</sub>, Cu.

**GABARITO: LETRA D**



### Recomposição e Ampliação

#### Descritores Saeb

- Reconhecer a conservação das massas ou a propriedade dos átomos em situações onde ocorrem transformações químicas.

#### Outros descritores relacionados D14

- Reconhecer que as ligações químicas se estabelecem pela união entre átomos, por meio da interação dos elétrons da camada de valência e representá-las através dos modelos de Lewis (fórmula eletrônica), estrutural e molecular.

Neste período, serão abordados aspectos que fazem parte do trabalho para o desenvolvimento da competência específica 1, habilidade (EM13CNT101) e objetivo de aprendizagem (GO-EMCNT101G). As aulas deste período poderão ser utilizadas como sequência à temática de interações atômicas e moleculares, a fim de trabalhar conceitos fundamentais, por meio das atividades para diagnose, com o objetivo de identificar as concepções dos estudantes sobre o tema.

período podem ser consideradas aulas que poderão dar continuidade sobre a temática interações atômicas e moleculares, onde será trabalhado conceitos fundamentais seguidos de atividades e diagnósticas para identificar as concepções dos alunos sobre o tema.

Entretanto, é recomendado que o/a estudante tenha noções básicas referentes à estrutura dos átomos e tabela periódica. Serão abordados assuntos relacionados a estrutura de Lewis, regra do octeto, estrutura de Lewis e estabilidade, elaboração da estrutura de Lewis e estabilidade e como desenhar as estruturas eletrônicas de Lewis. É importante que o/a estudante já possua competências para identificar moléculas que são formadas por ligações iônicas e ligações covalentes.

**ATENÇÃO:** na semana 1 do dia 15/08/2022 a 19/08/2022, vocês professores/as irão retomar conceitos sobre estrutura de Lewis, regra do octeto, estrutura de Lewis e estabilidade; na semana 2 do dia 22/08/2022 a 26/08/2022, irão retomar os conceitos sobre como desenhar as estruturas eletrônicas de Lewis e na semana 3 do dia 29/08/2022 a 31/08/2022, deverão aplicar atividades para a diagnose, a fim de identificar os conhecimentos adquiridos pelos estudantes.

### **Aula semana 1**

Sugestões de referências, para conhecer mais sobre a temática da aula.

- Camada de valência

DIAS, Diogo Lopes. "Camada de Valência"; Mundo Educação. Disponível em:

<https://mundoeducacao.uol.com.br/quimica/camada-valencia.htm#:~:text=A%20camada%20de%20val%C3%Aancia%20%C3%A9,eletr%C3%B4nica%20ou%20pela%20tabela%20peri%C3%B3dica.&text=A%20camada%20de%20val%C3%Aancia%20%C3%A9%20a%20camada%20mais%20externa%20que,do%20n%C3%ACleo%20de%20um%20%C3%A1tomo>

. Acesso em: 09 jun 2022.

Estruturas de Lewis

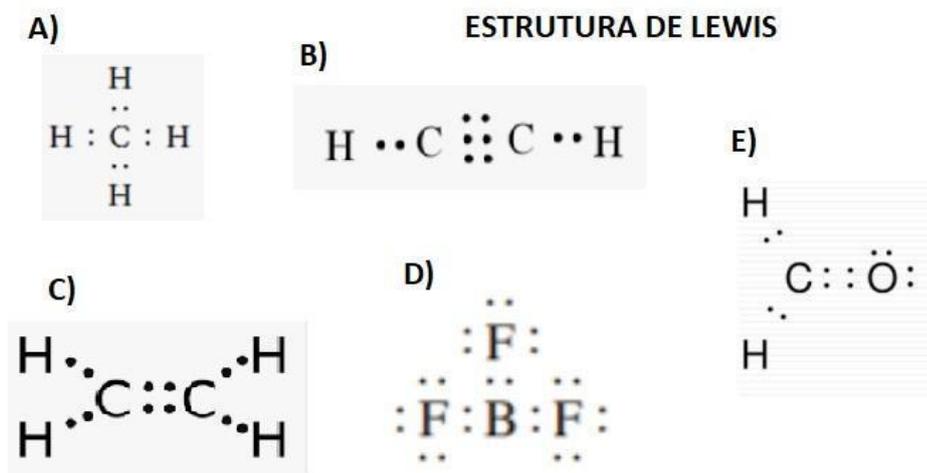
FERREIRA, Victor Ricardo. "Estruturas de Lewis"; Mundo Educação. Disponível em:

<https://mundoeducacao.uol.com.br/quimica/estruturas-de-lewis.htm>. Acesso em: 09 jun 2022.

### ➤ **ESTRUTURAS DE LEWIS**

A estrutura de Lewis, também, chamada de fórmula eletrônica, mostra a formação das ligações em uma molécula, assim como os átomos envolvidos e seus respectivos elétrons da camada de valência de cada um deles. Representada por pontos (.), ao redor do símbolo do átomo em questão. Essa fórmula mostra a quantidade de elétrons que estão organizados no último nível do átomo, também chamada de camada de valência.

Exemplos:



Fonte: <https://brainly.com.br/tarefa/30091164> . Acesso em: 28 de jun. 2022.

## Eletrosfera

Constituída por 7 níveis de energia (camada, órbitas), numerados de 1 a 7 (IUPAC).

Cada nível permite um máximo de elétrons:

Nível	1	2	3	4	5	6	7
Máximo de elétrons	2	8	18	32	32	18	8

Os níveis são divididos em até 4 subníveis: **s, p, d, f**

Cada subnível suporta um máximo de elétrons:

Subnível	s	p	d	f
Máximo de elétrons	2	6	10	14

## Distribuição eletrônica

Demonstra como os elétrons estão inseridos nos níveis e subníveis do átomo.

Os elétrons são distribuídos nos níveis e subníveis, segundo uma ordem crescente de energia descrita num diagrama conhecido como Diagrama de Linus Pauling:

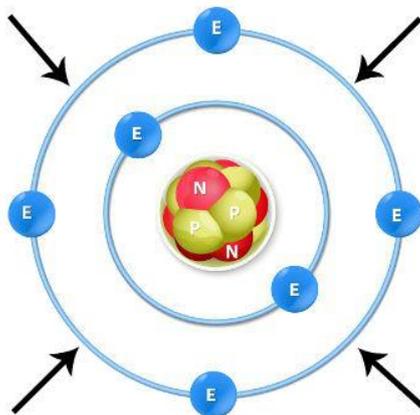
		2	6	10	14
		s	p	d	f
2	1	<del>1s</del>			
8	2	<del>2s</del>	<del>2p</del>		
18	3	<del>3s</del>	<del>3p</del>	<del>3d</del>	
32	4	<del>4s</del>	<del>4p</del>	<del>4d</del>	<del>4f</del>
32	5	<del>5s</del>	<del>5p</del>	<del>5d</del>	<del>5f</del>
18	6	<del>6s</del>	<del>6p</del>	<del>6d</del>	
8	7	<del>7s</del>	<del>7p</del>		

Fonte: <https://tecnoprof.com.br/mdq-obrig/> . Acesso em: 28 de jun. de 2022.

### A camada de valência

A camada de valência é o nível mais afastado do núcleo de um átomo e pode ser determinada, por meio de distribuição eletrônica ou pela tabela periódica.

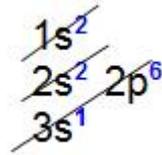
Indicação da camada de valência de um átomo de carbono



Fonte: <https://tecnoprof.com.br/mdq-obrig/> . Acesso em: 28 de jun. de 2022.

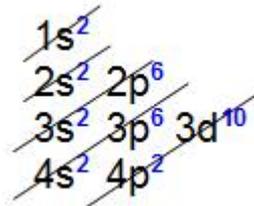
Veja os exemplos, a seguir:

**Exemplo 1:** Átomo de sódio ( ${}_{11}\text{Na}$ )



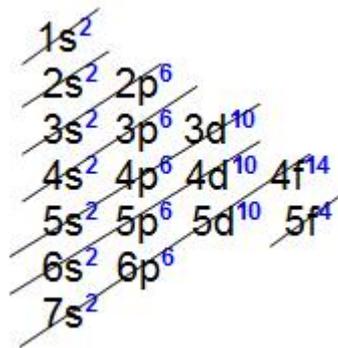
Analisando a distribuição eletrônica acima, é possível constatar que a camada de valência (o nível mais afastado do núcleo) é o terceiro nível e apresenta um elétron (no subnível s).

**Exemplo 2:** Átomo de germânio ( ${}_{32}\text{Ge}$ )



Analisando a distribuição acima, é possível constatar que a camada de valência (nível mais afastado do núcleo) é o quarto nível e possui quatro elétrons (nos subníveis s e p).

**Exemplo 3:** Átomo de urânio ( ${}_{92}\text{U}$ )



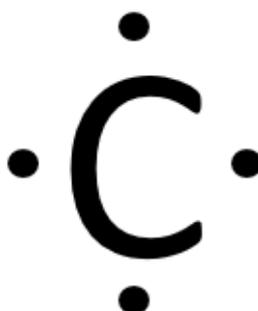
Analisando a distribuição eletrônica do urânio, é possível constatar que a camada de valência é o sétimo nível e apresenta dois elétrons (no subnível s).

**Como desenhar estruturas de Lewis**

Os símbolos são uma representação da distribuição dos elétrons de valência para cada átomo. Usando o passo a passo descrito, anteriormente, e os símbolos, vamos representar a estruturas de Lewis para o metano, de fórmula molecular CH<sub>4</sub>.

1. Determinar o número de elétrons de valência de cada átomo.

C → 4 e<sup>-</sup> na camada de valência



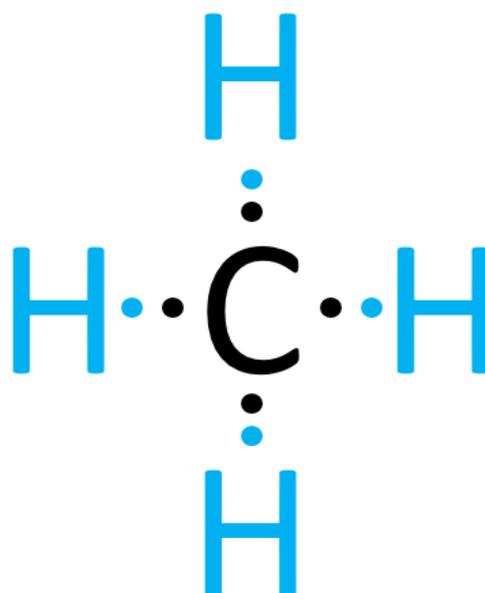
Fonte: autores 2022.

H → 1 e<sup>-</sup> na camada de valência



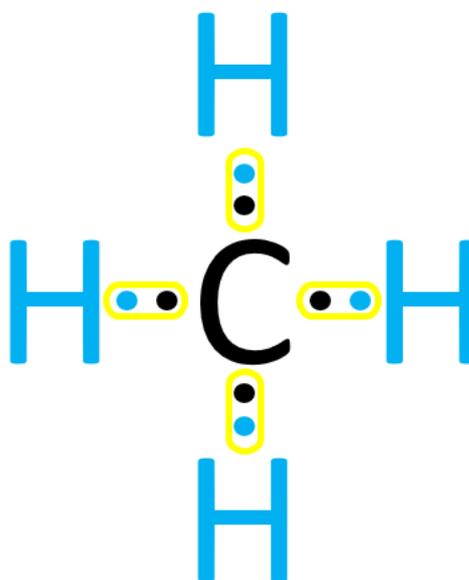
Fonte: autores 2022.

2. Determinar a posição dos átomos na estrutura: o hidrogênio fica na extremidade por ser monovalente.



Fonte: autores 2022.

3. Compartilhar os pares de elétrons dos átomos ao redor do átomo central, completando o octeto.



Fonte: autores 2022.



## SUGESTÃO DE ATIVIDADE

**QUESTÃO 1** Escreva a fórmula eletrônica da água ( $\text{H}_2\text{O}$ ) e da água oxigenada ( $\text{H}_2\text{O}_2$ ).

---

---

---

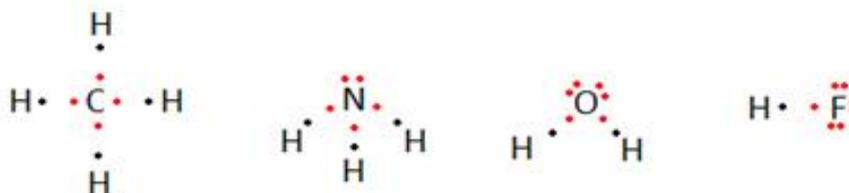
---

**QUESTÃO 2** Considere dois elementos, A e B, com números atômicos 6 e 8. Qual será a fórmula eletrônica de Lewis e o tipo de ligação para o composto formado entre esses elementos?

**QUESTÃO 3** Escreva as fórmulas de Lewis dos seguintes compostos:



**QUESTÃO 4** (Unicamp-SP) Observe as seguintes fórmulas eletrônicas (fórmulas de Lewis):



Consulte a classificação periódica e escreva fórmulas eletrônicas das moléculas formadas pelos seguintes elementos:



- b. Enxofre e hidrogênio –
- c. Flúor e carbono -

**QUESTÃO 5** (Vunesp-SP) P e Cl têm, respectivamente, 5 e 7 elétrons na camada de valência.

- a. Escreva a fórmula de Lewis do tricloreto de fósforo.
- b. Qual é o tipo de ligação formada?

**QUESTÃO 6** (Fuvest-SP) Considere o elemento cloro formando compostos com, respectivamente, hidrogênio, carbono, sódio e cálcio.

- a. Com quais desses elementos o cloro forma compostos covalentes?
- b. Qual a fórmula eletrônica de um dos compostos covalentes formados?
- c.

### GABARITO

**QUESTÃO 1** O hidrogênio é da família 1A ou 1 da Tabela Periódica e apresenta 1 elétron na camada de valência, precisando receber mais um elétron para ficar estável, pois ele possui apenas a camada K. Já o oxigênio é da família 6A ou 16 e apresenta 6 elétrons na camada de valência, precisando receber mais dois elétrons para ficar estável.

Assim, temos:

Fórmula eletrônica da água ( $H_2O$ ):



Fórmula eletrônica da água ( $H_2O_2$ ):



Fonte: <https://exercicios.brasilecola.uol.com.br/exercicios-quimica/exercicios-sobre-formula-eletronica-lewis.htm> . Acesso em: 28 de jun. de 2022.

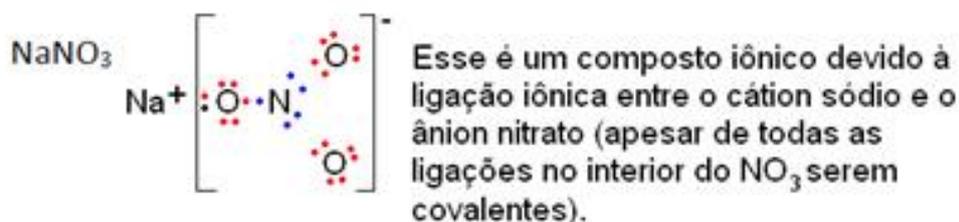
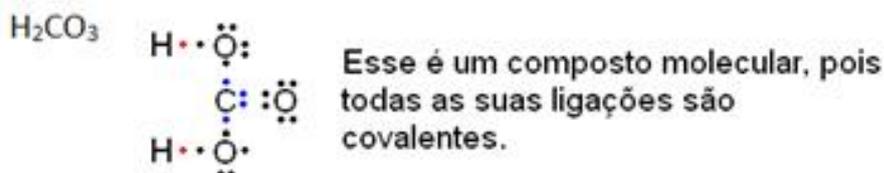
**QUESTÃO 2** Na Tabela Periódica temos que o elemento químico de número atômico 6 é o carbono, cuja distribuição eletrônica é 2 – 4; e o elemento de número atômico 8 é o oxigênio, que tem a seguinte distribuição eletrônica: 2 – 6. Sendo assim, o carbono precisa receber 4 elétrons e o oxigênio precisa receber 2 elétrons para ficarem estáveis. Sua fórmula eletrônica é dada por:



Fonte: <https://exercicios.brasilecola.uol.com.br/exercicios-quimica/exercicios-sobre-formula-eletronica-lewis.htm> . Acesso em: 28 de jun. de 2022.

Essa é uma ligação covalente simples.

### QUESTÃO 3



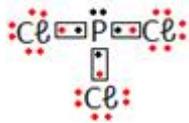
Fonte: <https://exercicios.brasilecola.uol.com.br/exercicios-quimica/exercicios-sobre-formula-eletronica-lewis.htm> . Acesso em: 28 de jun. de 2022.

### QUESTÃO 4

- a) Fósforo e hidrogênio:
- 
- b) Enxofre e hidrogênio:
- 
- c) Flúor e carbono:
- 

Fonte: <https://exercicios.brasilecola.uol.com.br/exercicios-quimica/exercicios-sobre-formula-eletronica-lewis.htm> . Acesso em: 28 de jun. de 2022.

### QUESTÃO 5



a)

Fonte: <https://exercicios.brasilecola.uol.com.br/exercicios-quimica/exercicios-sobre-formula-eletronica-lewis.htm> . Acesso em: 28 de jun. de 2022.

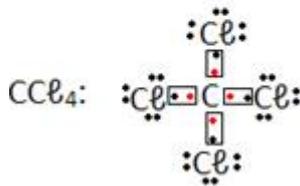
b) Ligação covalente simples.

### QUESTÃO 6

a. Hidrogênio e carbono.



b.



“Exercícios sobre a fórmula eletrônica de Lewis”. *Brasil Escola*. Disponível em: <https://exercicios.brasilecola.uol.com.br/exercicios-quimica/exercicios-sobre-formula-eletronica-lewis.htm>. Acesso em: 09 jun 2022.

## Nivelamento e Ampliação

### Aula semana 2

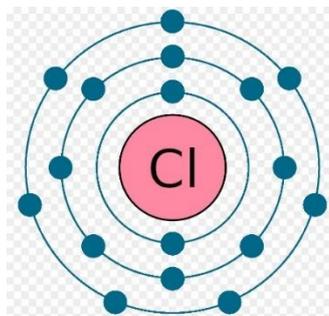
Sugestões de referência, para conhecer mais sobre a temática da aula.

FOGAÇA, Jennifer Rocha Vargas. "Fórmula Eletrônica de Lewis"; Brasil Escola. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/quimica/formula-eletronica-lewis.htm> . Acesso em: 09 de junho de 2022.

### ➤ **Fórmula Eletrônica de Lewis**

A fórmula eletrônica de Lewis mostra os elementos, o número de átomos envolvidos, os elétrons da camada de valência de cada átomo e a formação de pares eletrônicos.

Representação da camada de valência do cloro

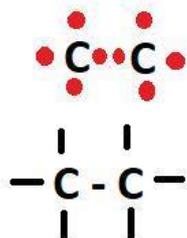


Fonte: <https://brasilecola.uol.com.br/quimica/formula-eletronica-lewis.htm> . Acesso em: 09 de junho de 2022.

O átomo de cloro possui sete elétrons na sua camada de valência, que são representados por sete pontos na fórmula eletrônica de Lewis.

Os átomos realizam as ligações químicas entre si, a fim de alcançar a estabilidade eletrônica. Para isso, compartilham elétrons através da ligação covalente ou através da ligação iônica, onde recebem ou doam elétrons, até que alcancem a configuração eletrônica semelhante a de um gás nobre (elemento estável que não tem a necessidade de se ligar a outros átomos).

E, para representar essas ligações, usamos as estruturas de Lewis.



**Estrutura de Lewis**

**Fórmula Estrutural**

Fonte: <https://brainly.com.br/tarefa/140498> . Acesso em: 09 de junho de 2022.

Cada elétron é representado por um ponto, que fica ao redor do símbolo do elemento químico correspondente. Apenas os elétrons da camada de valência é que ficam ao redor do elemento.

Para sabermos como determinar quantos elétrons tem na camada de valência, basta apenas relacionarmos o elemento a sua família da Tabela Periódica. Conforme demonstra a tabela, a seguir.

<b>Família da Tabela</b>	<b>Quantidade de elétrons na camada de valência</b>	<b>Exemplos (Modelo de Lewis)</b>
<b>Família 1 ou 1 A</b>	1	H• Li• Na• K•
<b>Família 2 ou 2 A</b>	2	•Be• •Mg• •Ca•
<b>Família 13 ou 3 A</b>	3	•B• •Al•
<b>Família 14 ou 4 A</b>	4	•C• •Si•
<b>Família 15 ou 5 A</b>	5	•N• •P•
<b>Família 16 ou 6 A</b>	6	•O• •S•
<b>Família 17 ou 7 A</b>	7	•F• •Cl•
<b>Família 18 ou 8 A</b>	2 ou 8	•He• •Ne• •Ar•

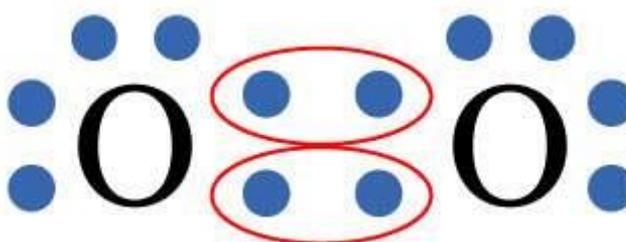
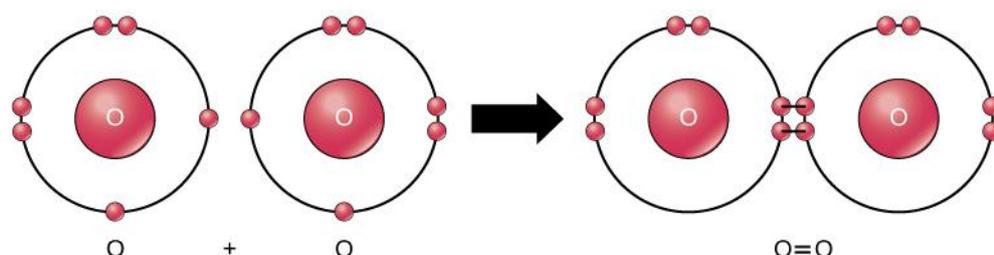
Fonte: disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/quimica/formula-eletronica-lewis.htm>. Acesso em: 09 jun. 2022.

Os símbolos são uma representação da distribuição dos elétrons de valência para cada átomo. Usando o passo a passo descrito, anteriormente, e os símbolos, vamos representar a estruturas de Lewis para os seguintes exemplos:

### Gás oxigênio: $O_2$

O oxigênio pertence à Família 16 A (antiga família 6 A) – calcogênio, possuindo assim 6 elétrons na sua camada de valência.

Ligação entre 2 átomos de oxigênio

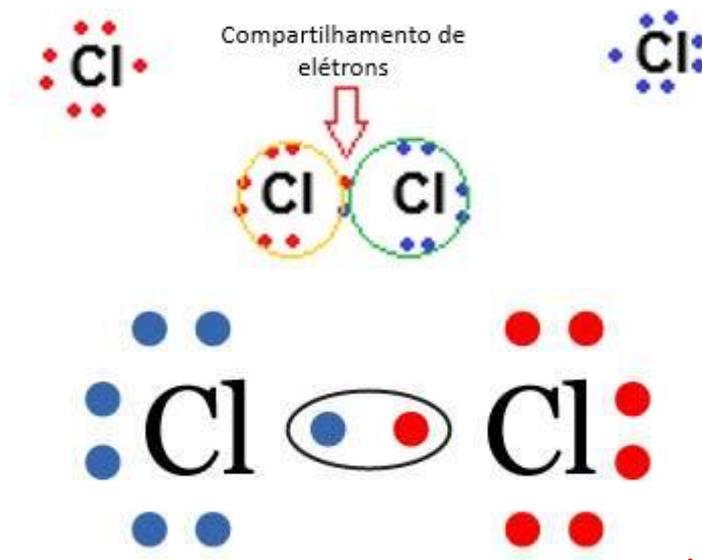


Fonte : <https://www.educamaisbrasil.com.br/enem/quimica/ligacao-covalente> . Acesso em : 28 de jun.de 2022.

### Gás Cloro: $Cl_2$

O cloro pertence à Família 17 A (antiga família 7 A) – halogênio, possuindo assim 7 elétrons na sua camada de valência.

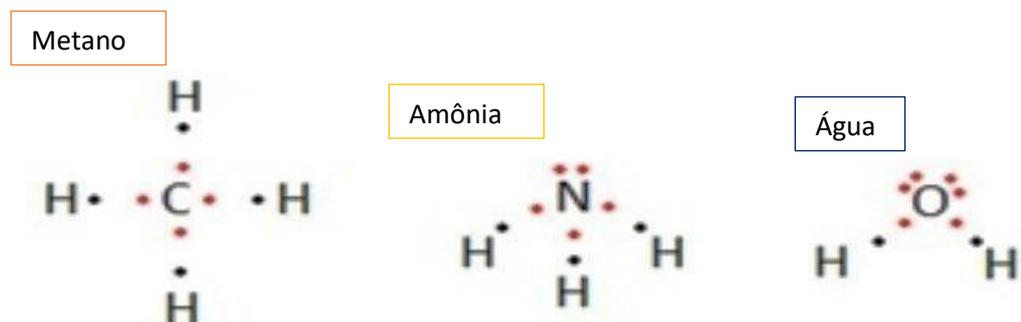
Ligação entre dois átomos de cloro



Fonte : <https://www.educamaisbrasil.com.br/enem/quimica/ligacao-covalente> .Acesso em : 28 de jun. de 2022.

Veja outros exemplos de fórmulas eletrônicas de substâncias moleculares, abaixo:

Fórmula eletrônica do metano, amônia e água



Fonte : <https://www.bionoculos.com.xn--bionoculos-86a.com/2018/12/a-ligacao-covalente-geralmente-e-feita.html> . Acesso em: 28 de jun. de 2022.



## SUGESTÃO DE ATIVIDADE

Observe a Tabela Periódica

Tabela periódica dos Elementos

1	H																	He
2	Li	Be										B	C	N	O	F		Ne
3	Na	Mg										Al	Si	P	S	Cl		Ar
4	K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
5	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mb	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe
6	Cs	Ba	57 - 71	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn
7	Fr	Ra	89 - 103	Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt	Ds	Rg	Cn	Nh	Fl	Mc	Lv	Ts	Og
	La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu			
	Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr			

Fonte: <https://tecnoprof.com.br/mdq-obrig/> . Acesso em: 28 de jun. de 2022.

Principais famílias:

Tabela Periódica dos Elementos

1	H																	18
2	Metals alcalinos	Metals alcalino-terrosos											Família do Boro	Família do Carbono	Família do Nitrogênio	Calcogênios	Halogênios	Gases Nobres
3			3	4	5	6	7	8	9	10	11	12						
4			Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn						
5			Y	Zr	Nb	Mb	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd						
6			57 - 71	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg						
7			89 - 103	Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt	Ds	Rg	Cn						
	La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu			
	Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr			

Fonte: <https://tecnoprof.com.br/mdq-obrig/> . Acesso em: 28 de jun. de 2022.

**QUESTÃO 1** Escolha 3 elementos das famílias: metal alcalino, metal alcaliterrosos, família do boro, família do carbono, calcogênio e halogênios, em seguida, escreva em seu caderno o símbolo do elemento escolhido com sua fórmula eletrônica.

---

---

---

---

---

---

---

**QUESTÃO 2** Usando a atividade 1 como suporte, divida a turma em grupos, distribua massinha de modelar colorida e, peça que representem na sua mesa as fórmulas eletrônicas das seguintes moléculas:

- (A) H<sub>2</sub>O
- (B) NH<sub>3</sub>
- (C) HF
- (D) CH<sub>4</sub>
- (E) N<sub>2</sub>

**OBSERVAÇÃO:** *Caso não tenha massinha você professor/a pode tornar essa atividade mais animada, fazendo massinha junto com a turma, a fim de que eles realizem a atividade 2. Não esqueça de pedir para eles/as tirarem fotos das estruturas montadas.*

#### SUGESTÕES DE RECEITAS DE MASSINHA DE MODELAR CASEIRA

##### Como fazer massinha de modelar de farinha de trigo

1. Separe uma vasilha

Em uma vasilha grande misture a farinha de trigo e o sal. Em seguida, adicione a água e o óleo.

## 2. Misture a massinha

Misture a massinha de modelar caseira até que todo o conteúdo forme uma massa homogênea. Se ficar muito mole você pode adicionar mais farinha e, se, ainda, estiver seca e quebradiça adicione mais água.

## 3. Adicione o corante

O último ingrediente é o corante, você pode usar corantes alimentícios como o colorau. A quantidade de colorau que você colocar é que vai dar o tom mais avermelhado ou mais alaranjado da massinha. Se preferir pode fazer uma massinha branca sem adicionar nenhum corante.

## 4. Conserve na geladeira

Depois de feita, a massa de modelar pode ser conservada na geladeira em um pote fechado durante muito tempo. Outra vantagem da massinha caseira é que ela não adere à mão e tem um cheiro agradável. Podendo ser adicionado glitter na mistura, essências para dar um novo cheirinho, e até mesmo cremes corporais perfumados que darão uma nova textura para a mistura.

## **Como fazer massinha de modelar com suco em pó**

Se você não tem corante em casa, aprenda a deixar a massinha de modelar colorida com suco em pó. Veja, a seguir:

### 1. Escolha o suco com a cor desejada

Se você quer fazer massinhas coloridas para deixar a brincadeira ainda mais lúdica, use sucos em pó. Por exemplo, o suco de uva em pó vai deixar as massas de modelar roxinhas.

### 2. Adicione o pó

Ao contrário do corante, você não vai adicionar o suco por último. Siga a regra de secos primeiro e líquidos depois. Então, jogue o pozinho junto com a farinha de trigo e o sal.

### 3. Cuidado com alergias

Disponível em: <https://www.cleanipedia.com/br/familia/massa-de-modelar-aprenda-a-fazer-a-sua-massinha-em-casa.html> . Acesso em: 08 de jun. de 2022.

### Aula semana 3

Para essa atividade você professor/a precisará levar para a sala de aula bolinhas de isopor. Prepare diferentes tamanhos de bolinhas de isopor e pinte ou marque as bolinhas de isopor conforme as instruções, abaixo.

**Observação: caso não possa trabalhar com isopor, pode retirar da internet as imagens dos átomos, abaixo e, imprima para que nossos estudantes possam colorir de acordo com as cores indicadas.**

1. Com as bolinhas em mãos distribua 5 bolinhas, por grupo de alunos, de cada elemento químico indicado. Atente-se para nomeá-los de acordo com a figura. Se possível, procure manter a proporção de tamanho, para que seja mantido a relação de massa entre os elementos químicos de hidrogênio (H), oxigênio (O), carbono (C) e nitrogênio (N).



**Caso não tenham todas as cores, usem outros materiais para colorir as bolinhas.**

2. Logo, em seguida, leia para eles algumas regras que devem ser obedecidas nas ligações químicas destes átomos:

a. os átomos de hidrogênio podem fazer apenas uma única ligação, por elemento químico. Desta forma, apenas UMA conexão é possível com os palitos;

b. os átomos de oxigênio podem fazer duas ligações, por elemento químico. Sendo assim, até DUAS conexões são possíveis com os palitos;

c. os átomos de carbono podem fazer quatro ligações, por elemento químico. Sendo assim, até QUATRO conexões são possíveis com os palitos;

d. os átomos de nitrogênio podem fazer três ligações, por elemento químico. Sendo assim, até TRÊS conexões são possíveis com os palitos;

3. Dê exemplo de possíveis ligações

“amônia”: um átomo de Nitrogênio (N) [3 ligações] com três átomos de hidrogênio (H) [1 ligação cada].



### Guia para a investigação química das moléculas.

1. Quais substâncias simples (de apenas um tipo de elemento químico) vocês conseguem formar?

---

---

---

---

Gabarito:  $O_2$ ,  $H_2$ ,  $N_2$

2. Dê exemplos de moléculas compostas que vocês conseguem formar.

---

---

---

---

Gabarito:  $NH_3$ ,  $CH_4$ ,  $CO_2$ ,  $CO$ ,  $H_2O$ , entre outros.

3. Monte e descreva quais são as moléculas envolvidas durante o processo de respiração do ser humano.

---

---

---

---

Gabarito: Os átomos do elemento oxigênio, utilizados pelos seres vivos, encontram-se combinados dois a dois, constituindo o gás oxigênio  $O_2$ , um dos componentes da atmosfera de nosso planeta, ou associados ao hidrogênio constituindo a água ou, ainda, na forma de  $CO_2$ .

4. O peróxido de hidrogênio é composto por dois átomos de hidrogênio e dois de oxigênio. A água é composta por dois átomos de hidrogênio e um de oxigênio. Como é possível estas ligações? Monte as configurações moleculares utilizando as bolinhas.

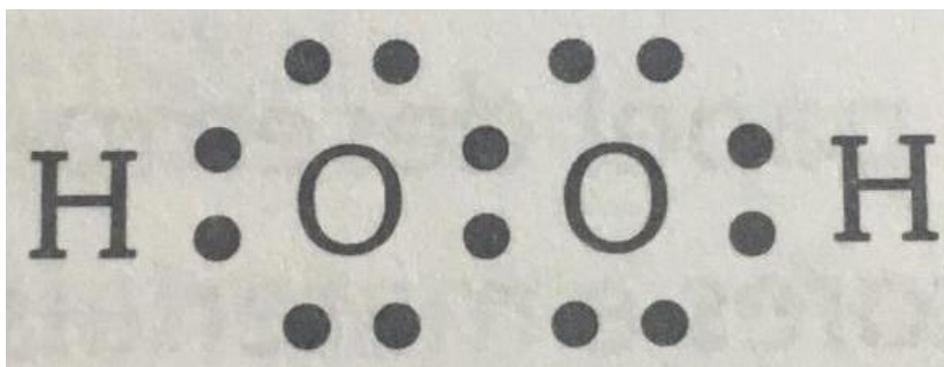
---

---

---

---

Gabarito: **Peróxido** é qualquer de uma classe de compostos químicos em que dois átomos de **oxigênio** estão ligados entre si por uma única **ligação** covalente.



Circule pelos grupos auxiliando-os e corrigindo conceitos.

Bom trabalho!



## Referências

4. ATKINS, Peter; JONES, Loretta; LAVERMAN, Leroy. **Princípios de Química: Questionando a Vida Moderna e o Meio Ambiente**. Bookman editora, 2018.
5. DIAS, Diogo Lopes. "Camada de Valência". Mundo Educação. Disponível em: <https://mundoeducacao.uol.com.br/quimica/camada-valencia.htm#:~:text=A%20camada%20de%20val%C3%Aancia%20%C3%A9,eletr%C3%B4nica%20ou%20pela%20tabela%20peri%C3%B3dica.&text=A%20camada%20de%20val%C3%Aancia%20%C3%A9%20a%20camada%20mais%20externa%20que,do%20n%C3%ACleo%20de%20um%20%C3%A1tomo> . Acesso em: 09 jun. 2022.
6. Equipe Cleanipedia. **Como fazer massinha caseira de farinha de trigo**. Disponível em: <https://www.cleanipedia.com/br/familia/massa-de-modelar-aprenda-a-fazer-a-sua-massinha-em-casa.html> . Acesso em: 08 jun. 2022.
7. **"Exercícios sobre a fórmula eletrônica de Lewis"**. Brasil Escola. Disponível em: <https://exercicios.brasilecola.uol.com.br/exercicios-quimica/exercicios-sobre-formula-eletronica-lewis.htm>. Acesso em: 09 jun. 2022.
8. FERREIRA, Victor Ricardo. **"Estruturas de Lewis"**. Mundo Educação. Disponível em: <https://mundoeducacao.uol.com.br/quimica/estruturas-de-lewis.htm>. Acesso em: 09 jun. 2022.
9. FOGAÇA, Jennifer Rocha Vargas. **"Fórmula Eletrônica de Lewis"**; Brasil Escola. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/quimica/formula-eletronica-lewis.htm>. Acesso em: 09 jun. 2022.
10. USBERCO, João; SALVADOR, Edgard. **Química**. Volume Único. 9ª edição. São Paulo: Editora Saraiva. ISBN: 978-85-02-21057-5

# Módulo 2

## Trabalho

### **Competência específica 1**

Analisar fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas interações e relações entre matéria e energia, para propor ações individuais e coletivas que aperfeiçoem processos produtivos, minimizem impactos socioambientais e melhorem as condições de vida em âmbito local, regional e global.

### **Habilidade da BNCC**

(EM13CNT101) Analisar e representar, com ou sem o uso de aplicativos ou dispositivos digitais específicos, as transformações e conservações em sistemas que envolvam quantidade de matéria, de energia e de movimento para realizar previsões sobre seus comportamentos em situações cotidianas e em processos produtivos que priorizem o desenvolvimento sustentável, o uso consciente dos recursos naturais e a preservação da vida em todas as suas formas.

### **Objetivo de aprendizagem do DC-GOEM**

(GO-EMCNT101A) Compreender a definição de trabalho empregando seu conceito em situações cotidianas para descrever energia do ponto de vista das Ciências da Natureza.

### **Objetos de conhecimento**

Trabalho e energia

### **Descritor SAEB**

Reconhecer características, grandezas e representações associadas ao movimento dos corpos.

### 1. Definição do Trabalho

Quando uma força age sobre um objeto para causar um deslocamento, diz-se que foi realizado trabalho sobre o objeto. Existem três ingredientes-chave para o trabalho - força, deslocamento e causa. Para que uma força se qualifique como tendo realizado trabalho sobre um objeto, deve haver um deslocamento. Há vários bons exemplos de trabalho que podem ser observados na vida cotidiana - um cavalo puxando um arado pelo campo, um pai empurrando um carrinho de supermercado pelo corredor de uma mercearia, um calouro levantando uma mochila cheia de livros no ombro, um levantador de peso levantando uma barra acima de sua cabeça, um atleta olímpico. Em cada caso descrito aqui, há uma força exercida sobre um objeto para fazer com que esse objeto seja deslocado.



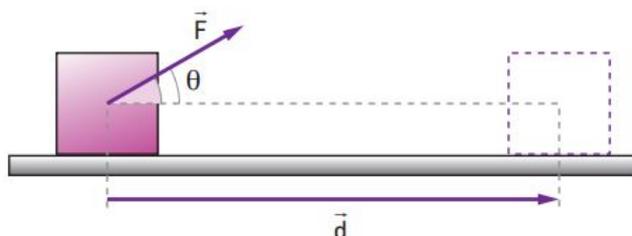
Fonte: <https://trabalhosparaescola.com.br/trabalho-fisica/>. Acesso em: 15/06/2022.

### 2. Equação de trabalho

Matematicamente, o trabalho pode ser expresso pela seguinte equação.

$$W = F.d.\cos \Theta$$

Onde  $F$  é a força,  $d$  é o deslocamento e o ângulo (teta) é definido como o ângulo entre o vetor força e o vetor deslocamento. Talvez o aspecto mais difícil da equação acima seja o ângulo "teta". O ângulo não é um ângulo qualquer, mas sim um ângulo muito específico. Veja a figura, abaixo.



Fonte: <https://www.coladaweb.com/fisica/mecanica/trabalho-mecanica>. Acesso: 16/06/2022.

### 3. Unidades de Trabalho

Sempre que uma nova quantidade é introduzida na física, as unidades métricas padrão associadas a essa quantidade são discutidas. No caso do trabalho, a unidade métrica padrão é o joule. Um joule é equivalente a um newton de força causando um deslocamento de um metro. O joule é a unidade de trabalho.

$$1 \text{ joule} = 1 \text{ newton} \cdot 1 \text{ metro}$$

$$1\text{J} = 1\text{N}\cdot\text{m}$$



#### SAIBA MAIS

Trabalhamos todos os dias. O trabalho que fazemos consome calorias, deveríamos dizer joules, mas quanto joules (ou calorias) seriam consumidos por várias atividades?

No link, abaixo você pode investigar a quantidade de trabalho que seria feito para correr, caminhar ou andar de bicicleta, por um determinado período de tempo em um ritmo especificado.

<https://caloriaspordia.com/resultados-tdee/?sexo=m&idade=42&peso=85&altura=170&atividade=1.55&t=1653742680>



## SUGESTÃO DE ATIVIDADE

1-Leia as quatro afirmações a seguir e determine se elas representam ou não exemplos de trabalho.

a-Um professor aplica uma força a uma parede e fica exausto.

R. Não. Este não é um exemplo de trabalho. A parede não é deslocada. Uma força deve causar um deslocamento para que o trabalho seja realizado.

b-Um livro cai de uma mesa e chega ao chão.

R. Sim. Este é um exemplo de trabalho. Há uma força (gravidade) que atua sobre o livro que faz com que ele seja deslocado para baixo (ou seja, "queda").

c-Um garçom carrega uma bandeja cheia de refeições acima de sua cabeça por um braço esticado através da sala em velocidade constante.

R. Não. Este não é um exemplo de trabalho. Há uma força (o garçom empurra a bandeja para cima) e há um deslocamento (a bandeja é movida horizontalmente pela sala). No entanto, a força não causa o deslocamento. Para causar um deslocamento, deve haver uma componente de força na direção do deslocamento.

d-Um foguete acelera pelo espaço.

R. Sim. Este é um exemplo de trabalho. Existe uma força (os gases expelidos empurram o foguete) que faz com que o foguete seja deslocado pelo espaço.

2- João carrega uma mala de 200 N por três lances de escada (uma altura de 10,0 m) e então a empurra com uma força horizontal de 50,0 N a uma velocidade constante de 0,5 m/s por uma distância horizontal de 35,0 metros. Quanto trabalho João fez em sua mala durante todo esse movimento?

R. O trabalho total realizado é de 3750 J.

3- Qual é o trabalho realizado por uma força aplicada para levantar um bloco de 15 Newtons 3,0 metros verticalmente com velocidade constante?

R.  $W = 45$  joules.

## Referências

- 1 BONJORNO, J.R. *et al.* – **Física: história e cotidiano** - versão trigonometria, vol 3 - Eletricidade, Física Moderna – São Paulo: FTD, 2003.
- 2 SAMPAIO, J.L.; CALÇADA, C.S. - **Física**, volume único – São Paulo: Atual, 2008.
- 3 CARRON, W.; GUIMARAES, O.; **As Faces da Física**, volume único – 3ªEd., São Paulo: Moderna, 2006.
- 4 BRANCO, S. M.; **Energia e Meio Ambiente** - 2ª Ed., São Paulo, Moderna, 2004

# Módulo 3

## **Potência**

### **Competência específica 1**

Analisar fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas interações e relações entre matéria e energia, para propor ações individuais e coletivas que aperfeiçoem processos produtivos, minimizem impactos socioambientais e melhorem as condições de vida em âmbito local, regional e global.

### **Habilidade da BNCC (EM13CNT 101)**

Analisar e representar, com ou sem o uso de aplicativos ou dispositivos digitais específicos, as transformações e conservações em sistemas que envolvam quantidade de matéria, de energia

e de movimento para realizar previsões sobre seus comportamentos em situações cotidianas e em processos produtivos que priorizem o desenvolvimento sustentável, o uso consciente dos recursos naturais e a preservação da vida em todas as suas formas.

### **Objetivo de aprendizagem do DC - GOEM**

(GO - EMCNT101B) Definir o conceito de potência em situações da dinâmica, examinando experiências. simples para empregar em casos de eficiência de energia.

### **Objetos de conhecimento**

- Potência

### **Descritor SAEB**

- Identificar os diferentes tipos de energia, suas transferências e transformações em sistemas mecânicos.

## **Imersão Curricular**

### **1 Potência**

Em física, potência é a grandeza que determina a quantidade de energia concedida por uma fonte a cada unidade de tempo. Em outros termos, potência é a rapidez com a qual uma certa quantidade de energia é transformada ou é a rapidez com que o trabalho é realizado. Sua unidade no Sistema Internacional de Unidades é o watt.

Em outros ramos, como na engenharia, a compreensão sobre o assunto potência é de grande relevância, dado que quando um engenheiro vai projetar uma máquina, na ótica da engenharia, é importante definir o tempo mínimo no qual a máquina irá produzir trabalho, dando assim maior credibilidade do que se apenas a quantidade de trabalho que ela poderá realizar fosse especificada.

Potência é a taxa na qual o trabalho é realizado. É a relação trabalho/tempo. Matematicamente, é calculado usando a seguinte equação.

$$\text{Potência} = \text{Trabalho} / \text{tempo}$$

ou

$$P_{ot} = W / t$$



Fonte: Disponível em: <https://pxhere.com/pt/photo/1606790>. Acesso em: 16/06/2022

A unidade métrica padrão de potência é o watt. Como está implícito na equação da potência, uma unidade de potência é equivalente a uma unidade de trabalho dividida por uma unidade de tempo. Assim, um Watt é equivalente a um Joule/segundo. Por razões históricas, a potência é ocasionalmente, usada para descrever a potência fornecida por uma máquina. Um cavalo-vapor equivale a aproximadamente 750 watts.



## SUGESTÃO DE ATIVIDADE

Use sua compreensão de trabalho e potência para responder às seguintes perguntas.

1. Um esquilo cansado (massa de aproximadamente 1 kg) faz flexões aplicando uma força para elevar seu centro de massa em 5 cm para realizar apenas 0,50 Joules de trabalho. Se o esquilo cansado fizer todo esse trabalho em 2 segundos, determine sua potência.

R.  $P = 0,25$  watts

2. Ao fazer uma barra fixa, uma estudante de física levanta seu corpo de 42,0 kg a uma distância de 0,25 metros em 2 segundos. Qual é a potência fornecida pelo bíceps do aluno?

R.  $P = 51,5 \text{ watts}$  (arredondado)

3. Um homem comeu uma refeição que totalizou 600 Kcal. Ao se exercitar, o indivíduo só conseguiu queimar a energia adquirida com a refeição depois de 6 h de atividade. Determine a potência aproximada desenvolvida pelo homem em W.

Dados: 1 cal = 4J; 1 h = 3600 s; 1 Kcal = 1000 cal.

a) 102

b) 122

c) 152

d) 202

e) 112

R. e



## SAIBA MAIS

Qual o significado de potência mecânica? Como é medida essa potência?

No link abaixo o professor Marcelo Alves fala sobre o assunto.

<https://www.youtube.com/watch?v=objlr0eQIWQ>

## Referências

- 1 BONJORNO, J.R. *et al.* – **Física: história e cotidiano** - versão trigonometria, vol 3 - Eletricidade, Física Moderna – São Paulo: FTD, 2003.
- 2 SAMPAIO, J.L.; CALÇADA, C.S. - **Física**, volume único – São Paulo: Atual, 2008.
- 3 CARRON, W.; GUIMARAES, O.; **As Faces da Física**, volume único – 3ªEd., São Paulo: Moderna, 2006.
- 4 BRANCO, S. M.; **Energia e Meio Ambiente** - 2ª Ed., São Paulo, Moderna, 2004

# Módulo 4

## Metabolismo energético celular

### **Competência específica 2**

Analisar e utilizar interpretações sobre a dinâmica da Vida, da Terra e do Cosmos para elaborar argumentos, realizar previsões sobre o funcionamento e a evolução dos seres vivos e do Universo, e fundamentar e defender decisões éticas e responsáveis.

### **Habilidade da BNCC**

(EM13CNT203) Avaliar e prever efeitos de intervenções nos ecossistemas, e seus impactos nos seres vivos e no corpo humano, com base nos mecanismos de manutenção da vida, nos ciclos da matéria e nas transformações e transferências de energia, utilizando representações e simulações sobre tais fatores, com ou sem o uso de dispositivos e aplicativos digitais (como softwares de simulação e de realidade virtual, entre outros).

### **Objetivo de aprendizagem do DC-GOEM**

(GO-EMCNT203H) Compreender os processos energéticos celulares (respiração, fotossíntese, fermentação, quimiossíntese), analisando seus aspectos físicos, químicos e biológicos para relacioná-los à transformação e transferência de energia nos mecanismos de manutenção da vida.

### **Objeto(s) de conhecimento**

Metabolismo celular

### **Descritor Saeb**

- Identificar os processos de intervenção humana no meio ambiente.

### **Outros descritores relacionados**

- Identificar os processos relacionados à disponibilização de energia nos organismos vivos.

- Reconhecer o sol como fonte primária de energia das plantas e as sucessivas transformações dessa energia nos ecossistemas.

## Imersão Curricular

Este módulo e os demais propostos nesta apostila da 1ª série, para o 3º bimestre tem como foco um mesmo tema: Energia.

Este é um conceito muito importante dentro das Ciências da Natureza, considerado sob diferentes perspectivas dentro dos componentes Física, Química e Biologia.

Na Física a Energia representa a capacidade de produção de trabalho, enquanto para a Biologia e a Química, este conceito pode ser entendido como aquilo que deriva do trabalho, originando e mantendo a vida e seus processos, sob a perspectiva de todas as reações químicas envolvidas no metabolismo celular.

Desde a sua fonte primária, o Sol, passando por diversas formas de transformação, armazenamento e dissipação, a Energia atravessa os diversos sistemas físicos, químicos e biológicos. Por isso, tamanha a importância deste tema que aqui será estudado na perspectiva do componente Biologia, considerando-se possíveis abordagens interdisciplinares que possibilitarão uma compreensão mais ampla deste conceito, que, como já mencionado, conecta diferentes campos do conhecimento e precisa ser entendido para que processos complexos do cotidiano sejam elucidados.

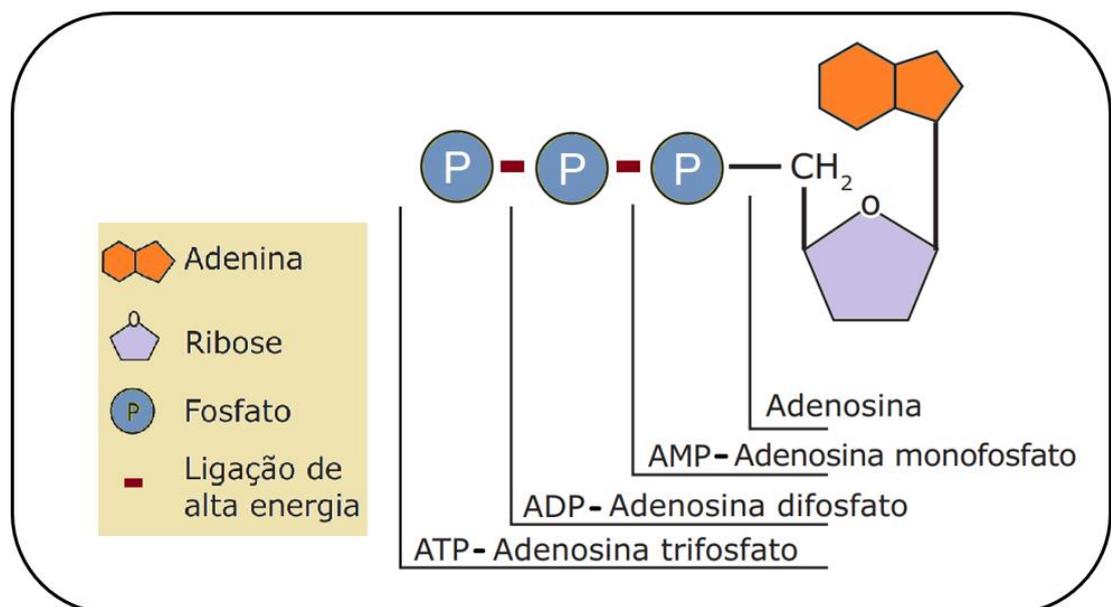
Do Sol à célula e, desta, ao ambiente, seguiremos os caminhos da Energia em seus diversos fluxos.

### 1. Metabolismo energético da célula

O metabolismo energético da célula consiste na quebra de moléculas, como, por exemplo, a glicose, em reações que liberam energia na forma de calor, ou seja, exotérmicas, entretanto, parte dessa energia é armazenada antes de se perder totalmente. Para que isso ocorra, as células utilizam moléculas especiais, capazes de armazenar energia em suas ligações

químicas e, quando necessário, transferi-la para qualquer atividade na qual seja necessária. Esta substância que armazena energia nas células é o ATP. Esta é uma molécula importantíssima que funciona como uma “moeda energética”. Conforme a atividade metabólica, poderá ocorrer um gasto maior ou menor de energia. Assim, conforme a reação, haverá nas células uma degradação de um número maior ou menor de moléculas de ATP, sempre que a célula necessitar.

*Fórmula estrutural do ATP – Adenosina trifosfato. A adenosina é chamada de nucleosídeo, que é resultante da união da base nitrogenada adenina com o açúcar (pentose) ribose. Quando a adenosina se liga a apenas um grupo fosfato, forma-se o AMP (adenosina monofosfato); quando se liga a dois grupos fosfatos, há a formação de ADP (adenosina difosfato); quando se liga a três grupos fosfatos, forma-se o ATP. Nas ligações químicas do ATP, em especial nas ligações entre os grupos fosfatos, fica armazenada a energia que será utilizada nas atividades celulares. Assim, o ATP é a fonte imediata de energia para o trabalho celular.*



Fonte: elaborado pelos autores, 2022.

Geralmente, a energia utilizada no metabolismo celular vem da quebra do ATP em ADP (adenosina difosfato), em casos de extrema necessidade, a célula faz a degradação do ADP em AMP (adenosina monofosfato). No metabolismo celular normal, moléculas de ATP estão continuamente sendo degradadas em ADP + Pi (fosfato inorgânico), liberando energia para todas as atividades. Por fim, usando a energia proveniente, principalmente, da respiração celular, moléculas de ATP são constantemente reconstruídas a partir da adição de um grupo fosfato ao ADP.

Caso ocorra a remoção do fosfato, cujo processo é uma reação chamada desfosforilação, ocorre a liberação de energia. Então, de maneira resumida, podemos afirmar que o metabolismo da célula se utiliza da constante quebra (catabolismo) e formação (anabolismo) de ligações químicas para a obtenção de energia.



## ATIVIDADE INTEGRADORA

Leia o texto adaptado, abaixo que, originalmente, compõe parte de um artigo escrito pelo Químico da UFRJ, Ricardo Moreira Chaloub, e publicado pela revista Ciência Hoje. Depois desenvolvam a atividade de acordo com as orientações que vêm logo a seguir:

### TEXTO:

#### Fotossíntese

A existência da vida (1) requer um suprimento contínuo de energia (2). A todo instante, em nosso corpo, células trocam substâncias com o meio em que se encontram; neurônios emitem e recebem informações; nossos músculos nos auxiliam nos mais variados tipos de movimento; células se multiplicam; o sistema imune combate invasores; danos são reparados... Em cada um desses processos, há a realização de trabalho (3), que só ocorre à custa de fornecimento de energia. Entre as diferentes fontes de energia disponíveis no ambiente, os seres vivos utilizam a química e a luminosa. Cabe ressaltar que todo o nosso alimento (4), o combustível fóssil e o combustível biológico (biomassa) são resultantes da fotossíntese (5) ocorrida tanto no passado quanto no presente.

Enquanto o termo fotossíntese significa literalmente a síntese ou construção pela luz (6), a fotossíntese é responsável pela transformação da energia eletromagnética (7) (luminosa) em energia química (8). Na biosfera (9), há seis elementos (10) que são denominados 'ingredientes da vida': hidrogênio, carbono, oxigênio, nitrogênio, fósforo e enxofre (H, C, O, N, P e S). Com exceção do fósforo, esses elementos são incorporados ao nosso organismo (11) na forma reduzida, ou seja, na qual seus átomos (12) receberam um ou mais elétrons. Quando isso ocorre, diz-se tecnicamente que os átomos sofreram uma redução

(13). Quando o átomo perde um ou mais elétrons, ocorre a oxidação (14) – a ferrugem, por exemplo, é um tipo bem comum de oxidação.

Em última análise, podemos pensar na fotossíntese como um processo que usa energia solar para fornecer os elétrons necessários para reduzir os elementos químicos que fazem parte de nossa lista de ‘ingredientes da vida’ e, assim, incorporá-los às moléculas (15) essenciais ao nosso organismo, como proteínas, lipídios (gorduras), polissacarídeos (açúcares) e ácidos nucleicos (RNA e DNA). Como os organismos que realizam fotossíntese (vegetais, macro e microalgas, cianobactérias e quatro famílias de bactérias) proporcionam matéria orgânica para todos os outros organismos de um ecossistema (16), eles são denominados ‘produtores primários’.

A atmosfera (17) primitiva da Terra era ligeiramente redutora. Continha gás carbônico (CO<sub>2</sub>), nitrogênio (N<sub>3</sub>), vapor d’água e, possivelmente, monóxido de carbono (CO) em quantidades significativas. Provavelmente, havia também metano (CH<sub>4</sub>), ácido sulfídrico (H<sub>2</sub>S) e amônia (NH<sub>3</sub>), mas em quantidades bem pequenas, e, quase certamente, pouquíssimo oxigênio, resultante da decomposição do vapor de água pela radiação ultravioleta.

A oxigenação da atmosfera iniciou-se há aproximadamente 2,4 bilhões de anos por meio da fotossíntese realizada por cianobactérias que passaram a utilizar a água como fonte de elétrons para reduzir os ‘ingredientes da vida’. Nos dias de hoje, a fotossíntese oxigênica é responsável por mais de 99,8% da produção primária global em nosso planeta.

Atualmente, nossa atmosfera é transparente apenas a uma pequena fração da radiação eletromagnética emitida pelo Sol. Ao nível do mar, essa radiação corresponde a cerca de 9% na região do ultravioleta, a 51% na região do infravermelho – calor (18) – e a 40% na região do visível. Esta última fração é a usada na fotossíntese e, por isso, denominada PAR (sigla, em inglês, para radiação fotossinteticamente ativa).

O uso da luz visível como fonte de energia requer a presença de pigmentos fotossinteticamente ativos, como a clorofila (19), capazes de absorver luz, de transferir a energia absorvida e iniciar as reações envolvidas na fotossíntese, nas quais ocorre a transferência de elétrons, resultando na oxidação e na redução.

[...]

Há 2,4 bilhões de anos, a grande ‘invenção’ das cianobactérias (20) foi a utilização da água como fonte de elétrons para repor os que forem perdidos pela clorofila-a [...]

HALOUB, R. M. Fotossíntese. *Ciência Hoje*, Rio de Janeiro, 13 nov. 2015. Disponível em: <http://cienciahoje.org.br/artigo/fotossintese/>. Acesso em: 6 jun. 2022.

## **ATIVIDADE PRÁTICA**

**Tempo estimado: 1 aula (50 min)**

### **Materiais:**

- Papel cortado em cartões
- Canetinhas
- Giz/caneta marcadora de quadro branco
- Quadro/lousa (quadro branco)
- Fita adesiva
- Internet sem fio (Wi-fi)
- Aparelhos com conexão à internet (para pesquisa)

### **Desenvolvimento:**

Após a leitura do texto, em grupos, pesquisem os conceitos sublinhados e numerados de 1 a 20 no texto. Os vinte conceitos podem ser divididos entre os grupos formados, de maneira que cada grupo pesquise ao menos quatro conceitos diferentes.

Considerando “Fotossíntese” como o conceito principal, exponha-o no quadro/lousa (por escrito ou fixado em cartão).

Cada grupo poderá ir à frente e apresentar seus conceitos, explicando-os aos demais estudantes e fixando-os também ao quadro/lousa.

Depois que todos os conceitos forem apresentados e fixados à frente da turma, o/a professor/a, poderá mediar uma reorganização dos conceitos em torno do tema central (fotossíntese) de maneira que organize os conhecimentos em forma de um mapa mental, explicando as ideias apresentadas no texto lido (os cartões podem ser rearranjados no quadro/lousa e as conexões entre eles feitas por traços de giz ou caneta marcadora).

Ao final, os conceitos podem ser destacados e reagrupados de acordo com suas afinidades aos componentes Física, Química e Biologia, para que seja percebida a contribuição de cada um destes campos de estudo na compreensão de fenômenos complexos (como o processo de fotossíntese) do cotidiano.

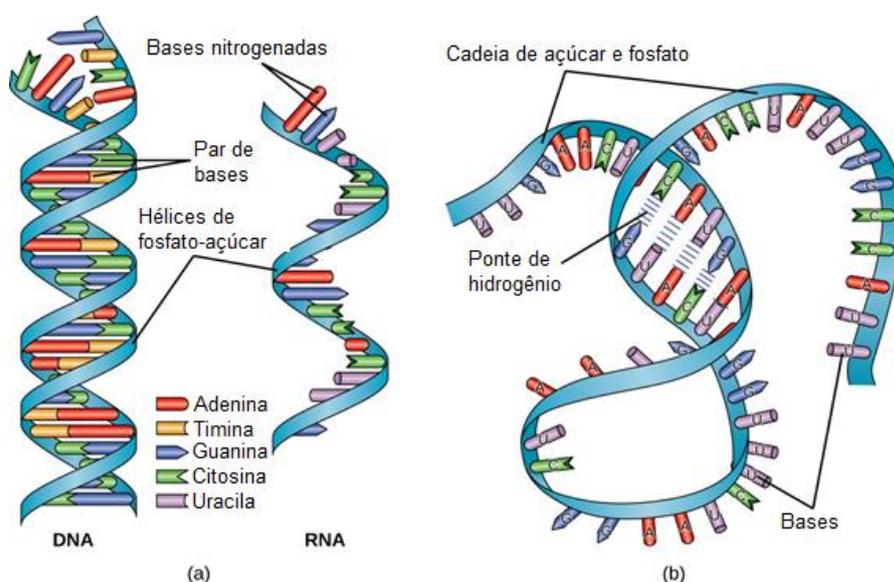


## SAIBA MAIS

A molécula de ATP é de natureza nucleotídica, assim como as moléculas de DNA (ácido desoxirribonucleico) e RNA (ácido ribonucleico) que são macromoléculas muito importantes para os seres vivos, estando relacionadas ao armazenamento de informações relacionadas tanto ao controle do metabolismo quanto à transmissão de características hereditárias.

Estas moléculas são denominadas ácidos nucleicos, que são substâncias formadas por macromoléculas resultantes da união de vários nucleotídeos. São, portanto, exemplos de polinucleotídeos.

Para saber mais sobre as estruturas e funções destas moléculas vitais acesse o material digital intitulado “Ácidos nucleicos”, produzido por Khan Academy (org.), disponível em: <https://pt.khanacademy.org/science/9-ano/vida-e-evolucao-genetica/os-acidos-nucleicos/a/nucleic-acids> . Acesso em: 6 jun 2022.



Fonte: Course Hero. Disponível em: <https://bityli.com/qDHNzY>. Acesso em jun 2022.

*Existem dois tipos de ácidos nucleicos: DNA e RNA (a). O DNA é uma macromolécula de cadeia dupla em espiral, enquanto que o RNA é formado por uma cadeia simples que pode se dobrar formando ligações ao longo de sua estrutura linear (b). Estas ligações determinarão os tipos de RNA a serem formados. De modo geral, as*

*cadeias dos ácidos nucleicos se pareiam através de ligações químicas fracas, chamadas de pontes de hidrogênio, entre as bases nitrogenadas que compõem as cadeias de açúcar e fosfato. As bases nitrogenadas que estão presentes tanto no DNA quanto no RNA são adenina (A), guanina (G) e citosina (C). A base timina (T) está presente apenas no DNA e a base uracila (U) apenas no RNA. As ligações entre elas são específicas, podendo formar os seguintes pares: A-T (DNA); C-G (DNA e RNA); A-U (RNA).*

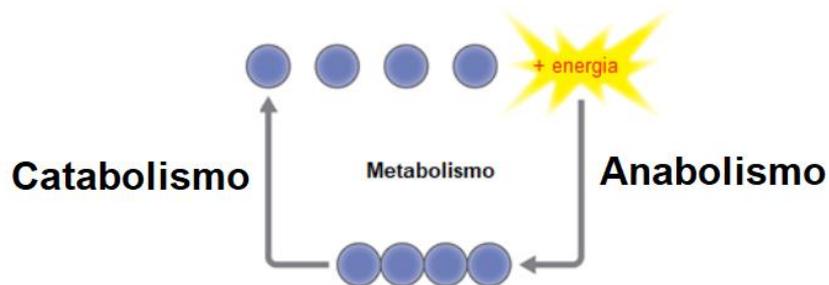
## **1.1. Anabolismo e catabolismo**

Chamamos de metabolismo o conjunto das atividades físicas e químicas que acontecem de forma integrada e promovem as transformações da matéria e da energia nos sistemas vivos. É dentro dos seres vivos, especificamente, nas células, que as transformações da matéria e da energia ocorrem com maior intensidade por meio da quebra e da construção de moléculas. Sendo assim, podemos dividir o metabolismo em dois processos: o catabolismo e o anabolismo.

- Catabolismo: transformação de moléculas complexas em moléculas mais simples, menos energéticas, com a liberação de energia (reações exergônicas). Exemplo: alimentos contendo moléculas de carboidratos que são ingeridas e catabolizadas no corpo (através do sistema digestório) em moléculas mais simples, como a glicose, ocorrendo liberação de energia durante este processo. O catabolismo, também, realiza reações oxidativas, como por exemplo a degradação de proteínas a produtos como a ureia.

- Anabolismo: agora o contrário, ou seja, há a transformação de moléculas simples em moléculas mais complexas e mais energéticas. Neste processo há o gasto de energia (reações endergônicas). Exemplo: no nosso corpo as moléculas de glicose poderão ser anabolizadas, formando moléculas mais complexas, como os lipídios, que poderão ser novamente catabolizadas em moléculas mais simples, liberando energia para a realização de diferentes funções orgânicas, quando necessário. O anabolismo também realiza reações redutoras, como por exemplo a síntese de polissacarídeos através de moléculas fundamentais, chamadas de monossacarídeos.

*As reações catabólicas resultam na quebra de moléculas grandes em moléculas menores, liberando energia. As reações anabólicas são o inverso, construindo moléculas maiores a partir de unidades menores, com consumo*



Fonte: elaborado pelos autores, 2022.



### SUGESTÃO DE ATIVIDADE

Leia o texto e analise a fotografia.

A existência da vida requer um suprimento contínuo de energia. [...] Entre as diferentes fontes de energia disponíveis no ambiente, os seres vivos utilizam a química e a luminosa. [...]



CHALOUB, R. M. Fotossíntese. **Ciência Hoje**, Rio de Janeiro, 13 nov. 2015. Disponível em: <http://cienciahoje.org.br/artigo/fotossintese/>. Acesso em: 1 jul. 2020.

- Construa um texto estabelecendo uma relação entre as informações do texto e a cena presente na fotografia, utilizando os conceitos já aprendidos.

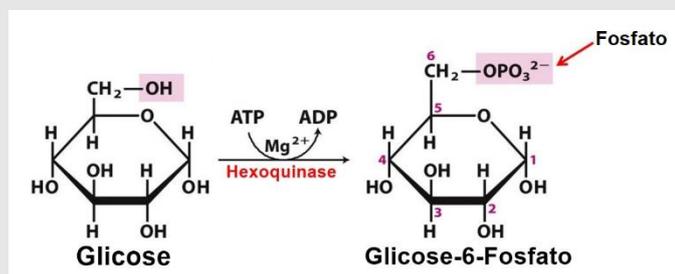
## 1.2. Oxidação e redução nos processos metabólicos celulares

Antes de aprofundamos os conhecimentos, leia os seguintes conceitos que são pré-requisitos para o entendimento os próximos processos químicos que compõem o metabolismo energético das células.



Fique atento a estes **conceitos!**

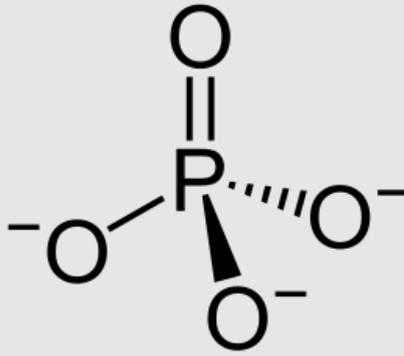
**Fosforilação.** Em **bioquímica**, **fosforilação** é a adição de um grupo **fosfato** ( $\text{PO}_4$ ) a uma **proteína** ou outra molécula, como, por exemplo, a **glicose**.



Fonte: Biomedicina em Ação. Disponível em: <https://bityli.com/Tmlyza>. Acesso em jun 2022.

**Fosfato.** Na química, um **fosfato** é um íon poliatômico ou um radical consistindo de um átomo de fósforo e quatro de oxigênio. Na forma iônica, tem a carga formal de -3, sendo denotado como  $\text{PO}_4^{3-}$ . No campo bioquímico, um íon de fosfato livre em solução é chamado de **fosfato inorgânico**, para distingui-lo dos fosfatos existentes nas moléculas de trifosfato de adenosina (ATP), DNA ou mesmo RNA. O fosfato inorgânico é denotado geralmente como  $\text{P}_i$ . Fosfato inorgânico pode ser formado pelas reações de ATP ou adenosina difosfato (ADP), com a formação do ADP ou AMP correspondente e a liberação de um íon de fosfato. Reações similares existem para outros nucleosídeos difosfatos e trifosfatos.

*Íon fosfato ( $\text{PO}_4^{3-}$ )*



Fonte: Wikimedia Commons. Disponível em: <https://pt.wikipedia.org/wiki/Ficheiro:Phosphat-Ion.svg>. Acesso em ju 2022.

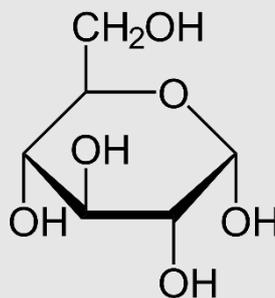
**Bioquímica.** A química aplicada à biologia, ou seja, a **Bioquímica** é a ciência e tecnologia que estuda e aplica as ciências químicas ao contexto da biologia, sendo, portanto, uma área interdisciplinar entre a química e a biologia. Consiste no estudo, identificação, análise, modificação e manipulação de moléculas e das reações químicas de importância biológica, em ambientes e contextos químicos próprios *in vitro* ou *in vivo* (compartimentos celulares, virais e fisiológicos). Envolve moléculas de diversas dimensões tais como proteínas, enzimas, carboidratos, lipídeos, ácidos nucleicos, vitaminas, alcalóides, terpenos e mesmo íons inorgânicos. Também, engloba o estudo do efeito de compostos químicos orgânicos ou inorgânicos sobre os diferentes compartimentos biológicos, (química biológica), assim como, a modificação química de biomoléculas. Suas aplicações englobam setores como alimentos, fármacos e biofármacos, análises clínicas, biocombustíveis, pesquisa básica dentre outros. É uma ciência e tecnologia essencial para todas as profissões relacionadas a ciências da vida e uma das fronteiras de desenvolvimento das ciências químicas.



Fonte: UPF. Disponível em <https://bitly.com/VSqgdh>. Acesso em jun 2022.

**Glicose.** A **glicose** é um monossacarídeo e um dos carboidratos mais importantes para os seres vivos, pois as células o usam como fonte de energia. A glicose é um dos principais produtos da fotossíntese e participa do início do processo de respiração celular em todos os tipos de organismos (procariontes e eucariontes). Macroscopicamente é um cristal sólido e tem sabor adocicado. Sua fórmula molecular é  $C_6H_{12}O_6$ . Juntamente com outros açúcares, como a frutose e a galactose, constituem uma classe de moléculas fundamentais que formam carboidratos maiores como a sacarose, a lactose e a maltose. A glicose também entra na constituição de carboidratos mais complexos como o amido e a celulose, sendo estes, polímeros de glicose.

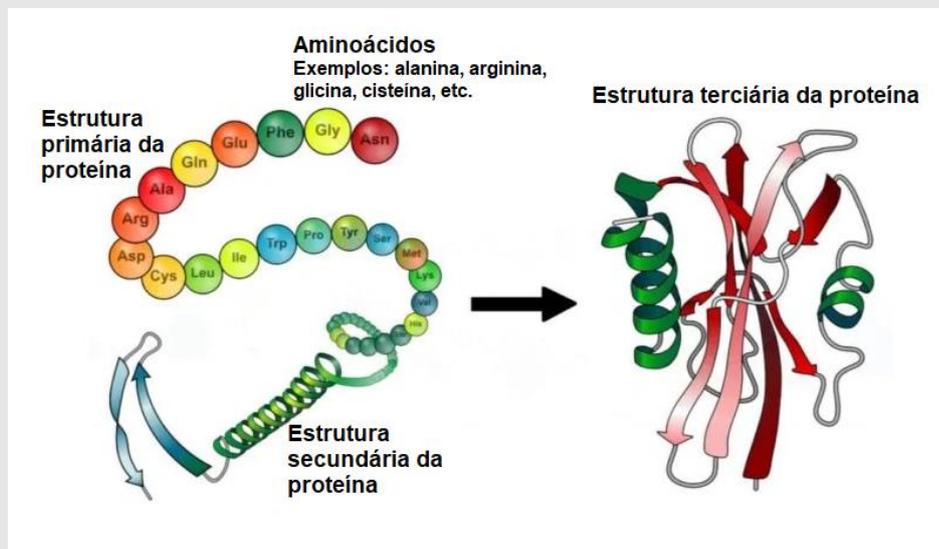
*Fórmula estrutural da glicose*



Fonte: PNGWing. Disponível em <https://www.pngwing.com/pt/free-png-izrlr>. Acesso em jun 2022.

**Proteínas.** Macromoléculas biológicas, as **proteínas** são construídas por uma ou mais cadeias de aminoácidos. As proteínas estão presentes em todos os seres vivos e participam, em praticamente, todos os processos celulares, desempenhando um vasto conjunto de funções no organismo, como a replicação de DNA, a resposta a estímulos e o transporte de

moléculas. Muitas proteínas são enzimas que catalisam reações bioquímicas vitais para o metabolismo. As proteínas têm também funções estruturais ou mecânicas, como é o caso da actina e da miosina nos músculos e das proteínas do citoesqueleto, as quais formam um sistema de andaimes que mantém a forma celular. Outras proteínas são importantes na sinalização celular, resposta imunitária e no ciclo celular. As proteínas diferem entre si fundamentalmente na sua sequência de aminoácidos, que é determinada pela sua sequência genética, a qual, geralmente, provoca o seu enovelamento numa estrutura tridimensional específica que determina a sua atividade.



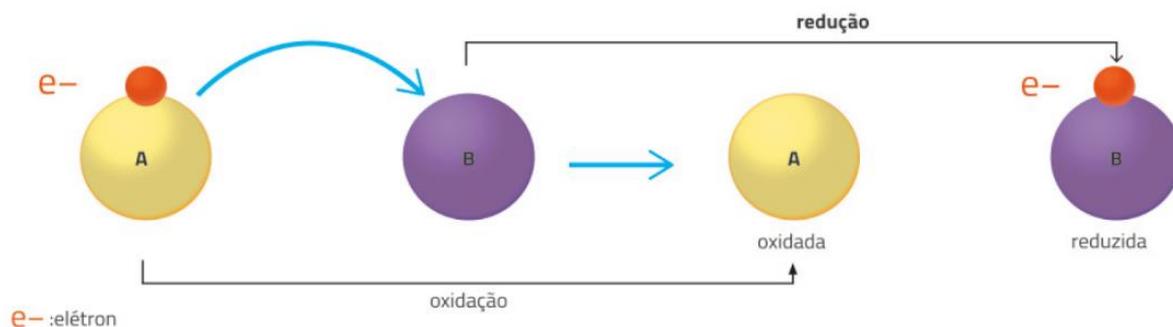
Fonte: Escola Educação. Disponível em: <https://bitly.com/JDbdpl>. Acesso em jun 2022.

Textos adaptados de LEHNINGER, A.L. NELSON, D.L. COX, M.M. Princípios de Bioquímica, 4a. Edição, Editora Sarvier, 2007.

No metabolismo celular são muito constantes reações químicas, nas quais ocorrem a transferência de elétrons entre moléculas. Este tipo é chamado de reação de oxirredução ou redox. No contexto da bioquímica, são reações de oxirredução, por exemplo, as reações de fosforilação e desfosforilação que fazem parte do mecanismo de regulação das proteínas.

A redução ocorre quando há o aumento no número de elétrons de uma molécula, por isso, pode-se dizer que esta molécula se tornou reduzida. Ao contrário, quando há a diminuição do número de elétrons de uma molécula esta é dita oxidada e o processo recebe o nome de oxidação.

Veja o exemplo do esquema a seguir:



Fonte: GODOY, L. P., *et al.* **Multiversos: ciências da natureza: matéria, energia e a vida: ensino médio.** 1. ed. São Paulo: Editora FTD, 2020. Elaborado com base em: REECE, J. B., *et al.* **Biologia de Campbell.** 10. ed. Porto Alegre: Artmed, 2015. p. 164.

*Em uma reação entre duas moléculas, A e B, se ocorre a transferência de elétrons da molécula A para a molécula B, ao final do processo, a molécula A se encontrará oxidada e a molécula B, reduzida (a molécula que recebe elétrons é a que reduz!)*

Como esse processo pode ocorrer em um organismo vivo?

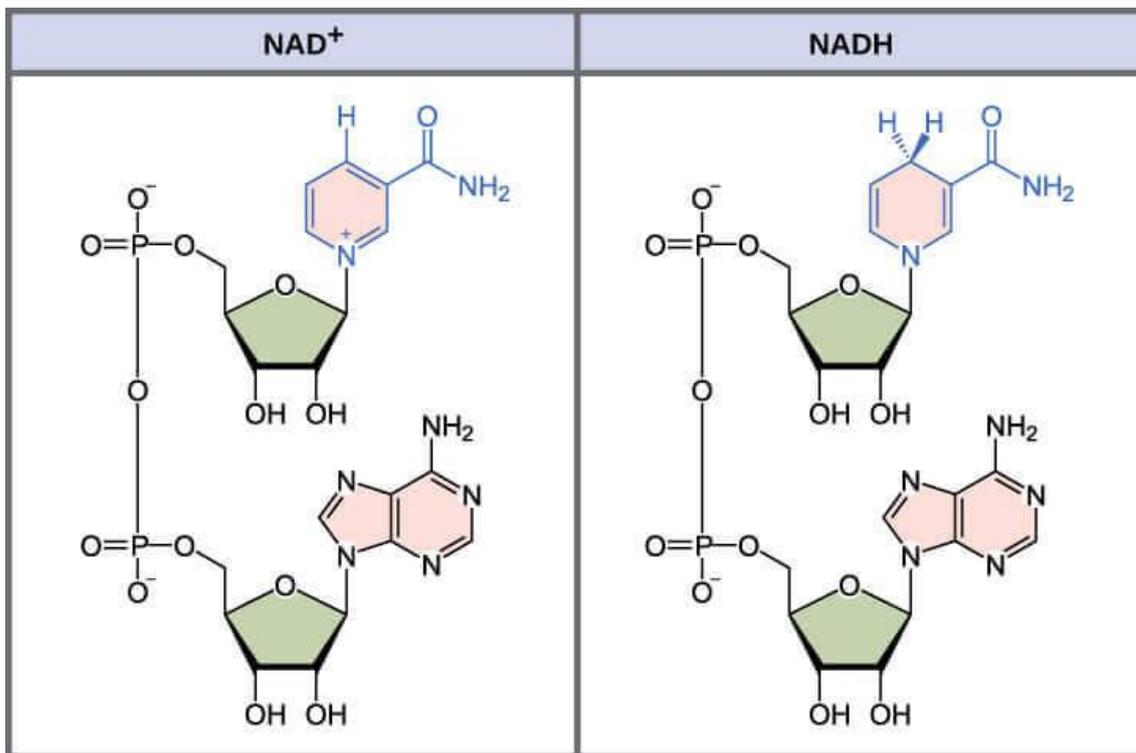
Nas células, a transferência de elétrons entre moléculas pode ocorrer por meio de ânions de hidrogênio ( $H^-$ ), sendo adicionados ou retirados destas. O ânion de hidrogênio é um íon negativo, sendo assim, a molécula que o recebe adiciona um elétron a sua carga, tornando-se reduzida. O contrário, também, ocorre e, neste caso, a molécula torna-se oxidada.

Existem moléculas responsáveis por este transporte de ânions de hidrogênio e, por isso, conseqüentemente, são transportadas de elétrons.

Exemplos:

<b>Nome da molécula</b>	<b>Sigla</b>	<b>Forma oxidada</b>	<b>Forma reduzida</b>	<b>Tipo de processo metabólico</b>
nicotinamida-adenina-dinucleotídeo	NAD	$NAD^+$	NADH	catabolismo
fosfato-de-nicotinamida-adenina- dinucleotídeo	NADP	$NADP^+$	NADPH	anabolismo
flavina-adenina-dinucleotídeo	FAD	FAD	$FADH_2$	catabolismo

Além de elementos transportadores de hidrogênio, estas moléculas acima, podem atuar como coenzimas, ou seja, auxiliadoras do funcionamento de outras enzimas. Em particular, o NAD e o FAD estão entre as mais importantes, já que na falta delas as enzimas não são capazes de receber e transportar elétrons durante os processos de armazenamento e controle de energia. Observe a estrutura molecular de NAD<sup>+</sup> e NADH na figura a seguir.



Fonte: Sala Bioquímica. Disponível em: <http://salabioquimica.blogspot.com/search?q=NAD>. Acesso em jun 2022.

Vimos, até aqui, moléculas que são muito importantes para o metabolismo energético das células. Todas elas têm em comum, em suas estruturas, o fato de serem formadas por nucleotídeos que apresentam o nucleosídeo adenosina. Quanto às funções dessas moléculas, o ATP é a "moeda energética" da célula, como já explicado, anteriormente, enquanto que o NAD, o NADP e o FAD funcionam como transportadores de hidrogênio. Mais adiante ainda veremos novamente sobre estas últimas moléculas que também podem ser chamadas de aceptores intermediários de elétrons, em processos metabólicos como a respiração celular, fermentação e fotossíntese.

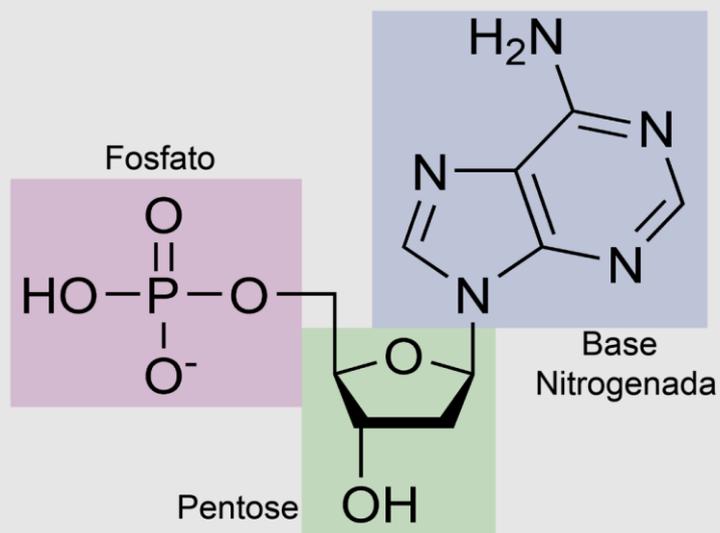


## GLOSSÁRIO

**Enzima.** Uma enzima é uma proteína que catalisa as reações bioquímicas do metabolismo. As enzimas atuam sobre as moléculas conhecidas como substratos e permitem o desenvolvimento dos diversos processos celulares. Convém salientar que as enzimas não alteram o balanço energético nem o equilíbrio das reações em que intervêm: a sua função limita-se a ajudar a acelerar o processo. Por outras palavras, a reação sob o controle de uma enzima alcança o seu equilíbrio de forma muito mais rápida do que uma reação não catalisada.

**Nucleotídeo.** O nucleotídeo é a subunidade do DNA e do RNA, ou seja, é a subunidade que forma os ácidos nucleicos. Apesar de serem encontrados formando estruturas poliméricas, como o DNA e o RNA, alguns nucleotídeos são encontrados livres na célula, como o ATP.

Estrutura de um nucleotídeo: base nitrogenada ligada a uma pentose e um grupo fosfato.



Fonte: Escola Educação. Disponível em: <https://bityli.com/ouohoj>. Acesso em jun 2022.



## SUGESTÃO DE ATIVIDADE

**01.** (Unir) Durante a respiração celular, apenas 45% da energia liberada na combustão da glicose são armazenados pela célula, ou seja, 55% são perdidos sob a forma de calor. A célula eucariótica consegue armazenar a energia liberada na combustão da glicose por meio da:

- (A) Síntese de moléculas de ATP.
- (B) Síntese de AMP.
- (C) Degradação de moléculas de FADH<sub>2</sub>.
- (D) Oxidação de moléculas de ATP.
- (E) Redução de compostos nitrogenados.

**Gabarito: A**

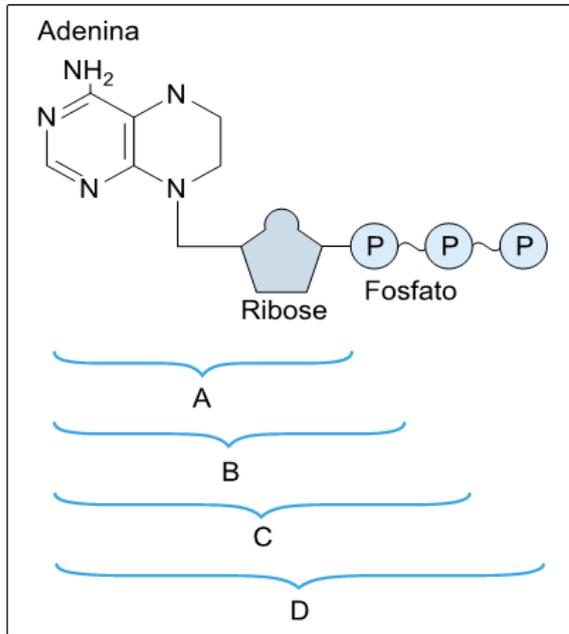
**02.** Todos os componentes, abaixo formam uma molécula de ATP com exceção de:

- (A) Três grupos fosfatos.
- (B) Uma base nitrogenada adenina.
- (C) Uma ribose.
- (D) Uma desoxirribose.
- (E) Uma base adenina.

**Gabarito: D**

**03.** (Uespi) O ATP funciona dentro da célula como uma “moeda energética” que pode ser gasta em qualquer momento, quando a célula necessitar. Analise a figura e assinale a alternativa que responde corretamente à questão.

1. Em A tem-se um nucleotídeo.
2. Em B tem-se um nucleosídeo.
3. Em C tem-se um nucleosídeo monofosfatado.
4. Em D tem-se uma molécula de adenosina trifosfato.



Está(ão) correta(s) apenas:

- (A) 2, 3 e 4
- (B) 1 e 2
- (C) 2 e 3
- (D) 1
- (E) 4

**Gabarito: E**

**03.** (Brasil Escola) ATP (adenosina trifosfato) é uma importante molécula necessária para todos os seres vivos. De acordo com seus conhecimentos, marque a alternativa que apresenta corretamente, a principal função da molécula de ATP.

- a) Captar glicose.
- b) Garantir que a osmose ocorra.
- c) Ajudar no processo de difusão simples.
- d) Ajudar no processo de difusão facilitada.
- e) Fornecer energia para processos celulares.

**Gabarito E**

**04.** (Azup) O metabolismo de síntese de biomoléculas é conhecido como:

- (A) Aerobismo

- (B) Anaerobismo
- (C) Anabolismo
- (D) Catabolismo
- (E) Cataciclismo

**Gabarito: C**

**05.** (Azup) São processos que representam, correta e, respectivamente, anabolismo e catabolismo:

- (A) Respiração aeróbia e glicólise.
- (B) Replicação celular e crescimento de tecidos.
- (C) Formação de proteínas e fermentação.
- (D) Excreção e degeneração óssea.
- (E) Síntese de ácidos graxos e síntese de hormônios.

**Gabarito: C**

**06.** Associe o catabolismo e anabolismo com as atividades, abaixo:

- I. Degradação de moléculas
- II. Ação endotérmica
- III. Reações oxidativas
- IV. Síntese de macromoléculas
- V. Ação exotérmica
- VI. Reações redutoras

Assinale a alternativa correta:

- (A) Catabolismo: I, II e VI. Anabolismo: III, IV e V.
- (B) Catabolismo: I, III e V. Anabolismo: II, IV e VI.
- (C) Catabolismo: II, IV e VI. Anabolismo: I, III e V.
- (D) Todas as respostas anteriores estão incorretas.
- (E) Todas as respostas anteriores estão corretas para os dois processos metabólicos.

**Gabarito: B**

## 2 Fotossíntese

Fotossíntese é um assunto que, assim como a respiração celular, está dentro de um grande tema chamado metabolismo energético que foi iniciado neste módulo.

A fotossíntese é o único processo ou fenômeno natural capaz de converter a energia física, ou seja, a luz, em uma energia química estável na forma de açúcar: a glicose. Além disso, a fotossíntese é o processo de obtenção de energia dos organismos autotróficos. Entretanto, apenas dos autotróficos fotossintetizantes, uma vez que existem outros organismos autotróficos, como os quimiossintetizantes.

Fazem fotossíntese dois tipos de organismos: as plantas e as algas.

Plantas terrestres.



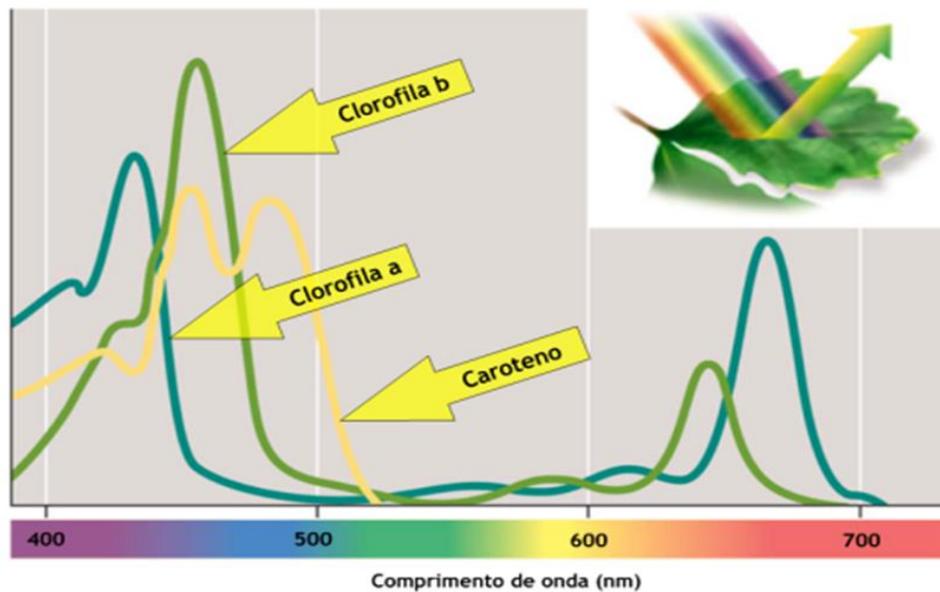
Fonte: Wikisabio. Disponível em: <https://wikisabio.com/plantas/>. Acesso em jun 2022.

Diferentes tipos de algas.



Fonte: Beduka. Disponível em: <https://bityli.com/ANnqlu>

Para sua ocorrência, a fotossíntese necessita, obrigatoriamente, de luz em um determinado comprimento de onda e de um pigmento acessório chamado de clorofila. Essa luz poderá variar de 400 a 750 nanômetros, sendo esta a variação do comprimento de onda do espectro eletromagnético que chamamos de luz visível, nesta faixa está a luz branca e todos os comprimentos de onda que a compõem.



Fonte: Colégio Vasco da Gama. Disponível em:

<https://colegiovascodagama.pt/ciencias3c/decimo/images/clo2.gif>. Acesso em jun 2022.

Basicamente, para que ocorra a fotossíntese, são necessários dois comprimentos de onda que são os preferidos das plantas: o comprimento referente ao azul que está próximo de 450 nm e o comprimento referente ao vermelho que está próximo de 700 nm. O comprimento intermediário entre estes, referente ao roxo, ainda, é o melhor e preferido das plantas. Entretanto as taxas fotossintéticas já serão altas considerando-se os comprimentos de onda do azul e vermelho.

Um fato importante: a fotossíntese é a responsável direta por manter o fluxo energético dos ecossistemas, ou seja, sem a fotossíntese seria impossível conceber a vida na Terra tal como a conhecemos hoje. É um processo vital na manutenção da biosfera.

Esse assunto já foi abordado no Enem, veja a seguir:

### **Questão Resolvida Enem**

(2012) Paleontólogos estudam fósseis e esqueletos de dinossauros para tentar explicar o desaparecimento desses animais. Esses estudos permitem afirmar que esses animais foram extintos há cerca de 65 milhões de anos. Uma teoria aceita atualmente é a de que um asteroide colidiu com a Terra, formando uma densa nuvem de poeira na atmosfera.

De acordo com essa teoria, a extinção ocorreu em função de modificações no planeta que

- A. desestabilizaram o relógio biológico dos animais, causando alterações no código genético.
- B. reduziram a penetração da luz solar até a superfície da Terra, interferindo no fluxo energético das teias tróficas.
- C. causaram uma série de intoxicações nos animais, provocando a bioacumulação de partículas de poeira nos organismos.
- D. resultaram na sedimentação das partículas de poeira levantada com o impacto do meteoro, provocando o desaparecimento de rios e lagos.
- E. evitaram a precipitação de água até a superfície da Terra, causando uma grande seca que impediu a retroalimentação do ciclo hidrológico.

**Resposta:** Segundo essa teoria, com a formação de uma densa nuvem de poeira na atmosfera houve um bloqueio na penetração dos raios solares. Esse bloqueio acarretou uma redução das taxas de fotossíntese das plantas, que implicou uma redução na disponibilidade

de alimento para os herbívoros. Com isso, esses animais começaram a morrer e, depois, os carnívoros sofreram em virtude também da falta de alimento, ocasionando não só um desequilíbrio na teia trófica desses animais, como também a sua extinção. Sendo assim, a resposta correta é letra (B) reduziram a penetração da luz solar até a superfície da Terra, interferindo no fluxo energético das teias tróficas.

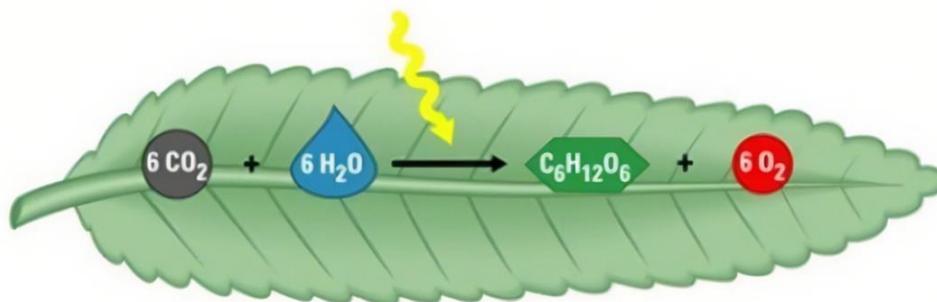
Com isso podemos reafirmar: sem luz, sem fotossíntese. Sem fotossíntese, sem vida.

Uma grande extinção ocorreu na época dos dinossauros, há 65 milhões de anos, quando a maioria das grandes espécies foram extintas. Felizmente, permaneceram pequenos animais que puderam, depois de milhares e milhares de anos, restabelecer uma nova fauna terrestre ainda dependente da fotossíntese.

## 2. 1 Fotossíntese e suas etapas

A fotossíntese ocorre, então, na presença de luz, gás carbônico ( $\text{CO}_2$ ) e água ( $\text{H}_2\text{O}$ ). Estas são moléculas inorgânicas simples que são utilizadas para a síntese de carboidratos (fórmula geral  $\text{CH}_2\text{O}$ ), que são moléculas mais energéticas. Ao final da fotossíntese, o gás oxigênio ( $\text{O}_2$ ) também é formado e, é liberado para o ambiente.

### Fotossíntese

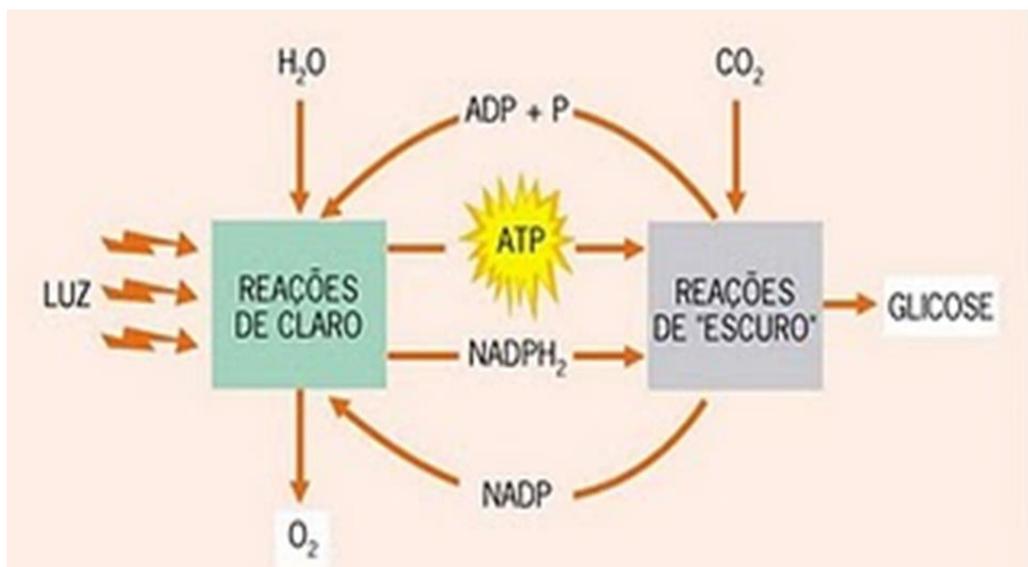


Fonte: Tabela Periódica Completa. Disponível em: <https://bityli.com/EgeFOp>. Acesso em jun 2022.

A fotossíntese pode ser dividida em duas etapas: a etapa fotoquímica e a etapa química. A etapa fotoquímica, também, chamada de fase clara, ocorre nas membranas dos tilacóides, onde estão localizados os pigmentos fotossintetizantes, como a clorofila. Nessa etapa, ocorrem reações químicas dependentes da energia luminosa. Por sua vez, a etapa química, também chamada de fase escura, ocorre no estroma dos cloroplastos e, apesar de não depender diretamente de energia luminosa, depende dos produtos gerados na etapa fotoquímica e, portanto, também ocorre na presença de luz.

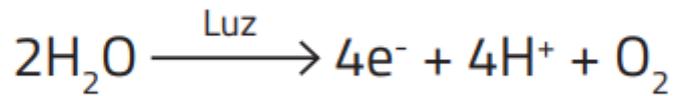
Existem quatro tipos de clorofila. Destas, a clorofila *a* é essencial à fotossíntese e está presente em todas as plantas autotróficas; as clorofilas *b*, *c* e *d* agem como fotorreceptores secundários e são exemplos de pigmentos acessórios.

A seguir, vejamos as principais reações químicas que ocorrem em cada uma das etapas da fotossíntese:

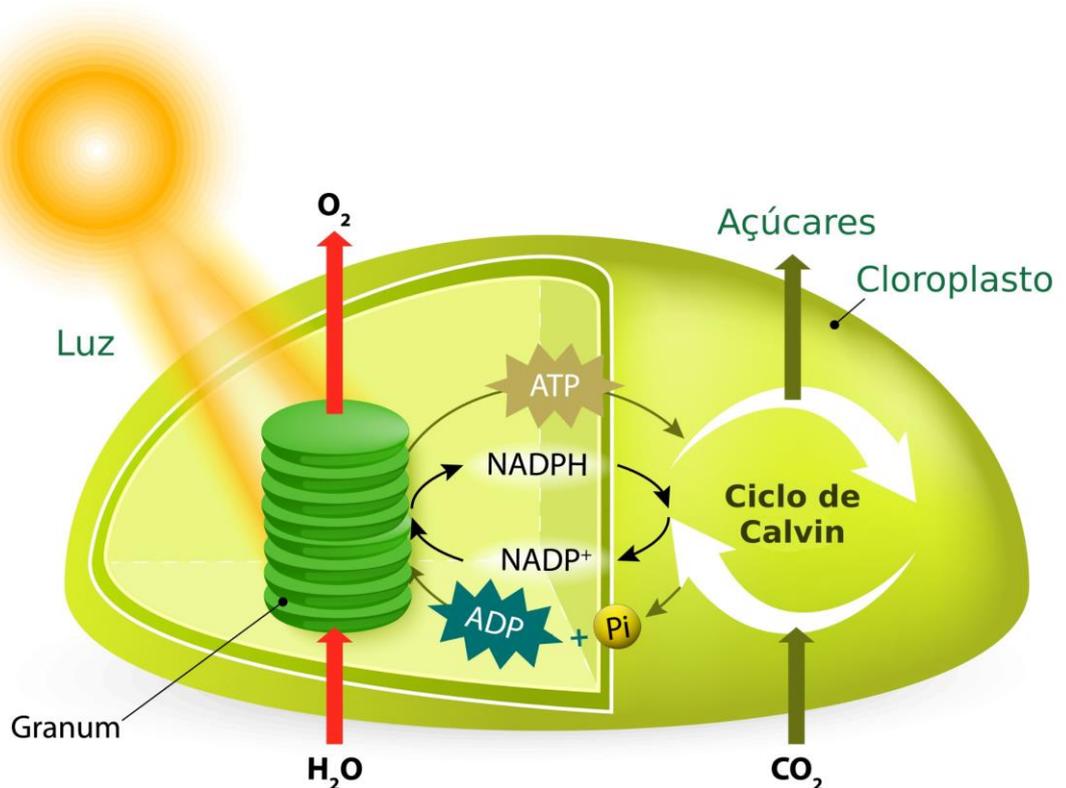


Fonte: Sala BioQuímica. Disponível em: <https://bityli.com/ogBaTa>. Acesso em jun 2022.

A etapa fotoquímica inicia-se com a absorção da energia luminosa pela clorofila, possibilitando a ocorrência de duas reações: a fotofosforilação e a fotólise da água. Ou seja, na presença de luz, ocorre a síntese de ATP, a partir da ligação de um fosfato inorgânico (Pi) à molécula de ADP (fotofosforilação), e a quebra da molécula de água (fotólise). A fotólise da água libera gás oxigênio (O<sub>2</sub>), íons hidrogênio (H<sup>+</sup>) e elétrons (e<sup>-</sup>), conforme representado na equação a seguir:



Os elétrons e os hidrogênios liberados são capturados por moléculas de  $\text{NADP}^+$ , que assumem sua forma reduzida, NADPH. Já na etapa química, há a redução do gás carbônico, a partir dos íons hidrogênio transportados pelo NADPH. Essa reação ocorre na presença de ATP, que fornece energia ao sistema. Ao final, são produzidos açúcares simples, que serão empregados na produção de outros açúcares, como a glicose, a sacarose e o amido, e de outras moléculas orgânicas mais complexas necessárias para a planta. A síntese de carboidratos ocorre por meio de um conjunto de reações químicas denominado Ciclo das pentoses ou Ciclo de Calvin-Benson, em homenagem aos bioquímicos estadunidenses Melvin Calvin (1911-1997) e Andrew Benson (1917- 2015), que o descreveram.



Fonte: Infoescola. Disponível em: <https://www.infoescola.com/wp-content/uploads/2007/10/fotossintese-290826602.jpg>. Acesso em jun 2022.



## ATIVIDADE EXTRA

### Atividade prática

Provavelmente, você já saiba porque a maioria das plantas são verdes: devido a presença de clorofila! Mas, saiba, também, que este não é o único pigmento presente nos vegetais. Existem outros como os carotenoides (carotenos e xantofilas), responsáveis por conferirem as colorações amarela, laranja e vermelha a diferentes partes das plantas como raízes, caules, folhas e frutos. Além disso, podem estar presentes nas algas, como as algas vermelhas, por exemplo.

A seguir, propomos uma atividade prática para a extração destes pigmentos vegetais. O protocolo completo (materiais e procedimentos) pode ser encontrado no artigo “Extração de pigmentos fotossintéticos em folhas das espécies de café (*Coffea arabica*), acálifa (*Acalypha hispida*) e urucum (*Bixa orellana*), por meio de cromatografia em papel” (SILVA *et. al.* 2013), disponível no endereço eletrônico, abaixo:

[http://www.sapc.embrapa.br/arquivos/consorcio/spcb\\_anais/simposio8/34.pdf](http://www.sapc.embrapa.br/arquivos/consorcio/spcb_anais/simposio8/34.pdf)

A cromatografia é um método físico-químico de separação de sólidos dissolvidos em uma solução, por meio da migração diferencial de seus componentes em duas fases que não se misturam: fase móvel (líquido com os pigmentos dissolvidos) e fase estacionária (onde os pigmentos irão se arrastar e finalmente se fixar).

Este é um método que pode ser utilizado na determinação da quantidade de componentes em uma mistura, assim como, na identificação destas substâncias.

Aqui faremos a cromatografia em papel. Esta é uma técnica barata, rápida e interessante para se fazer na sala de aula. Desse modo, será possível interagir e raciocinar sobre como o método da Cromatografia pode ser usado para separar e identificar substâncias químicas, mesmo em misturas complexas contendo centenas de compostos.

### Objetivo:

Separar os componentes de uma mistura, por meio da técnica de cromatografia em papel.

**Materiais e Reagentes:**

- Coador de café de papel (ou papel filtro);
- Lápis, caneta ou pregador;
- Folhas de diferentes plantas (escolher folhas de cores variadas);
- Clipes ou fita adesiva;
- Água;
- Acetona;
- Copos ou béqueres (a mesma quantidade dos tipos de plantas a serem analisadas)

**Procedimento Experimental:**

1. Recorte o coador de papel em tiras de cerca de 4,0 cm de largura e 13 cm de comprimento;
2. Coloque essas tiras de papel dentro de copos ou béqueres contendo o extrato de cada tipo de folha (vide artigo citado acima)
3. Observe o que ocorre com o tempo.
4. Quando o líquido subir por todo o papel, retire-o e deixe-o secar.
5. Anote os fatos observados.
6. Repita o processo, colocando água ao invés de acetona (pode testar álcool também).

As seguintes questões podem orientar as discussões:

- O que ocorreu com os extratos ao longo do tempo?
- Quais extratos apresentaram mais componentes? Quais as plantas analisadas?
- Quais foram as cores observadas em cada tira, para cada planta?
- Por que cada componente dos extratos percorre uma distância diferente?
- Quais extratos tinham os mesmos componentes?
- Qual a diferença observada entre os resultados usando água e acetona (e álcool)? Por que houve diferença?



## ATIVIDADE INTEGRADORA

Em torno do assunto “fotossíntese” é possível integrar os conhecimentos dos três componentes da área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias. A Biologia, a Física e a Química nos fornecem conhecimentos específicos para que possamos compreender e explicar este fenômeno complexo que é a conversão de energia luminosa em energia química a ser aproveitada não só no metabolismo próprio do organismo que a realiza, mas também em toda uma cadeia alimentar onde esta energia irá fluir.

A atividade a seguir, dividida em três momentos, propõe focar, principalmente, nos conhecimentos de Física e Biologia para a solução de um problema envolvendo os conceitos de espectro eletromagnético e fotossíntese.

**Tempo estimado:** 100 min (2 aulas)

**Materiais:** Textos 1 e 2 a seguir.

**1º Momento: leitura de textos.**

### *Texto 1*

#### **Fatores que influenciam a fotossíntese**

A intensidade com a qual uma célula executa a fotossíntese pode ser avaliada pela quantidade de oxigênio que ela libera para o ambiente, ou pela quantidade de CO<sub>2</sub> que ela consome.

Quando se mede a taxa de fotossíntese de uma planta, percebe-se que essa taxa pode aumentar ou diminuir, em função de certos parâmetros. Esses parâmetros são conhecidos como **fatores limitantes da fotossíntese**. A fotossíntese tem alguns fatores limitantes, alguns **intrínsecos** e outros **extrínsecos**.

#### **Fatores limitantes intrínsecos**

#### ***Disponibilidade de pigmentos fotossintetizantes***

Como a clorofila é a responsável principal pela captação da energia luminosa, a sua falta restringe a capacidade de captação da energia e a possibilidade de produzir matéria orgânica.

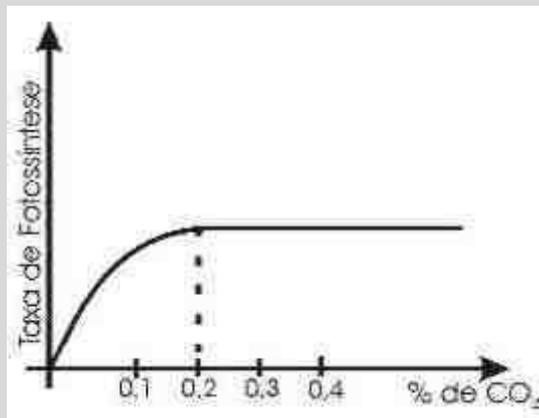
### **Disponibilidade de enzimas e de cofatores**

Todas as reações fotossintéticas envolvem a participação de enzimas e de cofatores, como os aceptores de elétrons e os citocromos. A sua quantidade deve ser ideal, para que a fotossíntese aconteça com a sua intensidade máxima.

### **Fatores limitantes extrínsecos**

#### **A concentração de CO<sub>2</sub>**

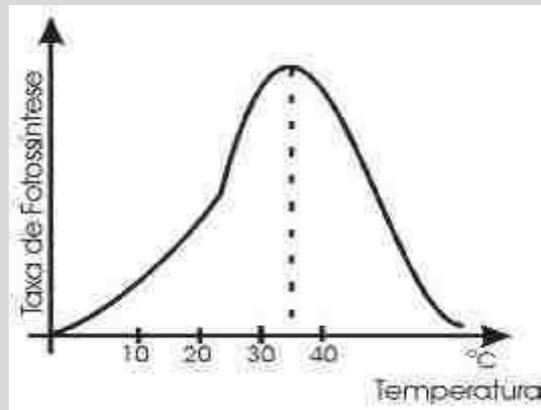
O CO<sub>2</sub> (gás carbônico ou dióxido de carbono) é o substrato empregado na etapa química como fonte do carbono que é incorporado em moléculas orgânicas. As plantas contam, naturalmente, com duas fontes principais de CO<sub>2</sub>: o gás proveniente da atmosfera, que penetra nas folhas através de pequenas aberturas chamadas estômatos, e o gás liberado na respiração celular.



Sem o CO<sub>2</sub>, a intensidade da fotossíntese é nula. Aumentando-se a concentração de CO<sub>2</sub> a intensidade do processo também se eleva. Entretanto, essa elevação não é constante e ilimitada. Quando todo o sistema enzimático envolvido na captação do carbono estiver saturado, novos aumentos na concentração de CO<sub>2</sub> não serão acompanhados por elevação na taxa fotossintética.

#### **A Temperatura**

Na etapa química, todas as reações são catalisadas por enzimas, e essas têm a sua atividade influenciada pela temperatura. De modo geral, a elevação de 10°C na temperatura duplica a velocidade das reações químicas.



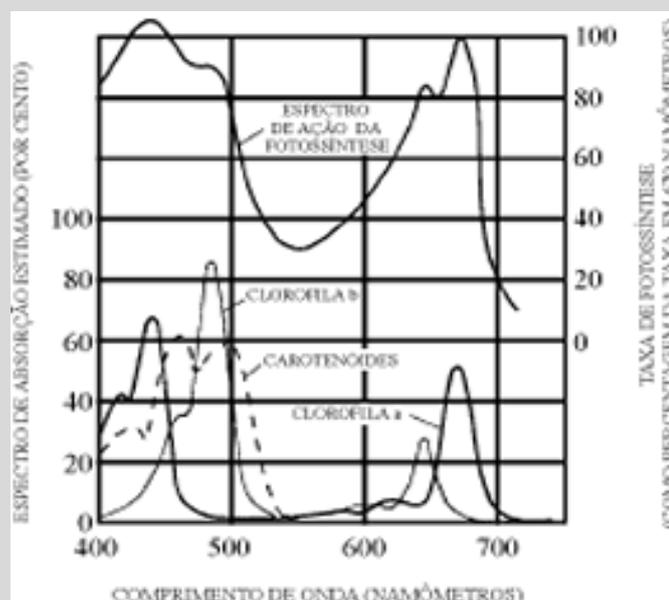
Entretanto, a partir de temperaturas próximas a 40 °C, começa a ocorrer **desnaturação enzimática**, e a velocidade das reações tende a diminuir.

Portanto, existe uma **temperatura ótima**, na qual a atividade fotossintetizante é máxima, que não é a mesma para todos os vegetais.

### ***O comprimento de onda***

A assimilação da luz pelas clorofilas **a** e **b**, principalmente e, secundariamente pelos pigmentos acessórios, como os carotenoides, determina o **espectro de ação** da fotossíntese.

Nota-se a excelente atividade fotossintética nas faixas do espectro correspondentes à luz violeta/azul e à luz vermelha, e à pouca atividade na faixa do verde.

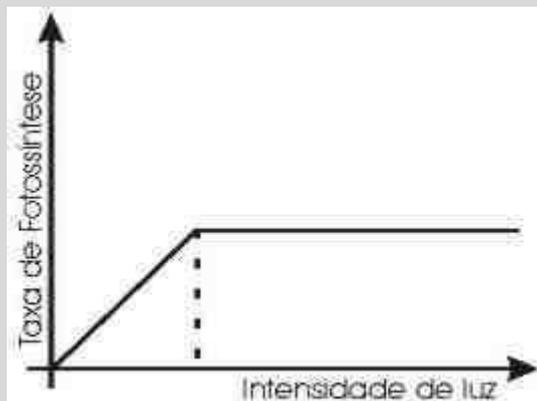


Para que uma planta verde execute a fotossíntese com boa intensidade, não se deve iluminá-la com luz verde, uma vez que essa luz é quase completamente refletida pelas folhas.

### **Intensidade luminosa**

Quando uma planta é colocada em completa obscuridade, ela não realiza fotossíntese. Aumentando-se a intensidade luminosa, a taxa da fotossíntese, também, aumenta.

Todavia, a partir de um certo ponto, novos aumentos na intensidade de iluminação não são acompanhados por elevação na taxa da fotossíntese. A intensidade luminosa deixa de ser um fator limitante da fotossíntese quando todos os sistemas de pigmentos já estiverem sendo excitados e a planta não tem como captar essa quantidade adicional de luz. Atingiu-se o **ponto de saturação luminosa**.



Aumentando-se, ainda, mais a intensidade de exposição à luz, chega-se a um ponto a partir do qual a atividade fotossintética passa a ser inibida. Trata-se do **ponto de inibição** da fotossíntese pelo excesso de luz.

"Fatores que influenciam a fotossíntese" em Só Biologia. Virtuoso Tecnologia da Informação, 2008-2022. Consultado em 10/06/2022 às 11:56. Disponível na Internet em <https://www.sobiologia.com.br/conteudos/bioquimica/bioquimica17.php>

## *Texto 2*

### **Luz - Componente indispensável da fotossíntese**

A luz que banha a Terra é componente do amplo espectro de radiações eletromagnéticas provenientes do Sol e, que se propagam como ondas. O modo como essas

ondas se propagam depende da energia: quanto mais energia uma onda tiver, menor será seu comprimento.

Dentro do amplo espectro de radiações eletromagnéticas, apenas uma pequena parte é visível aos nossos olhos – são as radiações cujos comprimentos de onda vão de 380 a 760 nanômetros. Essas estreitas faixas de comprimento de onda da luz visível correspondem às diferentes cores que são observadas quando se faz passar a luz por um prisma, o que provoca a dispersão (separação) dessas diferentes radiações.



Outra característica importante da luz é a sua natureza corpuscular, ou seja, a luz é característica por incidir na forma de corpúsculos, conhecidos como fótons. Os fótons são considerados “pacotes” de energia associados a cada comprimento de onda partícula. Luz de pequeno comprimento de onda, como a luz violeta, possui fótons altamente energéticos. Luz de grande comprimento de onda, como a vermelha e a laranja, possuem fótons pouco energéticos. Assim, cada radiação luminosa, cada comprimento de onda luminosa, é portadora de uma certa energia. E o fato notável é que as plantas aproveitam essa energia para a produção de matéria orgânica na fotossíntese.

"Luz e a fotossíntese" em Só Biologia. Virtuoso Tecnologia da Informação, 2008-2022. Consultado em

10/06/2022 às 11:36. Disponível na Internet em

<https://www.sobiologia.com.br/conteudos/bioquimica/bioquimica12.php>

## **2º Momento: Discussão sobre os conteúdos dos textos.**

Para isso, podem ser utilizadas diferentes metodologias com “aprendizagem em pares” e “aprendizagem em grupos”. Alguns métodos específicos para aprendizagem em grupo, como os conhecidos como “World Café” e “Jigsaw” podem ser utilizados. No link, a seguir podem ser encontradas estas e outras metodologias:

[Wolrd Café- uma técnica de metodologia ativa no ensino remoto | EduPP:](http://www.edupp.com.br/2020/07/wolrd-cafe-uma-tecnica-de-metodologia-ativa-no-ensino-remoto/)

[www.edupp.com.br/2020/07/wolrd-cafe-uma-tecnica-de-metodologia-ativa-no-ensino-remoto/](http://www.edupp.com.br/2020/07/wolrd-cafe-uma-tecnica-de-metodologia-ativa-no-ensino-remoto/)

[METODOLOGIAS ATIVAS #8: MÉTODO JIGSAW - Educação \(educacaocientifica.com\)](http://educacaocientifica.com)

<http://educacaocientifica.com/educacao/metodologias-ativas-parte-viii-metodo-jigsaw/>

### **3º Momento: Pensando como cientistas.**

Em grupos, que podem ser os mesmos de discussão anterior, os/as estudantes devem considerar os seguintes fatos:

1. “As plantas aproveitam a energia luminosa para a produção de matéria orgânica na fotossíntese”.
2. “Nota-se a excelente atividade fotossintética nas faixas do espectro correspondentes à luz violeta/azul e à luz vermelha, e à pouca atividade na faixa do verde”.

Proponham um ou mais experimentos que possam ser utilizados para se confirmar estes dois pontos acima.

## **Inserção Curricular/Recomposição**

### **Atividade de Recomposição da Aprendizagem**

**Semana de Diagnose, Nivelamento e Ampliação:**

**de 15 de agosto a 02 de setembro de 2022.**

*Orientações ao(a) professor(a):*

*A atividade de Recomposição da Aprendizagem compreende dois momentos:*

**1º Momento:** *Diagnose - nesta etapa os/as estudantes são avaliados quanto a seus conhecimentos prévios relacionados à habilidade posta pelo descritor para o Saeb “Identificar os processos de intervenção no meio ambiente.” Este descritor tem relação direta com a habilidade específica da BNCC posta no quadro que inicia este módulo. Esta avaliação inicial*

se dará por meio de teste, contendo 10 questões objetivas. Os/as estudantes que obtiverem índice de acerto maior ou igual a 60% (6 ou mais questões com respostas corretas de acordo com o gabarito) serão selecionados como monitores/as para o segundo momento.

Esta avaliação pode ser realizada em uma aula e a sua correção e discussão em outra aula subsequente, por exemplo. Todo o processo pode ser realizado em sala de aula. Há uma semana e meia para isso (15 a 23 de agosto).

**2º Momento:** Nivelamento e ampliação - nesta etapa os estudantes poderão ser organizados em grupos, com um monitor cada, para desenvolverem propostas de atividades discursivas com o objetivo de recompor a aprendizagem dos estudantes que não alcançaram um índice de acerto de 60% no primeiro momento, além de ampliar os conhecimentos de todos os envolvidos quanto ao tema estudado, com foco no descritor para o Saeb elencado.

Esta etapa da avaliação poderá ser realizada ao longo de mais de uma semana e meia (24 de agosto a 02 de setembro), onde os estudantes poderão realizar pesquisa e produção de trabalho em grupo. Cada questão pode ser o ponto de partida para uma pesquisa mais aprofundada com apresentações na forma de seminário.

**Descritor Saeb:** Identificar os processos de intervenção no meio ambiente.

### **1º Momento: Atividade de Diagnose**

*Questões objetivas*

**01.**(ENEM/2013) Sabe-se que o aumento da concentração de gases como CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> e N<sub>2</sub>O na atmosfera é um dos fatores responsáveis pelo agravamento do efeito estufa. A agricultura é uma das atividades humanas que pode contribuir tanto para a emissão quanto para o sequestro desses gases, dependendo do manejo da matéria orgânica no solo.

ROSA, A.H.; COELHO, J.C.R. **Cadernos Temáticos da Química Nova na Escola**. São Paulo, n.5. nov.2003  
(adaptado).

De que maneira as práticas agrícolas podem ajudar a minimizar o agravamento do efeito estufa?

- (A) Evitando a rotação de culturas.
- (B) Liberando o CO<sub>2</sub> presente no solo.

- (C) Aumentando a quantidade de matéria orgânica do solo.
- (D) Queimando a matéria orgânica que se deposita no solo.
- (E) Atenuando a concentração de resíduos vegetais do solo.

**Gabarito: C**

**02.** (FCSB/2015) “Plantas de Proveta”. Do solo da região de Petrolina, no sertão de Pernambuco, nasce um tipo exótico de fruta: a uva com sabor de algodão doce. Não se trata de uma anomalia. Pelo contrário. A variedade é resultado de investimentos elevados. (Veja, 25.06.2014.)

Independentemente dos processos biotecnológicos que levaram à produção dessa variedade de uva, é correto afirmar que, considerando-se a fisiologia vegetal, o sabor adocicado das frutas resulta da

- (A) oxidação de glicídios nas mitocôndrias, a partir do  $O_2$  resultante da fotólise da água, os quais são utilizados nos cloroplastos para a construção de carboidratos.
- (B) produção de glicídios nos amiloplastos, a partir do  $CO_2$  absorvido do ar e do  $O_2$  resultante da fotólise da água e, ainda, da produção de ácidos graxos e carotenoides por eles.
- (C) produção de glicídios nos cloroplastos, a partir do  $O_2$  absorvido do ar e das proteínas sintetizadas por eles.
- (D) oxidação dos glicídios nas mitocôndrias, a partir do  $O_2$  absorvido do ar e da síntese de aminoácidos por elas.
- (E) produção de glicídios nos cloroplastos, a partir do  $CO_2$  absorvido do ar e da síntese de ácidos graxos e carotenoides por eles.

**Gabarito: E**

**03.** (ENEM/2017) Pesquisadores conseguiram estimular a absorção de energia luminosa em plantas graças ao uso de nanotubos de carbono. Para isso, nanotubos de carbono “se inseriram” no interior dos cloroplastos por uma montagem espontânea, através das membranas dos cloroplastos. Pigmentos da planta absorvem as radiações luminosas, os elétrons são “excitados” e se deslocam no interior de membranas dos cloroplastos, e a planta utiliza em seguida essa energia elétrica para a fabricação de açúcares. Os nanotubos de carbono podem absorver comprimentos de onda habitualmente não utilizados pelos

cloroplastos, e os pesquisadores tiveram a ideia de utilizá-los como “antenas”, estimulando a conversão de energia solar pelos cloroplastos, com o aumento do transporte de elétrons.

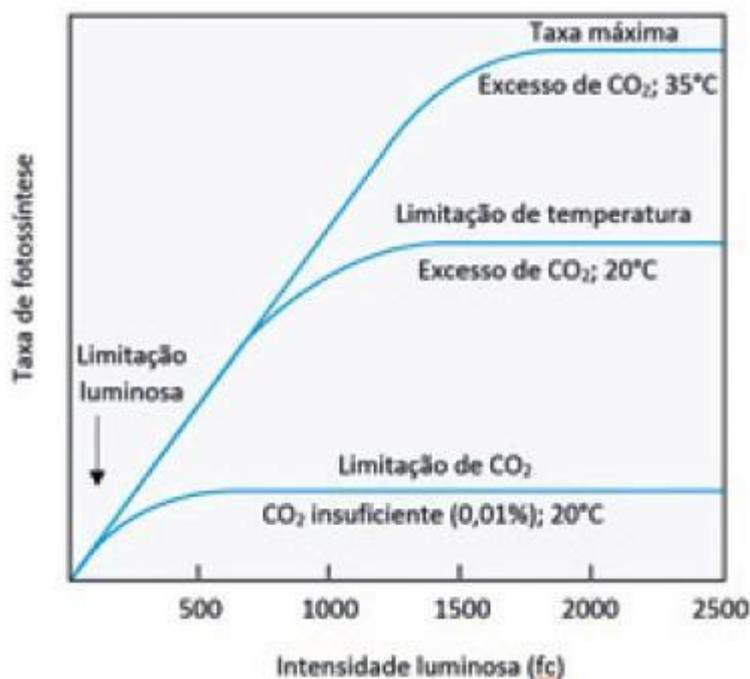
*Nanotubos de carbono incrementam a fotossíntese de plantas. Disponível em: <http://lqes.iqm.unicamp.br>. Acesso em: 14 nov. 2014 (Adaptado)*

O aumento da eficiência fotossintética ocorreu pelo fato de os nanotubos de carbono promoverem diretamente a

- (A) utilização de água
- (B) absorção de fótons
- (C) formação de gás oxigênio
- (D) proliferação dos cloroplastos
- (E) captação de dióxido de carbono.

**Gabarito: B**

**04.** (PUC-SP/2017.2) O botânico inglês F.F. Blackman notabilizou-se por seus estudos sobre fotossíntese vegetal. Ele mediu os efeitos de diferentes intensidades luminosas, concentrações de CO<sub>2</sub> e temperaturas sobre a taxa de fotossíntese. Alguns dos resultados de seus experimentos podem ser visualizados no gráfico a seguir.



Considerando o gráfico acima e os seus conhecimentos sobre esse processo biológico, pode-se concluir que, na fotossíntese,

- (A) a síntese de carboidratos é um fenômeno que não depende da temperatura.
- (B) o fator luz é o único responsável pelas variações na taxa fotossintética.
- (C) ocorrem fenômenos que dependem diretamente da luz e fenômenos independentes da luz.
- (D) as limitações de CO<sub>2</sub> e de temperatura são superadas quando há bastante luz

**Gabarito: C**

**05.** (ENEM 2009) A fotossíntese é importante para a vida na Terra. Nos cloroplastos dos organismos fotossintetizantes, a energia solar é convertida em energia química que, juntamente com água e gás carbônico (CO<sub>2</sub>), é utilizada para a síntese de compostos orgânicos (carboidratos). A fotossíntese é o único processo de importância biológica capaz de realizar essa conversão. Todos os organismos, incluindo os produtores, aproveitam a energia armazenada nos carboidratos para impulsionar os processos celulares, liberando CO<sub>2</sub> para a atmosfera e água para a célula por meio da respiração celular. Além disso, grande fração dos recursos energéticos do planeta, produzidos tanto no presente (biomassa) como em tempos remotos (combustível fóssil), é resultante da atividade fotossintética.

As informações sobre obtenção e transformação dos recursos naturais por meio dos processos vitais de fotossíntese e respiração, descritas no texto, permitem concluir que:

- (A) O CO<sub>2</sub> e a água são moléculas de alto teor energético.
- (A) Os carboidratos convertem energia solar em energia química.
- (B) A vida na Terra depende, em última análise, da energia proveniente do Sol.
- (C) O processo respiratório é responsável pela retirada de carbono da atmosfera.
- (D) A produção de biomassa e de combustível fóssil, por si, é responsável pelo aumento de CO<sub>2</sub> atmosférico.

**Gabarito: C**

**06.** (FUVEST) O gás carbônico e o oxigênio estão envolvidos no metabolismo energético das plantas. Acerca desses gases pode-se dizer que:

- (A) o oxigênio é produzido apenas à noite;
- (B) o oxigênio é produzido apenas durante o dia;
- (C) o gás carbônico é produzido apenas à noite;

- (D) o gás carbônico é produzido apenas durante o dia;
- (E) o oxigênio e o gás carbônico são produzidos dia e noite.

**Gabarito: B**

**07.** (ENEM 2019) O efeito estufa não é fenômeno recente e, muito menos, naturalmente maléfico. Alguns dos gases que o provocam funcionam como uma capa protetora que impede a dispersão total do calor e garante o equilíbrio da temperatura na Terra. Cientistas americanos da Universidade da Virgínia alegam ter descoberto um dos primeiros registros da ação humana sobre o efeito estufa. Há oito mil anos, houve uma súbita elevação da quantidade de CO<sub>2</sub> na atmosfera terrestre. Nesse mesmo período, agricultores da Europa e da China já dominavam o fogo e haviam domesticado cães e ovelhas. A atividade humana da época com maior impacto sobre a organização social e sobre o ambiente foi o começo do plantio de trigo, cevada, ervilha e outros vegetais. Esse plantio passou a exigir áreas de terreno livre de sua vegetação original, providenciadas pelos inúmeros grupos humanos nessas regiões com métodos elementares de preparo do solo, ainda hoje, usados e condenados, em razão dos problemas ambientais decorrentes.

*Aquecimento global e a nova geografia de produção no Brasil.*

Disponível em: <<http://www.embrapa.br/publicacoes/tecnico/aquecimentoglobal.pdf>>.

Acesso em: 23 jun. 2009. (Com adaptações).

Segundo a hipótese levantada pela pesquisa sobre as primeiras atividades humanas organizadas, o impacto ambiental mencionado foi decorrente

- (A) da manipulação de alimentos cujo cozimento e consumo liberavam grandes quantidades de calor e gás carbônico.
- (B) da queima ou da deterioração das árvores derrubadas para o plantio, que contribuíram para a liberação de gás carbônico e poluentes em proporções significativas.
- (C) do início da domesticação de animais no período mencionado, a qual contribuiu para uma forte elevação das emissões de gás metano.
- (D) da derrubada de árvores para a fabricação de casas e móveis, que representou o principal fator de liberação de gás carbônico na atmosfera naquele período.
- (E) do incremento na fabricação de cerâmicas que, naquele período, contribuiu para a liberação de material particulado na atmosfera.

**Gabarito: B**

**08.** O processo de fotossíntese é responsável por captar CO<sub>2</sub> da atmosfera e fixar este carbono na forma de compostos orgânicos que irão compor o organismo do ser fotossintetizante e, conseqüentemente, dos organismos que dele se alimentam na cadeia alimentar. Este é um dos motivos pelos quais a fotossíntese é um processo muito importante para a manutenção da vida em nosso planeta. Quais atividades humanas são capazes de realizar o inverso do que aqui foi atribuído aqui à fotossíntese?

- (A) Desmatamento e queimadas
- (B) Caça e pesca
- (C) Agricultura e reflorestamento
- (D) Queimadas e irrigação
- (E) Represamento e assoreamento de rios.

**Gabarito: A**

**09.** Um dos resultados da fotossíntese é a produção e liberação de gás oxigênio na atmosfera. Este gás é vital para a maioria dos organismos que realizam respiração aeróbia, como os animais e as próprias plantas. Sem a ocorrência da fotossíntese a maioria dos seres vivos que existem atualmente não conseguiriam sobreviver, incluindo o ser humano. É sabido que as maiores responsáveis pela liberação de gás oxigênio na atmosfera são as algas, o que não é desculpa para não se preservar a vegetação terrestre, pois esta contribui com uma série de outros benefícios que em conjunto, também, levam à própria preservação das algas.

Muitas ações humanas acabam, mesmo que indiretamente, afetando a taxa de fotossíntese nos ecossistemas, mas qual ação humana poderia prejudicar, diretamente, o equilíbrio ecológico de ambientes aquáticos, afetando assim, as maiores produtoras de oxigênio para nossa atmosfera?

- (A) Uso de agrotóxicos em lavouras.
- (B) Derramamento de petróleo no mar.
- (C) Impermeabilização do solo.
- (D) Uso de automóveis movidos a gasolina.
- (E) Pecuária intensiva.

**Gabarito: B**

**10.** As mudanças climáticas em nosso planeta são uma triste realidade atual. Infelizmente, variações de temperatura afetam diretamente os seres vivos, como as algas, que têm o seu ciclo de vida comprometido, prejudicando sua proliferação ou mesmo levando algumas espécies à extinção, o que pode resultar numa alteração da produção de oxigênio na Terra.

Além das mudanças climáticas, o desmatamento, que inclusive contribui para o problema anterior, é outra situação grave que afeta os organismos que fazem fotossíntese. Grandes áreas de florestas são devastadas, anualmente, em todo o mundo, destruindo habitats, levando espécies à extinção e aumentando a concentração de gás carbônico como resultado da

- (A) fotossíntese
- (B) respiração
- (C) decomposição
- (D) quimiossíntese
- (E) mineração

**Gabarito: C**

### 2º Momento: Nivelamento e ampliação

*Leitura do texto:*

#### **Superfotossíntese pode acelerar agricultura em 40%**

*A correção de um “engano” genético torna as safras bem mais eficientes.*

Por Ingrid Luisa 14 fev 2019, 14h49



Não é segredo para ninguém que, por meio da fotossíntese, as plantas produzem seu próprio alimento. Utilizando a luz solar como fonte de energia, elas sintetizam moléculas orgânicas a partir do gás carbônico ( $\text{CO}_2$ ) e da água. O subproduto disso é o oxigênio ( $\text{O}_2$ ). Mas, nesse processo, há uma falha evolutiva: a enzima que captura o  $\text{CO}_2$ , chamada de RuBisCo, às vezes, pega uma molécula de  $\text{O}_2$ , por engano. O resultado é um grande gasto de energia por parte da planta para corrigir o erro.

No passado, isso não era um problema: quando a fotossíntese surgiu, a atmosfera da Terra era rica em  $\text{CO}_2$  e pobre em  $\text{O}_2$ , mas esses níveis se inverteram nos últimos 3,4 bilhões de anos, justamente, por “culpa” dos seres fotossintetizantes. Hoje, a “fotorrespiração” (nome científico do engano) é tão demandante para os vegetais que reduz a eficiência da fotossíntese em até 50%. “Poderíamos alimentar até 200 milhões de pessoas com essa energia perdida”, diz Donald Ort, da Universidade de Illinois. O time do pesquisador decidiu interferir no processo: usando engenharia genética, criaram um atalho que reduz o gasto energético na correção da fotorrespiração. Sobra mais para a fotossíntese, que bomba o crescimento das

safras. Eles conseguiram um ganho de 40% de eficiência em laboratório e, pretendem replicar o método para plantações de soja, tomate, arroz e batata.

1. Resuma a ideia central do texto lido. Relacione esta ideia aos conteúdos estudados, anteriormente, neste módulo.

2. Discuta e registre os principais impactos (positivos e negativos) que a intervenção apresentada no texto pode causar tanto para o meio ambiente quanto para a sociedade. Apresente intervenções humanas em outros processos biológicos e organismos vivos que se assemelham ao exposto no texto “Superfotossíntese pode acelerar agricultura em 40%”.

3. Faça uma pesquisa sobre “O que são processos de intervenção ambiental”, relacionando este conceito aos processos agrícolas desenvolvidos atualmente.

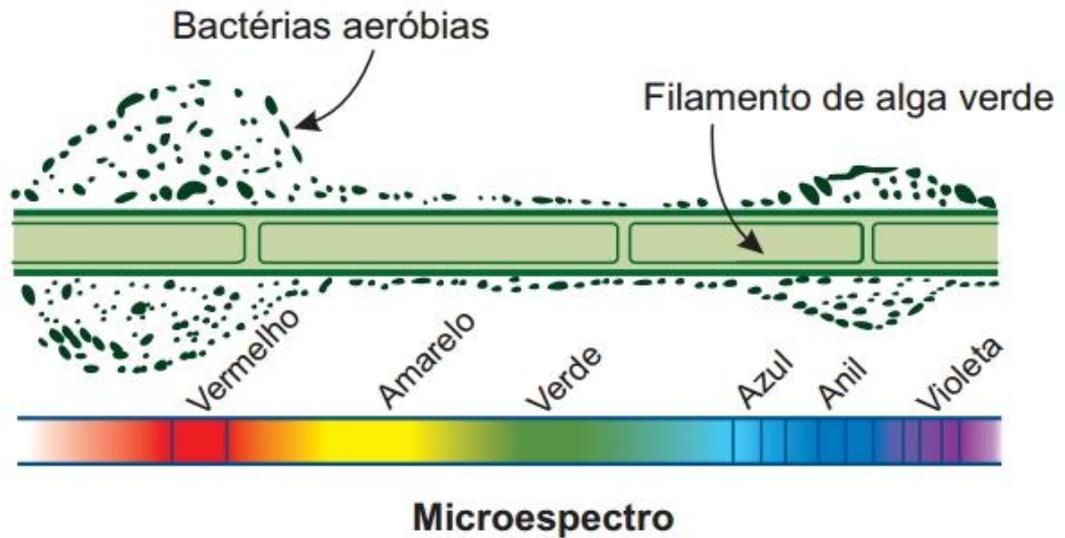
4. Um dos assuntos do texto é a agricultura. Faça uma pesquisa sobre os possíveis impactos ambientais a serem gerados no meio ambiente em consequência da implementação de processos agrícolas.

5. Discuta e elabore tópicos de soluções para os problemas pesquisados na questão 4.



## MOMENTO ENEM

**01.** (ENEM 2020) Em uma aula sobre metabolismo energético, foi apresentado um experimento clássico realizado por Engelmann. Um recipiente contendo bactérias aeróbias e uma alga verde filamentosa foi submetido à iluminação de uma fonte de luz, representada pelo microespectro. Após a explicação, um aluno esquematizou na lousa o resultado do referido experimento.



Considerando a figura, a faixa do microespectro em que a alga possui maior taxa de realização fotossintética é a do:

- (A) Anil.
- (B) Verde.
- (C) Violeta.
- (D) Amarelo.
- (E) Vermelho.

**Gabarito: E**

**02.** (ENEM 2020 PPL) As plantas, em sua fase de crescimento, necessitam de grande quantidade de carbono, sequestrado pela fotossíntese, para a produção de biomassa.

O sequestro de carbono pelas plantas é aumentado

- (A) Reciclando papel.
- (B) Mantendo intactas as florestas nativas.
- (C) Fazendo o replantio das áreas degradadas.
- (D) Evitando a queima de madeira e de áreas de floresta.
- (E) Substituindo a madeira de bens duráveis por materiais alternativos.

**Gabarito: C**

**03.** (ENEM 2018 PPL) A fotossíntese é um processo físico-químico realizado por organismos clorofilados. Nos vegetais, é dividido em duas fases complementares: uma responsável pela síntese de ATP e pela redução do  $\text{NAD}^+$  e a outra pela fixação de carbono.

Para que a etapa produtora de ATP e NADPH ocorra, são essenciais

- (A) Água e oxigênio.
- (B) Glicose e oxigênio.
- (C) Radiação luminosa e água.
- (D) Glicose e radiação luminosa.
- (E) Oxigênio e dióxido de carbono.

**Gabarito: C**

**04.** (ENEM 2018 PPL) No século XVII, um cientista alemão chamado Jan Baptista van Helmont fez a seguinte experiência para tentar entender como as plantas se nutriam: plantou uma muda de salgueiro, que pesava 2,5 kg, em um vaso contendo 100 kg de terra seca. Tampou o vaso com uma placa de ferro perfurada para deixar passar água. Molhou diariamente a planta com água da chuva. Após 5 anos, pesou novamente a terra seca e encontrou os mesmos 100 kg, enquanto que a planta de salgueiro pesava 80 kg.

BAKER, J. J. W; ALLEN, G. E. Estudo da biologia. São Paulo: Edgar Blucher, 1975 (adaptado).

Os resultados desse experimento permitem confrontar a interpretação equivocada do senso comum de que as plantas

- (A) Absorvem gás carbônico do ar.
- (B) Usam a luz como fonte de energia.
- (C) Absorvem matéria orgânica do solo.
- (D) Usam a água para constituir seu corpo.
- (E) Produzem oxigênio na presença de luz.

**Gabarito: C**

**05.** (ENEM ppl 2017) A célula fotovoltaica é uma aplicação prática do efeito fotoelétrico. Quando a luz incide sobre certas substâncias, libera elétrons que, circulando livremente de átomo para átomo, formam uma corrente elétrica. Uma célula fotovoltaica é composta por uma placa de ferro recoberta por uma camada de selênio e uma película transparente de ouro. A luz atravessa a película, incide sobre o selênio e retira elétrons, que são atraídos pelo ouro, um ótimo condutor de eletricidade. A película de ouro é conectada à placa de ferro, que recebe os elétrons e os devolve para o selênio, fechando o circuito e formando uma corrente elétrica de pequena intensidade.

DIAS, C. B. Célula fotovoltaica. Disponível em: <http://super.abril.com.br>. Acesso em: 16 ago. 2012  
(adaptado).

O processo biológico que se assemelha ao descrito é a

- (A) Fotossíntese.
- (B) Fermentação.
- (C) Quimiossíntese.
- (D) Hidrólise de ATP.
- (E) Respiração celular.

**Gabarito: A**

### 3. Quimiossíntese

A quimiossíntese é um processo autotrófico de produção de compostos orgânicos, assim como a fotossíntese, porém ocorre independentemente da existência de energia luminosa. Justamente, microrganismos autotróficos que habitam, por exemplo, as regiões mais profundas dos oceanos, são capazes de realizar este processo, uma vez que estão adaptados à ausência completa de luz solar.

Lembre-se que os organismos autotróficos são todos aqueles capazes de sintetizar compostos orgânicos que lhes servirão de alimento, independentemente de serem fotossintetizantes ou quimiossintetizantes.

Dentre os principais organismos autotróficos quimiossintetizantes, podemos citar:

- Sulfobactérias: quimiossintetizantes que oxidam os chamados compostos de enxofre;
- Nitrobactérias: grupo de bactérias que oxidam compostos de nitrogênio;
- Ferrobactérias: bactérias quimiossintetizantes que oxidam compostos de ferro.

Enquanto que a energia necessária para a realização da fotossíntese provém do Sol, a energia para o processo de quimiossíntese é proveniente da oxidação de compostos inorgânicos reduzidos, cuja composição química contém elementos como o nitrogênio (N), o enxofre (S) ou o ferro (Fe), ou ainda pode ser proveniente da oxidação do gás hidrogênio.

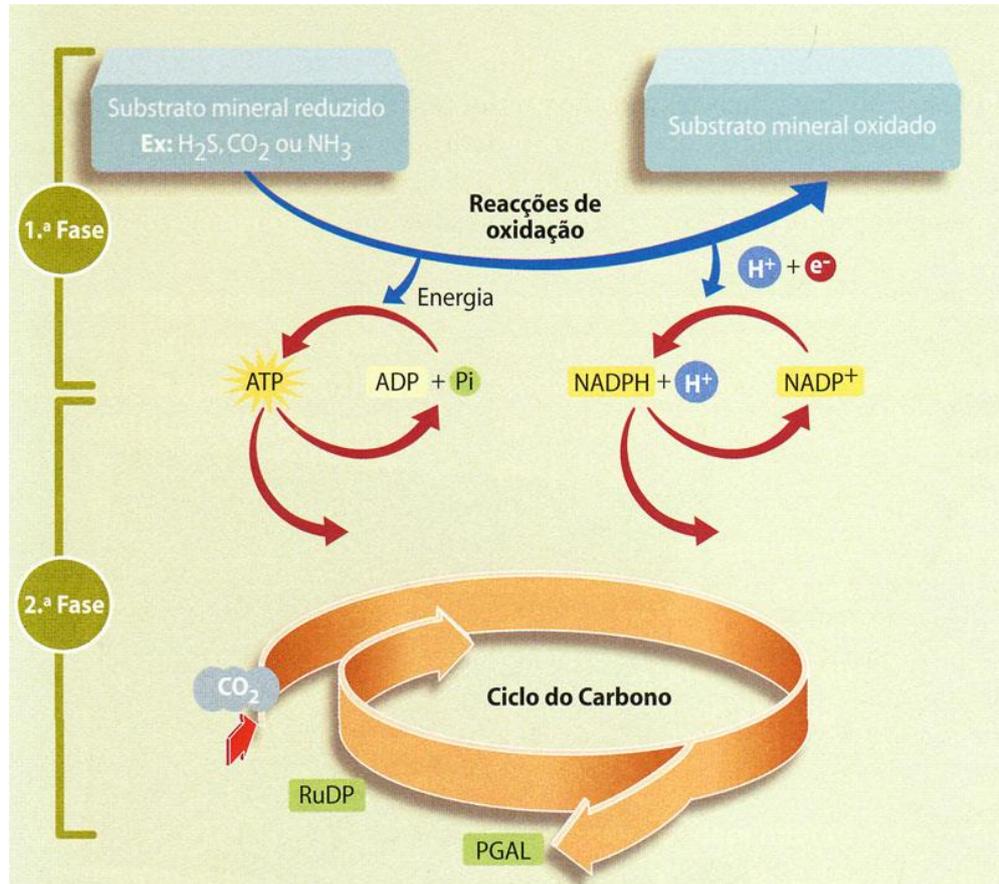
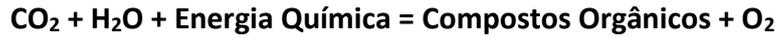
#### 3.1. Etapas da quimiossíntese

O processo de quimiossíntese acontece em duas etapas:

1ª) Oxidação de substâncias inorgânicas que liberam prótons e elétrons, formando moléculas NADPH e ATP.

2ª) Incorporação de gás carbônico para produção de substâncias orgânicas a partir da obtenção de carbono (C).

A seguinte equação resume o processo:



Fonte: <https://essaseoutras.com.br/wp-content/uploads/2011/06/quimiossintese-2.jpg>. Acesso em jun 2022.

### 3. 3 Importância da quimiossíntese

Os organismos quimiossintetizantes, assim como, as plantas e as algas, contribuem nos ecossistemas fazendo parte do conjunto de organismos produtores, ou seja, promovendo a produção primária de compostos orgânicos. Organismos quimiossintetizantes, normalmente, habitam ambientes inóspitos, quer dizer, ecossistemas de condições extremas onde poucos seres vivos seriam capazes de viver, como por exemplo fontes hidrotermais em abismos oceânicos, lagos congelados, ambientes aquáticos com alta salinidade ou ainda muito ácidos. Estes seres vivos constituem a base das cadeias alimentares dos ecossistemas dos quais fazem parte, sustentando assim, uma série de comunidades de outros organismos em locais onde não há a possibilidade de se chegar a luz solar para a realização da fotossíntese.

A energia que sustenta esses ecossistemas provém dos minerais e compostos químicos, então, a quimiossíntese, nesses ambientes, é um processo indispensável de manutenção da vida. Assim, por meio da oxidação de moléculas inorgânicas, organismos quimiossintetizantes são capazes de obter energia para a produção de compostos orgânicos.

Entretanto, este é um processo que não ocorre apenas em ambientes extremos. Existem seres quimiossintetizantes que não são extremófilos, como as bactérias nitrificantes pertencentes aos gêneros *Nitrosomonas* e *Nitrobacter* que realizam a quimiossíntese, por meio da oxidação da amônia e do nitrito, respectivamente, garantindo, assim, a obtenção necessária de energia para a fixação do gás carbônico.

Apesar das diferenças quanto a fonte primária de energia utilizada, ambos os processos de quimiossíntese e fotossíntese utilizam o gás carbônico como fonte de carbono para a produção de açúcares.



## SUGESTÃO DE ATIVIDADE

1. Elabore um mapa mental (mapa conceitual) partindo do termo central "quimiossíntese" e conectando a este outros termos e conceitos que resumem o processo, com informações como: tipo de processo metabólico; compostos utilizados; fonte de energia primária utilizada; importância do processo; organismos que o realizam (sob quais condições) etc.

Caso, não saiba o que é um mapa mental ou mapa conceitual, acesse o *link*, a seguir, para conhecer e compreender mais sobre esta metodologia, bem como alguns exemplos.

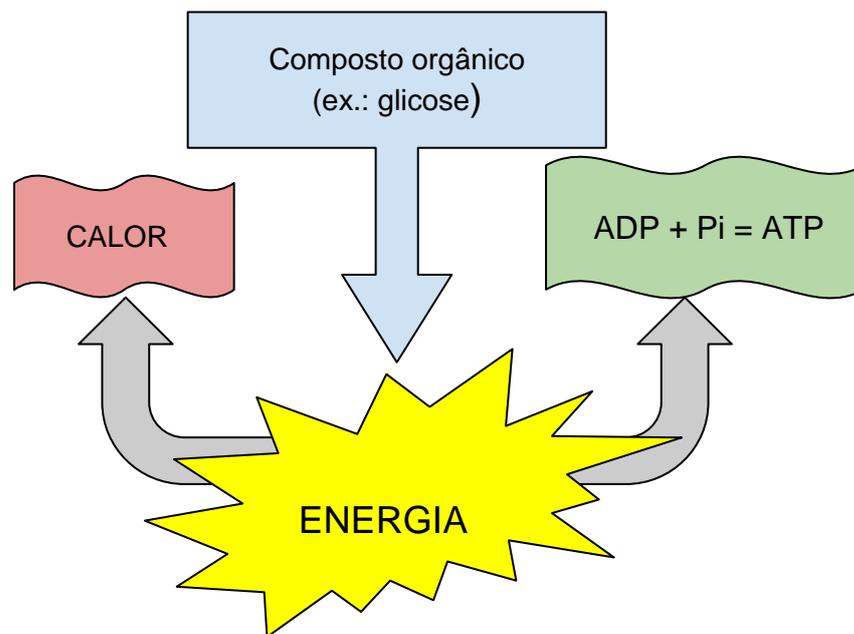
Como fazer um mapa mental? Passo a passo completo (ucpel.edu.br):

<https://ead.ucpel.edu.br/blog/como-fazer-mapa-mental>

2. Elabore um quadro comparativo entre os processos de quimiossíntese e fotossíntese.

### 3. Respiração celular

A respiração celular é um processo que utiliza compostos orgânicos para a obtenção de energia. Envolve várias reações químicas cujo objetivo é a degradação, ou seja, a quebra de moléculas orgânicas. Estas reações ocorrem no interior da célula e vão resultar na liberação de energia contida nas ligações químicas dos elementos das moléculas participantes. Parte dessa energia dissipa-se para fora da célula, ou organismo, na forma de calor e outra parte é convertida em energia química a ser armazenada nas ligações químicas das moléculas de ATP. Esta é uma forma de armazenar energia até que ela precise ser utilizada, novamente, em algum outro processo metabólico celular. Pode-se dizer, então, que o objetivo da respiração celular é a síntese de moléculas de ATP.



Fonte: Elaborado pelos autores, 2022.

Os carboidratos são compostos orgânicos utilizados no processo de obtenção de energia, sendo a glicose o principal. Entretanto, na falta de carboidratos, as células podem utilizar gorduras (lipídios) e, na falta destas, chegam a metabolizar as proteínas com o objetivo de obtenção de energia.

As reações para obtenção de energia podem ou não envolver a molécula de gás oxigênio ( $O_2$ ) como um de seus reagentes. Sendo assim, existe a possibilidade do processo ser

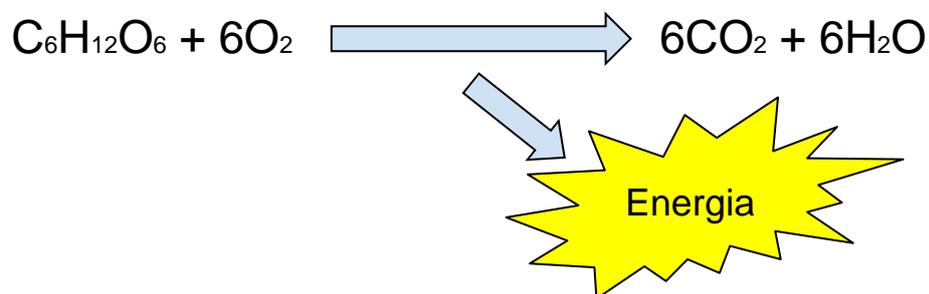
aeróbio (ou aeróbico) quando o O<sub>2</sub> participa, ou anaeróbio (ou anaeróbico) quando não há participação do O<sub>2</sub>.

Existem células (e organismos) que só realizam um ou outro processo, entretanto, existem, também, aquelas que podem realizar os dois. Assim, podemos classificar as células em:

- Aeróbias estritas – Realizam apenas o processo aeróbio, morrendo na ausência de O<sub>2</sub>. Como é o caso, por exemplo, da maioria das células de um organismo pluricelular (plantas e animais).
- Anaeróbias estritas ou obrigatórias – Realizam o processo anaeróbio, sendo prejudicadas pela presença do O<sub>2</sub>, que, inclusive, pode matá-las. Por exemplo: seres unicelulares, como a bactéria *Clostridium tetani*, microrganismo causador do tétano.
- Anaeróbias facultativas – Realizam os dois processos: aeróbio e anaeróbio, de acordo com a disposição de O<sub>2</sub> no ambiente. Por exemplo, o que ocorre em nossas células musculares esqueléticas.

### 3.1 Respiração aeróbia

No metabolismo celular, a respiração aeróbia, normalmente, é feita a partir da glicose. Esse processo envolve uma reação exergônica, ou seja, que libera energia para o metabolismo, sendo, simplificada, representada, a seguir:



Fonte: Elaborado pelos autores, 2022.

É a partir da alimentação que, majoritariamente, os seres vivos heterótrofos obtêm a glicose (C<sub>6</sub>H<sub>12</sub>O<sub>6</sub>) a ser utilizada como reagente no processo metabólico da respiração celular,

enquanto que os seres autótrofos conseguem produzir esta molécula energética, por meio da fotossíntese ou quimiossíntese.

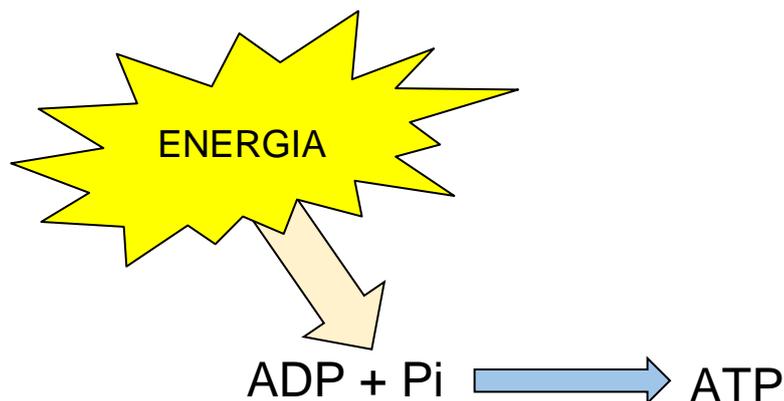
Outro reagente da respiração (aeróbia) é o gás oxigênio ( $O_2$ ). Este, normalmente, é proveniente do meio ambiente (água ou atmosfera) a depender de qual espécie estamos falando (peixes ou aves, por exemplo).

Um dos produtos do processo de respiração é o gás carbônico ou dióxido de carbono ( $CO_2$ ). Por ser uma substância tóxica, quando em altas concentrações no interior de um organismo ou célula, precisa ser liberada para o ambiente externo. Esta é uma substância caracterizada como um óxido ácido. Por isso, quanto maior a sua concentração num meio, mais ácido esse meio se torna. É, justamente, esta acidificação em excesso que pode levar as células à morte.

Perceba que na respiração aeróbia, portanto, há, normalmente, uma troca de gases (absorção de  $O_2$  e eliminação do  $CO_2$ ) entre o organismo e o meio ambiente.

Outro produto do processo de respiração celular é a água ( $H_2O$ ), que poderá ser utilizada no próprio metabolismo celular ou, ainda, eliminada da célula. Em um organismo pluricelular como uma planta ou animal, a água é eliminada, por meio de diferentes processos como transpiração, por exemplo.

A fabricação de moléculas de ATP advém da fosforilação do ADP, a partir da absorção da energia produzida durante o processo de respiração celular, como resumido a seguir:



Fonte: Elaborado pelos autores, 2022.

Em se tratando de respiração aeróbia, podemos dividir o processo em três etapas:

### 3.1.1 Glicólise

A glicólise (do grego: glykḗs, açúcar e lýsis, quebra) pode ser definida como um processo constituído por um caminho metabólico através do qual uma molécula de glicose é quebrada em duas moléculas de ácido pirúvico - um composto de menor energia que pode ser obtido da glicose sem a utilização de oxigênio. Esta etapa ocorre no citoplasma da célula de qualquer ser vivo, anaeróbio ou aeróbio.

A glicólise é um processo que ocorre, também, em etapas, envolvendo 10 reações enzimáticas e resultando, então, na formação de ácido pirúvico.

Inicialmente, a molécula de glicose é ativada pela adição de fosfatos que são provenientes de duas moléculas de ATP. Pode parecer contraditório que um processo que tem como objetivo a produção de ATP, também, gaste este mesmo ATP, para sua realização. Apesar disso, este processo se torna vantajoso, pois o saldo final de moléculas energéticas, ainda, é positivo: a glicólise produz quatro moléculas de ATP e gasta duas, ou seja, o saldo líquido da glicólise é ainda de 2 ATPs.

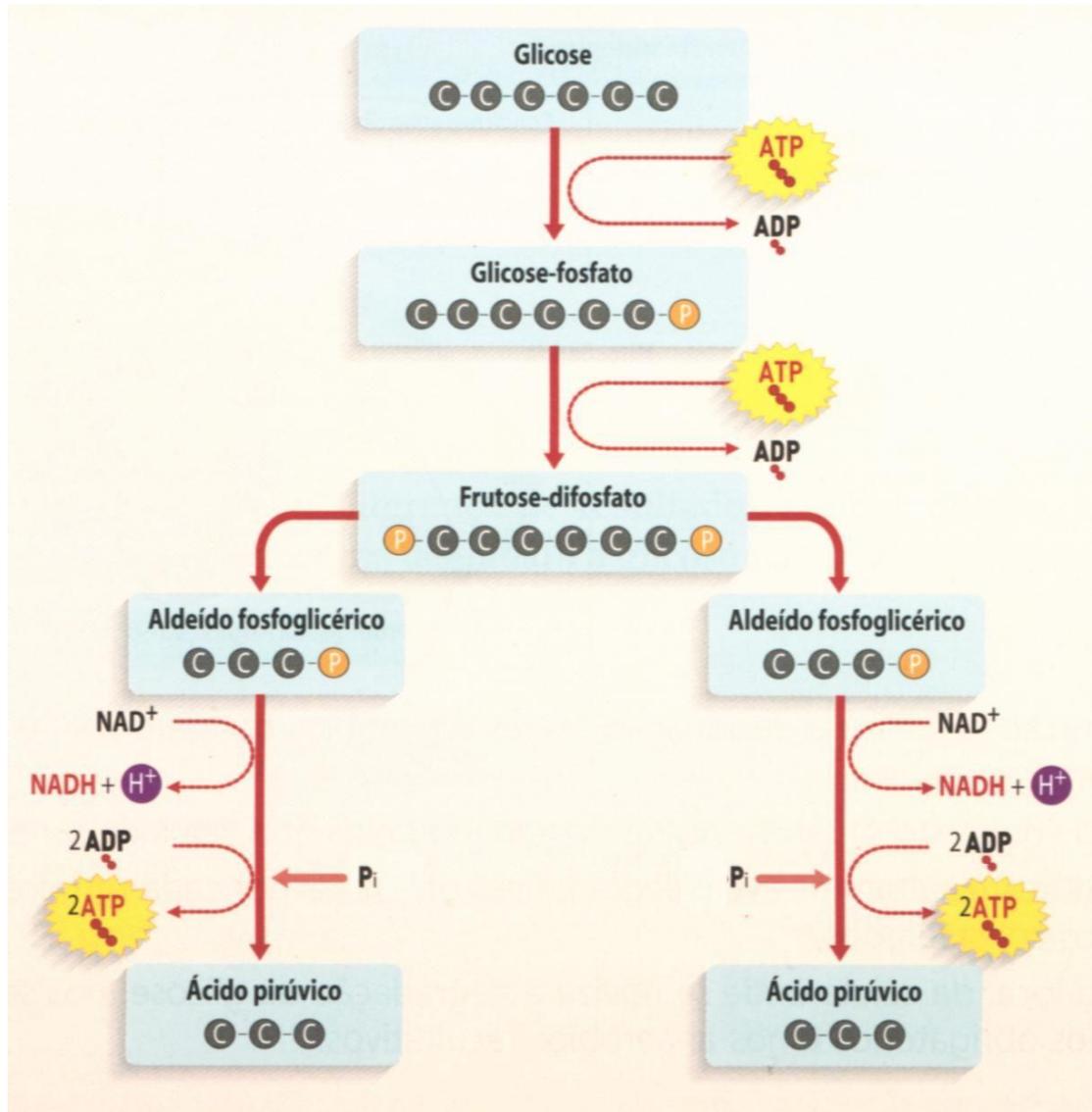
Durante as reações de glicólise, além do ácido pirúvico formado, observa-se a liberação de quatro elétrons e quatro íons  $H^+$ . Dois íons  $H^+$  e quatro elétrons são capturados por duas moléculas de  $NAD^+$  (nicotinamida-adenina), dando origem a moléculas de NADH. Lembre-se que o  $NAD^+$  é um aceptor de elétrons que consegue capturar elétrons de reações de degradação e levá-los até reações que promovem a síntese de ATP.

Devido a esta característica de consumir energia para produzir energia, diz-se que a glicólise apresenta duas etapas:

1ª) Fase preparatória - com utilização da energia da hidrólise de ATP.

2ª) Fase de pagamento - formação de quatro moléculas de ATP, que é a quantidade mais que suficiente para se repor a energia gasta inicialmente.

Observe na figura, a seguir, o que ocorre com a glicose até a produção das duas moléculas de piruvato durante a glicólise.

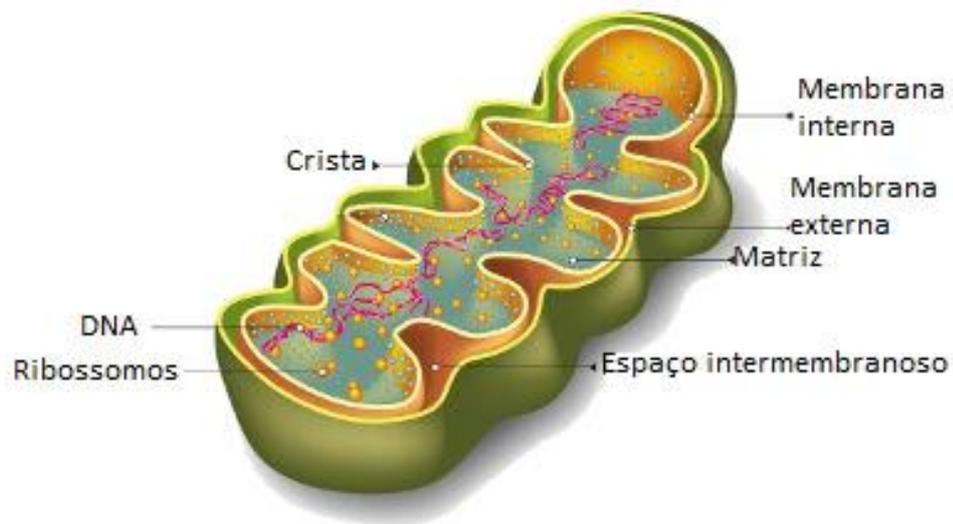


Fonte: Pinterest. Disponível:

<https://i.pinimg.com/originals/91/e0/53/91e053dd0eb8b6dfedd04e0f0dd0c499.jpg>. Acesso em jun 2022.

### 3.1.2 Ciclo de krebs

O Ciclo de Krebs ou Ciclo do Ácido Cítrico é uma das etapas metabólicas da respiração celular aeróbica que ocorre na matriz mitocondrial de células animais.



Fonte: Mundo Educação. Disponível em: <https://bitly.com/LfbLHc>. Acesso em jun 2022.

Representação de uma célula animal com ênfase em uma mitocôndria (organela membranosa), onde ocorre o processo de respiração celular. A etapa referente ao ciclo de Krebs, ocorre no interior da mitocôndria, na região denominada matriz mitocondrial.

A função do ciclo de Krebs é promover a degradação de produtos do metabolismo dos carboidratos, lipídios e de diversos aminoácidos. Essas substâncias são convertidas em acetil-CoA, com a liberação de  $\text{CO}_2$  e  $\text{H}_2\text{O}$  e síntese de ATP (energia para a célula).

Entre as diversas etapas do ciclo de Krebs, ainda, são produzidos intermediários que poderão ser utilizados como precursores na síntese de biomoléculas (ex.: aminoácidos).

É nesta etapa que ocorre, de fato, a transferência da energia química presente nas moléculas orgânicas para moléculas de ATP, que serão utilizadas nas atividades celulares.

### **3.2.1.1 Reações do Ciclo de Krebs**

O ciclo de Krebs corresponde a uma sequência de oito reações oxidativas, ou seja, que necessitam de oxigênio.

Cada uma das reações conta com a participação de enzimas encontradas nas mitocôndrias. As enzimas são responsáveis por catalisar (acelerar) as reações.

#### *Etapas do Ciclo de Krebs*

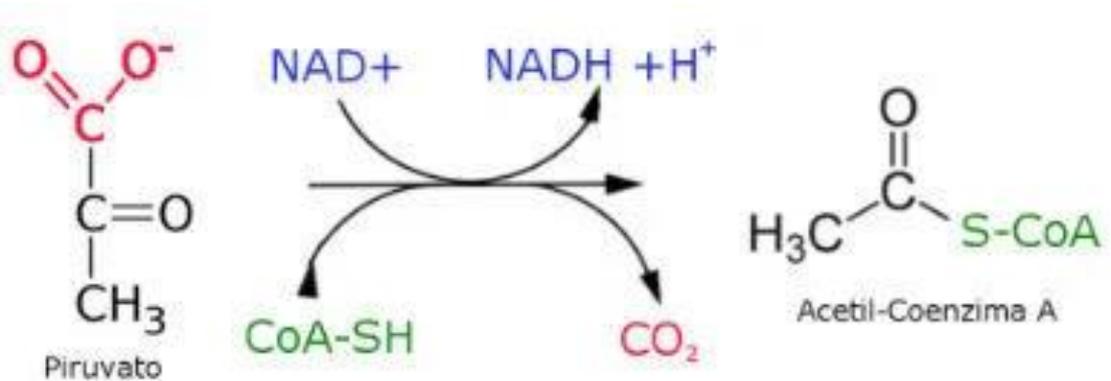
##### **A. Descarboxilação Oxidativa do Piruvato**

A glicose (C<sub>6</sub>H<sub>12</sub>O<sub>6</sub>) proveniente da degradação dos carboidratos se converterá em duas moléculas de ácido pirúvico ou piruvato (C<sub>3</sub>H<sub>4</sub>O<sub>3</sub>). A glicose é degradada através da Glicólise e, é uma das principais fontes de Acetil-CoA.

A descarboxilação oxidativa do piruvato dá início ao ciclo de Krebs. Ela corresponde a remoção de um CO<sub>2</sub> do piruvato, gerando o grupo acetil que se liga a coenzima A (CoA) e forma o Acetil-CoA.

Observe que essa reação produz NADH, uma molécula carreadora de energia.

Descarboxilação oxidativa do piruvato para formar o Acetil-CoA.



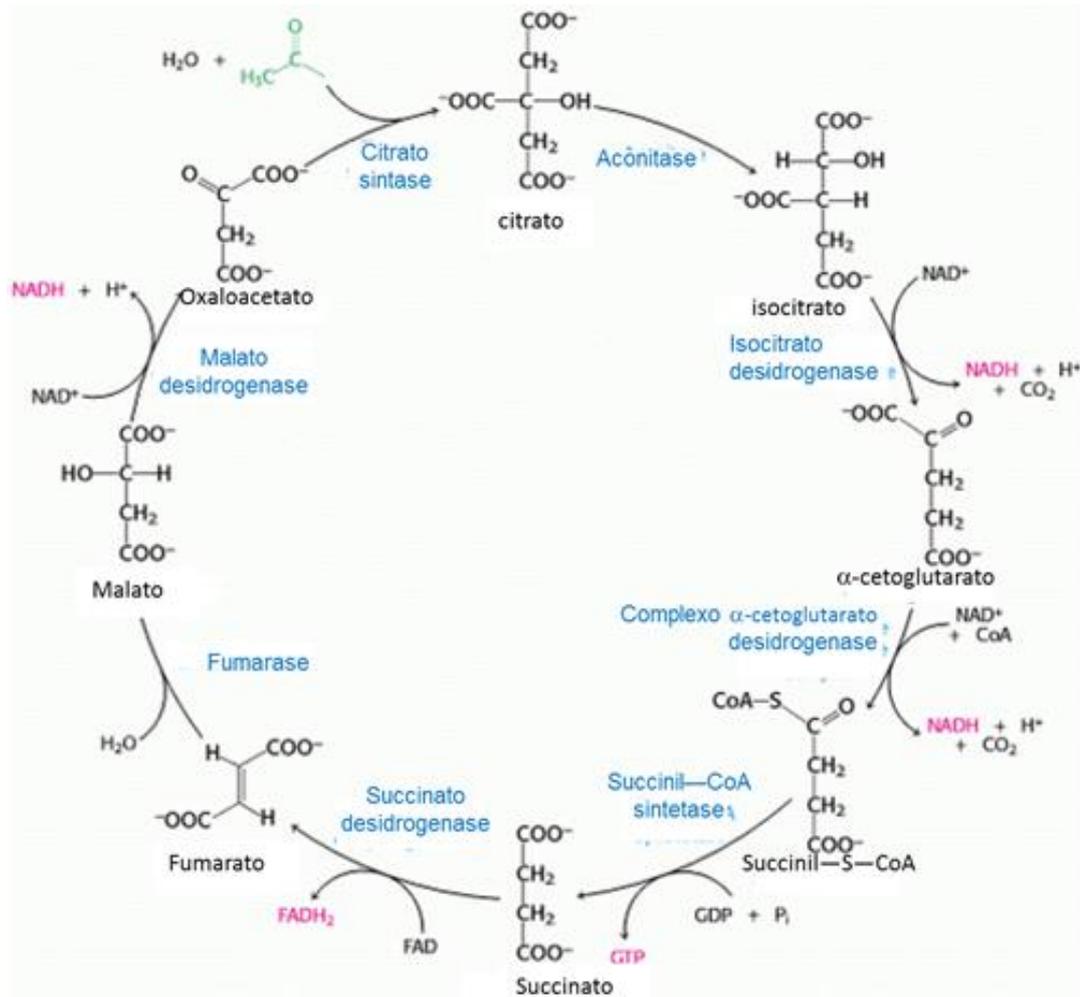
Fonte: Toda Matéria. Disponível em: <https://static.todamateria.com.br/upload/ac/et/acetilfinal.jpg>. Acesso em 2022.

### **B. Reações do Ciclo de Krebs**

Com a formação do acetil-CoA é dado início ao ciclo de Krebs, na matriz das mitocôndrias. Ele integrará uma cadeia de oxidação celular, ou seja, uma sequência de reações a fim de oxidar os carbonos, transformando-os em CO<sub>2</sub>.

Com base na imagem do ciclo de Krebs, acompanhe o passo a passo de cada reação:

- Etapas (1 - 2) → A enzima citrato sintetase catalisa a reação de transferência do grupo acetil, proveniente da acetil-CoA, para o ácido oxaloacético ou oxaloacetato formando o ácido cítrico ou citrato e liberando a Coenzima A. O nome do ciclo está relacionado com a formação do ácido cítrico e as diversas reações que decorrem.
- Etapas (3 - 5) → Ocorrem reações de oxidação e descarboxilação originando ácido cetoglutárico ou cetoglutarato. É liberado CO<sub>2</sub> e forma-se NADH<sup>+</sup> + H<sup>+</sup>.

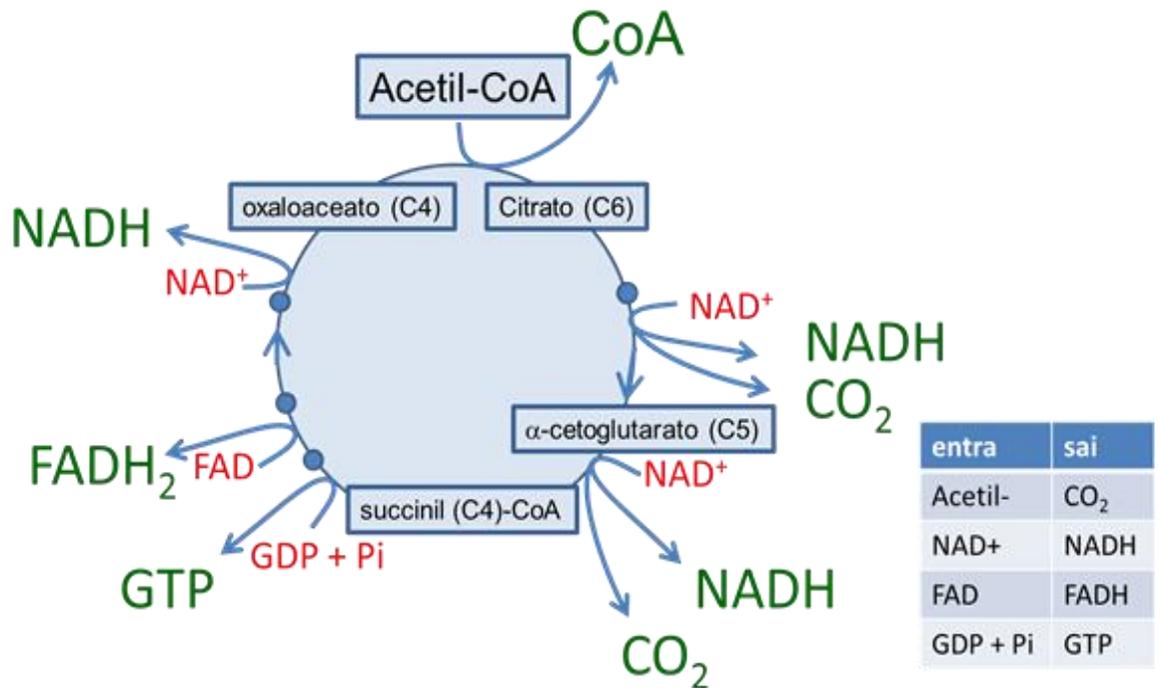


Fonte: IF Triângulo Mineiro. Disponível em:

<https://sites.google.com/site/biologiaufal20122/eventos/me-03>. Acesso em um 2022.

- Etapas (6 - 7) → Em seguida o ácido cetoglutárico passa por reação de descarboxilação oxidativa, catalisada por um complexo enzimático do qual fazem parte a CoA e o NAD<sup>+</sup>. Essas reações originarão ácido succínico, NADH<sup>+</sup> e uma molécula de GTP, que posteriormente, transferem sua energia para uma molécula de ADP, produzindo assim ATP.
- Etapa (8) → O ácido succínico ou succinato é oxidado a ácido fumárico ou fumarato, cuja coenzima é o FAD. Assim será formando FADH<sub>2</sub>, outra molécula carregadora de energia.
- Etapas (9 -10) → O ácido fumárico é hidratado formando o ácido málico ou malato. Por fim, o ácido málico sofrerá oxidação formando o ácido oxaloacético, reiniciando o ciclo.

Resumo do ciclo de krebs.



Fonte: IF Triângulo Mineiro. Disponível em: <https://bityli.com/eOojKR>. Acesso em jun 2022.

### 3.1.3 Cadeia respiratória

A terceira e última etapa da respiração celular é chamada de cadeia respiratória ou cadeia transportadora de elétrons. Este processo ocorre no interior das mitocôndrias e, também, tem como objetivo a geração de energia em forma de ATP. A maior parte do ATP produzido pelo processo de respiração celular ocorre nesta terceira etapa.

Durante os processos caracterizados como a cadeia respiratória, quatro grandes complexos proteicos inseridos na membrana interna da mitocôndria realizam o transporte dos elétrons de NADH e de FADH<sub>2</sub> (formados nas etapas anteriores: glicólise e ciclo de krebs) para o gás oxigênio. Como consequência, estes transportadores de elétrons são, respectivamente, reduzidos a NAD<sup>+</sup> e FAD. Ao final da reação o gás oxigênio é reduzido a moléculas de água devido aos elétrons de hidrogênio que com ele se combinaram. Por isso que o oxigênio é tão importante na respiração celular, ele é o aceptor final de hidrogênios. Isto significa que na sua ausência esse processo seria interrompido.

Os elétrons do NADH e do FADH<sub>2</sub>, atraídos pelo gás oxigênio, percorrem um caminho por entre os complexos proteicos, liberando neste trajeto uma grande quantidade de energia. A energia liberada pelos elétrons na passagem de uma proteína a outra da cadeia respiratória é chamada de força eletromotiva, e ocasiona a passagem dos íons H<sup>+</sup> da matriz mitocondrial para o pequeno espaço entre as membranas da mitocôndria.

Altamente concentrados no espaço entre as membranas mitocondriais, estes íons H<sup>+</sup> tendem a retornar à matriz mitocondrial, gerando um potencial de difusão denominado força protomotiva. Para que consigam retornar, estes íons têm de passar por um dos complexos proteicos da cadeia respiratória, o sintase do ATP. Este complexo pode ser comparado à turbina de uma usina hidrelétrica: é composto por um rotor interno que, ao ser movido pela passagem dos íons H<sup>+</sup>, convertem a energia potencial da difusão dos íons em energia mecânica (a rotação da sintase do ATP) e, em seguida, em energia química.

Em outras palavras, a conversão da energia mecânica em energia química consiste na utilização da energia liberada com a entrada dos íons H<sup>+</sup> pelo complexo proteico para a produção das moléculas de ATP. Nesta reação, a energia mecânica produzida é utilizada para a inserção de um fosfato à molécula de ADP (adenosina difosfato), transformando-o em ATP (adenosina trifosfato), em uma reação denominada fosforilação oxidativa. Contido de energia química, este ATP, ao final do processo, será fornecido a todas as células como fonte de energia para a realização de suas atividades.

A energia liberada pelos elétrons de NADH e do FADH<sub>2</sub>, em sua passagem pela cadeia respiratória rendem, teoricamente, 34 moléculas de ATP. Em condições normais, porém, esse rendimento é menor, sendo formadas 26 moléculas. Se estas 26 moléculas forem somadas aos dois ATP formados na glicólise e aos dois ATP formados no ciclo de Krebs, pode-se dizer que a respiração celular chega ao rendimento máximo de 30 moléculas de ATP por molécula de glicose, embora em teoria este número fosse de 38 moléculas de ATP por molécula de glicose.



## MOMENTO ENEM

**01.** (ENEM MEC/2019) O 2,4-dinitrofenol (DNP) é conhecido como desacoplador da cadeia de elétrons na mitocôndria e apresenta um efeito emagrecedor. Contudo, por ser perigoso e pela ocorrência de casos letais, seu uso como medicamento é proibido em diversos países, inclusive no Brasil. Na mitocôndria, essa substância captura, no espaço intermembranas, prótons ( $H^+$ ) provenientes da atividade das proteínas da cadeia respiratória, retornando-os à matriz mitocondrial. Assim, esses prótons não passam pelo transporte enzimático na membrana interna.

GRUNDLINGH, J. et al. 2,4-Dinitrophenol (DNP): a Weight Loss Agent with Significant Acute Toxicity and Risk of Death. *Journal of Medical Toxicology*, v. 7, 2011 (adaptado).

O efeito emagrecedor desse composto está relacionado ao(à)

- (A) diminuição da produção de acetil CoA, resultando em maior gasto celular de piruvato.
- (B) bloqueio das reações do ciclo de Krebs, resultando em maior gasto celular de energia.
- (C) redução da produção de ATP, resultando em maior gasto celular de nutrientes.
- (D) inibição da glicólise, resultando em maior absorção celular da glicose sanguínea.
- (E) obstrução da cadeia respiratória, resultando em maior consumo celular de ácidos graxos.

**Gabarito: C**

**02.** (ENEM MEC/2020) O cultivo de células animais transformou-se em uma tecnologia moderna com inúmeras aplicações, dentre elas testes de fármacos visando o desenvolvimento de medicamentos. Apesar de os primeiros estudos datarem de 1907, o cultivo de células animais alcançou sucesso na década de 1950, quando Harry Eagle conseguiu definir os nutrientes necessários para o crescimento celular.

Componentes básicos para manutenção celular em meio de cultura
H <sub>2</sub> O
Fonte de carbono
Elementos inorgânicos
Aminoácidos
Vitaminas
Antibióticos
Indicadores de pH
Soro

CASTILHO, L. Tecnologia de biofármacos. São Paulo, 2010.

Qual componente garante o suprimento energético para essas células?

- (A) Fonte de carbono
- (B) Indicadores de pH
- (C) Elementos inorgânicos
- (D) Vitaminas
- (E) H<sub>2</sub>O

**Gabarito: A**

**03.** (ENEM MEC/2009) Considere a situação em que foram realizados dois experimentos, designados de experimentos A e B, com dois tipos celulares, denominados células 1 e 2. No experimento A, as células 1 e 2 foram colocadas em uma solução aquosa contendo cloreto de sódio (NaCl) e glicose (C<sub>6</sub>H<sub>12</sub>O<sub>6</sub>), com baixa concentração de oxigênio. No experimento B foi fornecida às células 1 e 2 a mesma solução, porém com alta concentração de oxigênio, semelhante à atmosférica. Ao final do experimento, mediu-se a concentração de glicose na solução extracelular em cada uma das quatro situações. Este experimento está representado no quadro, abaixo. Foi observado no experimento A que a concentração de glicose na solução que banhava as células 1 era maior que a da solução contendo as células 2 e esta era menor que a concentração inicial. No experimento B, foi observado que a concentração de glicose na solução das células 1 era igual à das células 2 e esta era idêntica à observada no experimento A, para as células 2, ao final do experimento.

Experimento A		Experimento B	
Células 1	Células 2	Células 1	Células 2
NaCl e glicose baixa concentração de oxigênio		NaCl e glicose alta concentração de oxigênio	

Pela interpretação do experimento descrito, pode-se observar que o metabolismo das células estudadas está relacionado às condições empregadas no experimento, visto que as

- (A) células 1 e 2 obtiveram energia a partir de substratos diferentes.
- (B) células 2 têm maior demanda de energia que as células 1.
- (C) células 1 realizam metabolismo aeróbio.
- (D) células 1 são incapazes de consumir glicose.
- (E) células 2 consomem mais oxigênio que as células 1.

**Gabarito: C**



### SAIBA MAIS

O assunto respiração celular, também, pode ser acessado no formato de videoaula disponível no *link*, abaixo:

Vídeo: Metabolismo energético | Biologia | Enem 2021 - Youtube Disponível em: <[youtube.com/watch?reload=9&v=jM](https://www.youtube.com/watch?reload=9&v=jM)>. Acesso em jun 2022.

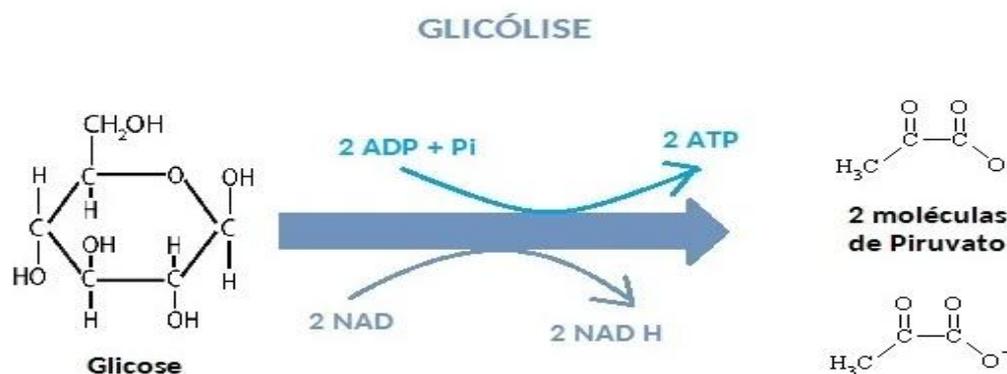
## 4. Fermentação

A fermentação é um processo de respiração anaeróbica, por meio do qual as células obtêm energia química para as atividades normais do seu metabolismo.

O ser humano se utiliza desses mecanismos para a preparação de produtos bastante consumidos. Como acontece com o fermento biológico do pão, além da fermentação do vinho, do iogurte, entre outros.

## 4. 1. O que é a Fermentação?

Na fermentação acontece apenas a primeira etapa da respiração celular, ou seja, a glicólise. Nessa fase, ocorre a quebra da molécula de glicose em duas moléculas de piruvato (ou ácido pirúvico), além da formação de duas moléculas de ATP e duas de NADH.



Fonte: Escola Educação. Disponível em: <https://escolaeducacao.com.br/wp-content/uploads/2020/03/glicolise.jpg>. Acesso em jun 2022.

Para que a energia armazenada nas ligações químicas da glicose seja liberada, é preciso que ocorram sucessivas oxidações. Geralmente, as moléculas são oxidadas quando perdem elétrons, ao reagir com o oxigênio.

No entanto, na oxidação da glicose são retirados os hidrogênios da molécula, sem necessidade do contato direto com o oxigênio. A desidrogenação é catalisada por enzimas chamadas desidrogenases. Elas possuem uma coenzima, o NAD, que carrega os átomos de hidrogênio retirados da glicose.

Os organismos anaeróbicos facultativos podem realizar respiração aeróbica ou anaeróbica. Desse modo, quando há escassez de oxigênio, eles realizam a fermentação como processo alternativo. É o que acontece com o levedo da cerveja e as células musculares do corpo humano.

Já os anaeróbicos estritos ou obrigatórios não dispõem de enzimas para participar das etapas da respiração aeróbica, portanto, muitos podem morrer na presença de oxigênio. Por isso, precisam realizar o processo de fermentação.

## 4.2 Tipos de Fermentação

O tipo de fermentação depende das enzimas que os organismos possuem. De acordo com o tipo de enzimas, o produto será diferente, por exemplo: álcool etílico, ácido lático, ácido acético ou ácido butírico.

#### **4.2.1 Fermentação Alcoólica**

Na fermentação alcoólica, após a glicólise o piruvato perde carboxilas e, em seguida, recebe átomos de hidrogênio. Desse modo é formado álcool etílico ou etanol. Esse processo é catalisado pela enzima álcool desidrogenase.

É o processo de fermentação alcoólica que se usa para a produção de bebidas alcoólicas. O lêvedo de cerveja é uma levedura, cujo nome científico é *Saccharomices cerevisae*.

Tanto na produção do vinho, como na cerveja a fermentação ocorre devido à presença das leveduras, formando o etanol.

O fermento de pão ou fermento biológico, também, é constituído de leveduras. Durante a preparação do pão, elas realizam o processo e o gás carbônico (CO<sub>2</sub>), que é liberado pela descarboxilação, é o que faz a massa aumentar de volume.

#### **4.2.2 Fermentação Láctica**

Se durante a respiração aeróbica é produzido ácido lático, o processo é chamado de fermentação láctica. A enzima lactato desidrogenase reduz o piruvato, que origina o lactato.

É o processo realizado pelos lactobacilos ou bactérias do ácido lático, que estão presentes no intestino de animais, em plantas, no solo e na água. Essas bactérias são muito usadas na fermentação do leite para fabricação de iogurtes, coalhadas e outros derivados.

A fermentação láctica, também, ocorre nas células musculares quando há um esforço excessivo. Nesse caso, as fibras trabalham intensamente e, a quantidade de oxigênio torna-se insuficiente, tornando necessária a respiração anaeróbica. O ácido lático se acumula produzindo a dor característica dessa situação.



## SUGESTÃO DE ATIVIDADE

- Pesquise sobre mais tipos de fermentação e organize as informações na forma de um quadro comparativo, contendo informações como: tipos de fermentação; produtos; exemplos etc.
- Elabore representações que ilustrem os caminhos metabólicos percorridos em cada um dos processos colocados no quadro construído, anteriormente, desde o reagente inicial até os produtos.



## ATIVIDADE EXTRA

### Atividade prática

**Tempo previsto:** 50 min (1 aula)

**Objetivo:** Observar os efeitos da fermentação alcoólica.

### Material:

- Açúcar
- Garrafa Plástica Pequena Vazia
- Fermento Biológico (fresco ou seco)
- Balão (bexiga) de borracha
- Água filtrada

### Procedimento:

- Dissolver 2 colheres de sopa de açúcar em 1 copo de água filtrada (volume aproximado para encher meia garrafa – enchendo-se a garrafa toda pode haver extravasamento de espuma e líquido).
- Adicionar 1 colher de chá rasa de fermento em pó. Transferir para a garrafa plástica. Colocar a bexiga bem ajustada na boca da garrafa (se necessário reforce com um elástico de escritório). Deixar repousar, ao abrigo da luz direta.

### Resultados e discussão:

- Observar os resultados e discutir suas causas, considerando-se os reagentes e produtos do processo de fermentação alcoólica.
- Pensar em novas possibilidades de se repetir o experimento testando novas variáveis (como fatores que podem interferir no processo - temperatura, substrato etc.)



## Referências

1. AMABIS, José Mariano; MARTHO, Gilberto Rodrigues. **Biologia em Contexto**. 1ª edição. São Paulo: Editora Moderna, 2013.
2. **Bernoulli Sistema de Ensino**. Biologia. Vol. 04. Ensino Médio. Editora Bernoulli.
3. Equipe editorial de Conceito.de. (22 de fevereiro de 2012). *Conceito de enzima*. **Conceito.de**. Disponível em: <https://conceito.de/enzima>. Acesso em 13 jun 2022.
4. GODOY, L. P., *et al.* **Multiversos: ciências da natureza** : matéria, energia e a vida : ensino médio. 1. ed. São Paulo: Editora FTD, 2020.
5. Lehninger, A.L.; Nelson, D.L.; Cox, M.M. **Lehninger: Princípios de Bioquímica**, 4a. Edição, Editora Sarvier, 2007.
6. MAGALHÃES, L. Ciclo de Krebs. **Toda Matéria**. Disponível em: [www.todamateria.com.br/ciclo-de-krebs/](http://www.todamateria.com.br/ciclo-de-krebs/) Acesso em 13 jun 2022.

7. **Sala BioQuímica:** Nucleotídeos e metabolismo energético. NAD, FAD, NADP e ATP (salabioquimica.blogspot.com). Disponível em: <https://salabioquimica.blogspot.com/2017/06/nucleotideos-e-metabolismo-energetico.html>. Acesso em 14 jun 2022.
8. SANTOS, Vanessa Sardinha dos. "Glicólise"; **Brasil Escola**. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/biologia/glicolise.htm>. Acesso em 13 de junho de 2022.
9. SANTOS, Vanessa Sardinha dos. "Nucleotídeo"; **Brasil Escola**. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/biologia/nucleotideo.htm>. Acesso em 08 de junho de 2022.
10. **Toda Matéria**. Fermentação. Disponível em: <[www.todamateria.com.br/fermentacao/](http://www.todamateria.com.br/fermentacao/)>. Acesso em 13 jun 2022.

# Módulo 5

## Geometria molecular

### **Competência específica 2**

Analisar e utilizar interpretações sobre a dinâmica da Vida, da Terra e do Cosmos para elaborar argumentos, realizar previsões sobre o funcionamento e a evolução dos seres vivos e do Universo, e fundamentar e defender decisões éticas e responsáveis.

### **Habilidade da BNCC**

(EM13CNT201) Analisar e discutir modelos, teorias e leis propostos em diferentes épocas e culturas para comparar distintas explicações sobre o surgimento e a evolução da Vida, da Terra e do Universo com as teorias científicas aceitas atualmente.

### **Objetivo de aprendizagem do DC-GOEM**

(GO-EMCNT201F) Relacionar as diferentes formas de interação entre átomos, considerando os tipos de ligações químicas (iônica, covalente e metálica) com os materiais existentes e formas de vida para formular explicações sobre essas interações e suas constantes mudanças e adaptações.

### **Objeto(s) de conhecimento**

- Interações atômicas e moleculares

### **Descritore Saeb**

- Compreender o funcionamento de instrumentos e os métodos utilizados para a realização de observações e medidas astronômicas.

### **Outros descritores relacionados D19**

- Explicar a solubilidade por meio dos conceitos de polaridade das ligações e das moléculas (geometria molecular).

## 1 Geometria molecular

Trata do arranjo espacial dos átomos na molécula e, é explicada pela *Teoria da repulsão dos pares eletrônicos da camada de valência* (VSEPR). Essa teoria diz que os átomos, e pares de elétrons não ligantes do átomo central, tendem a assumir a maior distância angular possível, minimizando, assim, as repulsões entre eles.

Na prática, para se deduzir a geometria molecular assumida por uma espécie, precisamos saber:

1. quantos átomos circundam o átomo central.
2. Se existe, ou não, elétrons não ligantes ao redor do átomo central.

Com base nessas informações, podemos prever qual a geometria assumida por determinada espécie.

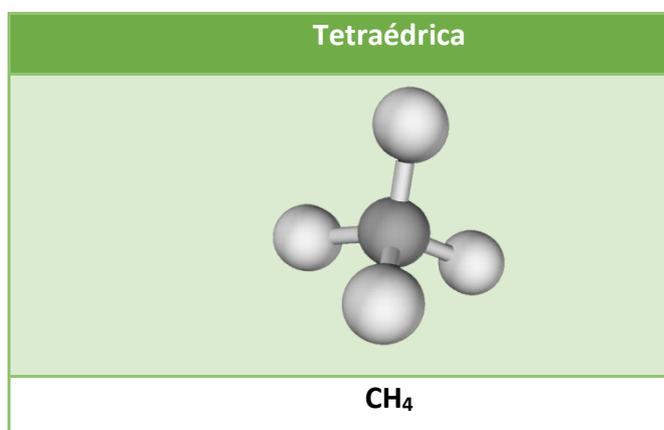
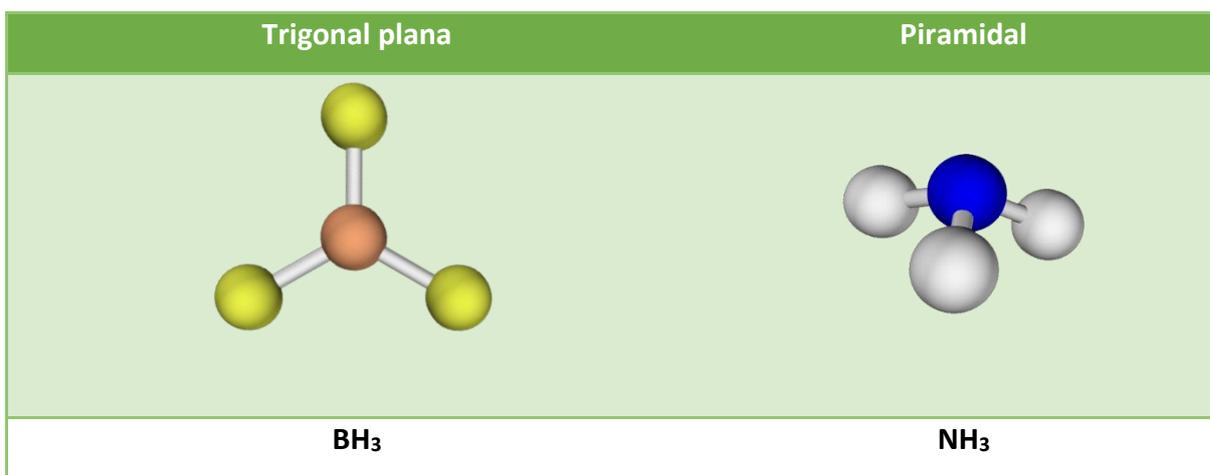
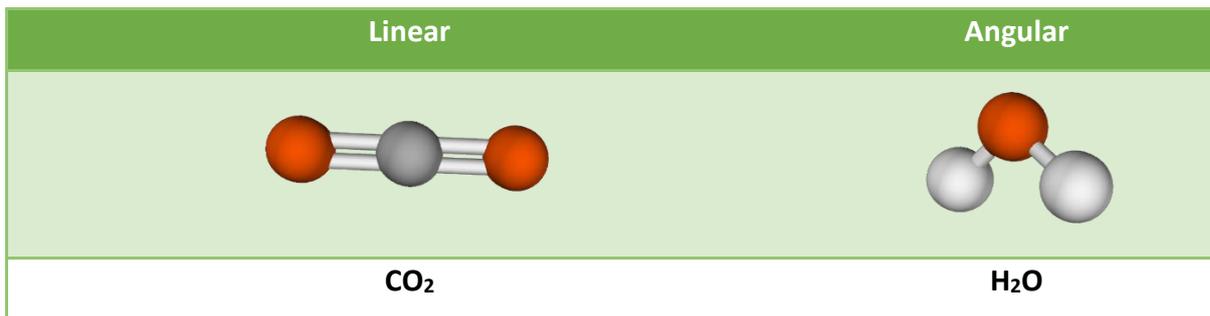
Nº de átomos ao redor do átomo central	Existe elétron não ligante no átomo central?	Geometria molecular
2	Não	Linear
2	Sim	Angula
3	Não	Trigonal plana
3	Sim	Piramidal
4	Não	Tetraédrica

Fonte: <https://tecnoprof.com.br/mdq-obrig/> . Acesso em: 28 de jun. de 2022.

**Observação 1:** toda molécula diatômica (formada por dois átomos, tem sempre geometria linear.

Exemplo: H<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>, HCl, CO.

As imagens dos três quadros, a seguir podem ser obtidas no simulador da University of Colorado Boulder, PhET Interactive Simulations.



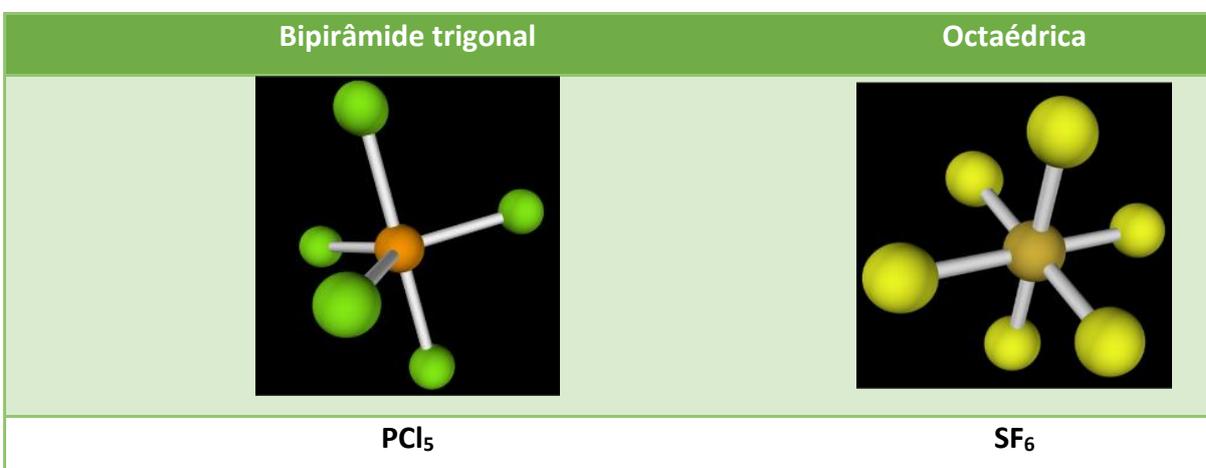
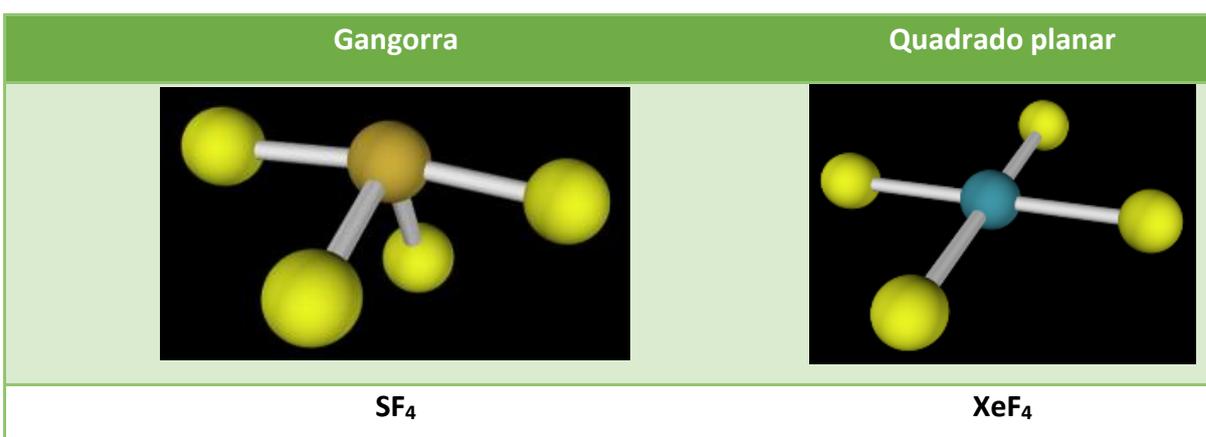
Disponível em: <https://phet.colorado.edu>. Acesso em: 28 de jun. de 2022.

**Observação 2:** existem outras geometrias pouco usais no ensino médio. Nesses casos, alguns elementos extrapolam a regra do octeto (Teoria da expansão da camada de valência).

Nº de átomos ao redor do átomo central	Existe elétron não ligante no átomo central?	Geometria molecular
<b>4</b>	<b>Sim (1 par)</b>	<b>Gangorra</b>

4	Sim (2 pares)	Quadrado planar
5	Não	Bipirâmide trigonal
6	Não	Octaédrica

As imagens dos dois quadros, a seguir podem ser obtidas no simulador da University of Colorado Boulder, PhET Interactive Simulations.



Disponível em: <https://phet.colorado.edu>. Acesso em: 28 de jun. de 2022.

Para identificar quantos átomos existem ao redor do átomo central e, se há ou não elétron não ligante nesse átomo central, é preciso montar a fórmula eletrônica da molécula, seguindo os passos já vistos no módulo 01.

**Relembrando**, são esses os passos:

1. Determinar o número total de elétrons de valência.

2. Posicionar os átomos: geralmente, o central é aquele que precisa de mais elétrons pra estabilizar.
3. Distribuir os elétrons (aos pares), inicialmente entre os átomos (pares de elétrons ligantes).
4. Dos átomos “de fora” para o central, distribuir os demais elétrons (aos pares), completando octetos (pares de elétrons não-ligantes).
5. Se não estabilizar todos os átomos, fazer rearranjos.

Montada a molécula, fazemos a análise e deduzimos sua geometria.

## 1.1 Polaridade de ligações e moléculas

### 2.1.1 Polaridade nas ligações

A polaridade existe em uma ligação se existe diferença de eletronegatividade entre os átomos ligados. Uma comparação eficiente, exige a análise da eletronegatividade de cada elemento. Alguns deles constam na tabela, a seguir:

Escala de eletronegatividade de Pauling

Hidrogênio

**H**

2,1

→ nome do elemento

→ símbolo do elemento

→ eletronegatividade

Lítio <b>Li</b> 1,0	Berílio <b>Be</b> 1,5	Boro <b>B</b> 2,0	Carbono <b>C</b> 2,5	Nitrogênio <b>N</b> 3,0	Oxigênio <b>O</b> 3,5	Fluor <b>F</b> 4,0
Sódio <b>Na</b> 0,9	Magnésio <b>Mg</b> 1,3	Alumínio <b>Al</b> 1,6	Silício <b>Si</b> 1,8	Fósforo <b>P</b> 2,1	Enxofre <b>S</b> 2,5	Cloro <b>Cl</b> 3,0
Potássio <b>K</b> 0,8	Cálcio <b>Ca</b> 1,0	Gálio <b>Ga</b> 1,8	Germânio <b>Ge</b> 2,0	Arsênio <b>As</b> 2,2	Selênio <b>Se</b> 2,5	Bromo <b>Br</b> 2,8
Rubídio <b>Rb</b> 0,8	Estrôncio <b>Sr</b> 1,0	Índio <b>In</b> 1,6	Estanho <b>Sn</b> 1,8	Antimônio <b>Sb</b> 2,0	Telúrio <b>Te</b> 2,1	Iodo <b>I</b> 2,6
Césio <b>Cs</b> 0,7	Bário <b>Ba</b> 0,9	Tálio <b>Tl</b> 1,4	Chumbo <b>Pb</b> 1,7	Bismuto <b>Bi</b> 1,8	Polônio <b>Po</b> 1,9	Astato <b>At</b> 2,2
1	2	13	14	15	16	17

4,0

3,0 - 3,9

2,0 - 2,9

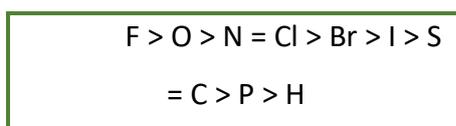
1,0 - 1,9

0,0 - 0,9

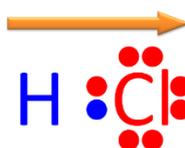
**S** **P**

Fonte: <https://tecnoprof.com.br/mdq-obrig/> . Acesso em: 28 de jun. de 2022.

Segundo Pauling, uma diferença de eletronegatividade entre os átomos ligados maior que 1,7 dá origem à ligação iônica. Menor que isso, covalente polar e igual a zero, covalente apolar. Para facilitar um pouco a análise e dispensar (em muitos casos) a tabela de eletronegatividade, vale a pena lembrar a fila de eletronegatividade dos principais elementos:



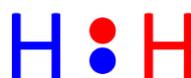
Exemplo 1:



Fonte: <https://tecnoprof.com.br/mdq-obrig/>. Acesso em : 28 de jun. de 2022.

Nesse exemplo, a ligação H – Cl é polar. Como o cloro é mais eletronegativo, ele puxa o par de elétrons com mais intensidade, fazendo com que haja maior densidade eletrônica próximo ao cloro que ao hidrogênio.

Exemplo 2:



Fonte: Fonte: <https://tecnoprof.com.br/mdq-obrig/>. Acesso em 28 de jun. de 2022.

Nesse exemplo, a ligação H – H é apolar. Como não existe diferença de eletronegatividade entre os átomos, a densidade eletrônica é homogênea e não há formação de polos na ligação.

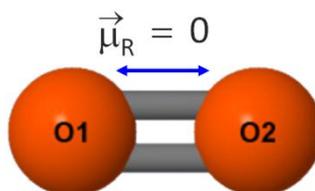
### 2.1.2 Polaridade nas moléculas

Exige uma análise da polaridade das ligações e da geometria molecular. A polaridade da molécula depende do vetor momento dipolar resultante ( $\mu_R$ ).

Se ele for igual a zero, a molécula é apolar. Se for diferente de zero, ou seja, se existe um vetor momento dipolar resultante, a molécula é apolar.

### Exemplo 1:

Deslocamento da nuvem eletrônica, ligação apolar

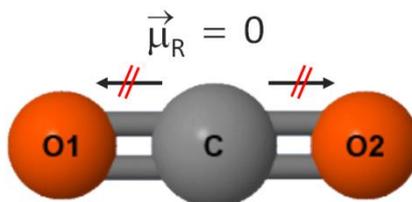


Fonte: <https://tecnoprof.com.br/mdq-obrig/>. Acesso em 28 de jun. de 2022.

Nesse exemplo, um oxigênio tenta atrair os elétrons do outro, mas como as eletronegatividades são iguais, não há deslocamento da nuvem eletrônica e a ligação é apolar. Como a única ligação existente na molécula é apolar, a molécula também é.

### Exemplo 2:

Deslocamento da nuvem eletrônica, ligação apolar

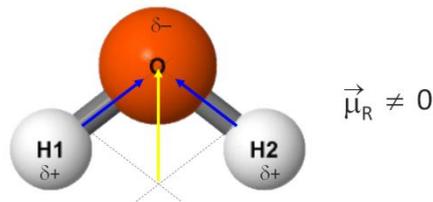


Fonte: <https://tecnoprof.com.br/mdq-obrig/>. Acesso em 28 de jun. de 2022.

Nesse exemplo, o oxigênio da esquerda (mais eletronegativo que o carbono) atrai os elétrons para perto de si (a ligação O = C é polar). No entanto, o oxigênio da direita (mais eletronegativo que o carbono) atrai os elétrons para perto de si com a mesma força que o da esquerda (a ligação C = O é polar). Como há duas forças de *mesma intensidade*, na *mesma direção* (horizontal) e em *sentidos opostos* (uma para a esquerda e outra para a direita), ocorre a anulação dessas forças e não há resultante. A molécula é apolar.

### Exemplo 3:

Deslocamento da nuvem eletrônica, ligação polar



Fonte: <https://tecnoprof.com.br/mdq-obrig/>. Acesso em 28 de jun. de 2022.

Nesse exemplo, o oxigênio é mais eletronegativo e atrai os elétrons dos hidrogênios (tanto da direita quanto da esquerda) – vetores representados em azul. Portanto, a ligação H – O é polar. Aplicando a soma de vetores (que você aprendeu em física), há resultante (representada em amarelo) e a molécula é polar.

## 1.2 Regra de solubilidade

Semelhante dissolve semelhante.

- Substância polar dissolve substância polar.
- Substância apolar dissolve substância apolar.

### Importante:

Hidrocarbonetos são apolares.

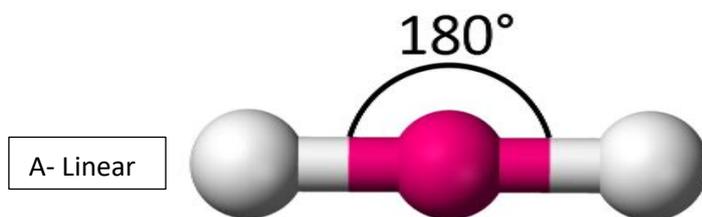


## SUGESTÃO DE ATIVIDADE

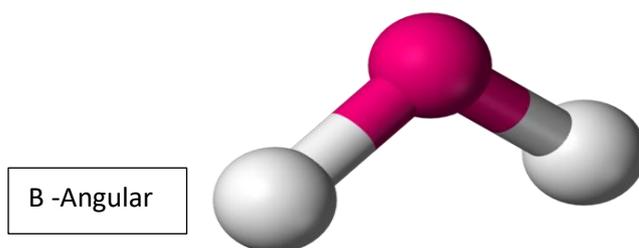
**QUESTÃO 1** Um das maneiras mais simples e mais usadas, atualmente, para prever a geometria molecular que apresentam mais de dois átomos consiste na utilização da Teoria da repulsão dos pares. Relacione as geometrias moleculares moléculas com as respectivas moléculas:

(Dados: Números atômicos: H (Z = 1), C (Z = 6), N (Z = 7), O (Z = 8), F (Z = 9), S (Z = 16)).

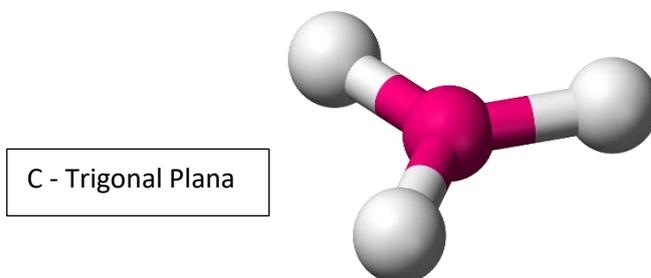
COLUNA I



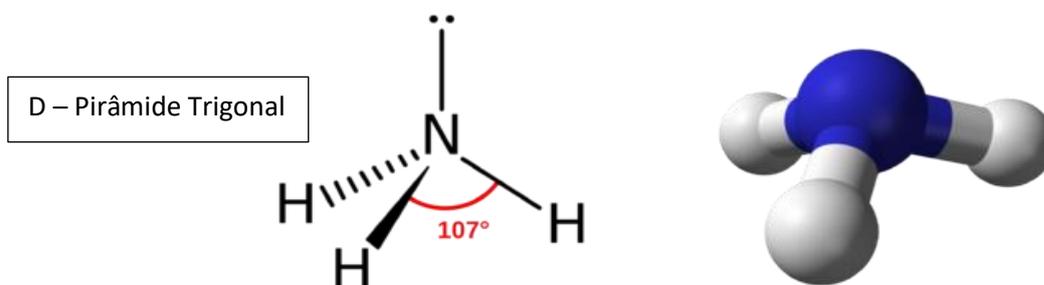
Fonte: [https://en.wikipedia.org/wiki/Trigonal\\_pyramidal\\_molecular\\_geometry](https://en.wikipedia.org/wiki/Trigonal_pyramidal_molecular_geometry) .Acesso em : 28 de jun. de 2022.



Fonte: [https://en.wikipedia.org/wiki/Trigonal\\_pyramidal\\_molecular\\_geometry](https://en.wikipedia.org/wiki/Trigonal_pyramidal_molecular_geometry) .Acesso em : 28 de jun. de 2022.

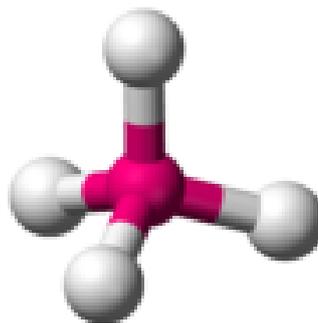


Fonte: [https://en.wikipedia.org/wiki/Trigonal\\_pyramidal\\_molecular\\_geometry](https://en.wikipedia.org/wiki/Trigonal_pyramidal_molecular_geometry) .Acesso em : 28 de jun. de 2022.



Fonte: [https://en.wikipedia.org/wiki/Trigonal\\_pyramidal\\_molecular\\_geometry](https://en.wikipedia.org/wiki/Trigonal_pyramidal_molecular_geometry) .Acesso em : 28 de jun. de 2022.

E – Tetraédrica



Fonte: [https://en.wikipedia.org/wiki/Trigonal\\_pyramidal\\_molecular\\_geometry](https://en.wikipedia.org/wiki/Trigonal_pyramidal_molecular_geometry) .Acesso em : 28 de jun. de 2022.

## COLUNA II

1. SO<sub>3</sub>
2. NH<sub>3</sub>
3. CO<sub>2</sub>
4. SO<sub>2</sub>
5. CF<sub>4</sub>

## GABARITO:

- (A) Linear: III. CO<sub>2</sub>  
(B) Angular: IV. SO<sub>2</sub>  
(C) Trigonal plana = I. SO<sub>3</sub>  
(D) Pirâmide trigonal = II. NH<sub>3</sub>  
(E) Tetraédrica: V. CF<sub>4</sub>

**QUESTÃO 2** O fosgênio é um gás incolor à temperatura ambiente com odor de fruta em decomposição. É usado na fabricação de polímeros de isocianato, agrotóxicos, corantes, produtos farmacêuticos, entre outros. Foi usado como arma química. O Fosgênio decompõe-se pelo aquecimento a 300°C, liberando monóxido de carbono e do gás cloro.



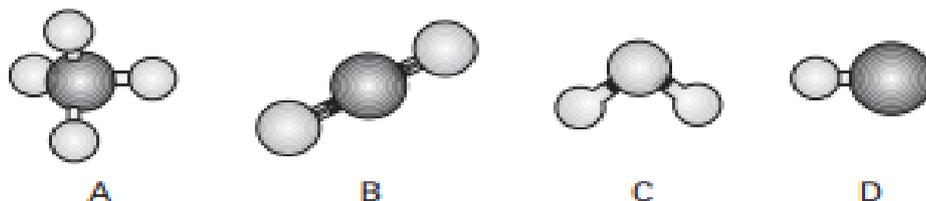
Reação do fosfagênio

Qual é a geometria de cada uma dessas moléculas, que faz parte da reação do fosfagênio, respectivamente?

- (A) Linear, trigonal plana e tetraédrica.
- (B) Angular, linear e linear.
- (C) Trigonal plana, angular e linear
- (D) Tetraédrica, linear, angular.
- (E) Trigonal plana, linear e linear.

**GABARITO: LETRA E** Fosgênio: trigonal plana. Monóxido de carbono e gás cloro são lineares.

**QUESTÃO 3** [Fuvest- SP/2007] A figura mostra modelos de algumas moléculas com ligações covalentes entre seus átomos.



Fonte: <https://www1.folha.uol.com.br/folha/fovest/20061127-resolucao-fuvest-23.pdf> . Acesso em: 28 de jun. de 2022.

Analise a polaridade dessas moléculas, sabendo que tal propriedade depende da diferença de eletronegatividade entre os átomos que estão diretamente ligados. (Nas moléculas apresentadas, átomos de elementos diferentes têm eletronegatividades diferentes.)

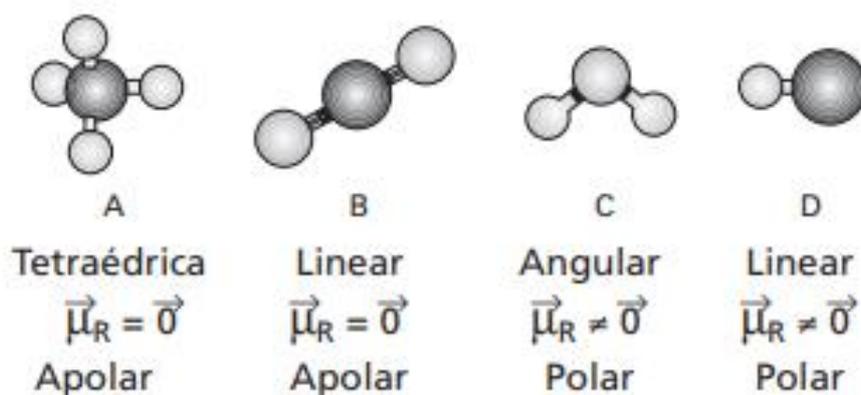
- forma geométrica das moléculas.

Observação: Eletronegatividade é a capacidade de um átomo para atrair os elétrons da ligação covalente

Dentre essas moléculas, pode-se afirmar que são polares apenas

- (A) A e B
- (B) A e C
- (C) A, C e D
- (D) B, C e D
- (E) C e D

**GABARITO: LETRA E**



Fonte: <https://www1.folha.uol.com.br/folha/fovest/20061127-resolucao-fuvest-23.pdf> . Acesso em: 28 de jun. de 2022.



### Atividade integradora

Esta atividade integradora busca aplicar a adequação de métodos interdisciplinares na contribuição de uma aprendizagem efetiva, relacionando as disciplinas de química, física e biologia com a utilização de modelos e analogias no estudo da aplicação dos vetores nas geometrias moleculares e, das semelhanças química entre os fármacos devido suas geometrias moleculares, sendo assim, conteúdos relacionados à química geral e física mecânica e fisiologia humana compõem essa atividade.

Essa proposta de aula foi retirada do site , *Brasil Escola*, escrita por Jennifer Rocha Vargas Fogaça.

FOGAÇA, Jennifer Rocha Vargas. "CONSTRUÇÃO DE MODELOS PARA UMA AULA SOBRE GEOMETRIA MOLECULAR"; *Brasil Escola*. Disponível em: <https://educador.brasilecola.uol.com.br/estrategias-ensino/construcao-modelos-para-uma-aula-sobre-geometria-molecular.htm> . Acesso em 02 de junho de 2022.

### CONSTRUÇÃO DE MODELOS PARA UMA AULA SOBRE GEOMETRIA MOLECULAR

Esta proposta de aula sobre geometria molecular consiste na construção de modelos com massa de modelar para que os/as estudantes visualizem os ângulos das ligações químicas. Para essa aula sobre geometria molecular, você precisará somente de palitos de dente e massa de modelar

#### Materiais utilizados



Fonte : : <https://educador.brasilecola.uol.com.br/estrategias-ensino/construcao-modelos-para-uma-aula-sobre-geometria-molecular.htm> . Acesso em 02 de junho de 2022.

A aula propõe a construção de modelos que representarão a geometria das moléculas, a partir apenas de massa de modelar de cinco cores diferentes:

- preta;
- branca;
- azul;
- verde;
- vermelho e,
- palitos de dente.

Essa atividade deve ser realizada após o conteúdo teórico de geometria molecular ter sido abordado com os estudantes.

O/a professor/a pode dividir a turma em grupos de, no máximo, quatro estudantes e orientá-los na construção dos modelos das moléculas que ele desejar.

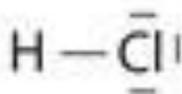
Aqui vamos propor a construção de quatro modelos:

\* Peça que os estudantes façam bolas (esferas) com as massinhas de modelar, de preferência que as coloridas fiquem ligeiramente maiores que as brancas.

\* Oriente-os na construção dos modelos das moléculas do gás cloreto de hidrogênio (HCl), água (H<sub>2</sub>O), amônia (NH<sub>3</sub>) e metano (CH<sub>4</sub>).

- Cloreto de hidrogênio (HCl): Fale para os estudantes ligarem uma bola branca (que representará o átomo de hidrogênio) com uma bola verde (que representará o átomo de cloro) através de um palito de dente. Ficará parecido com o demonstrado, a seguir.

Estrutura do HCl

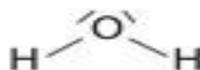
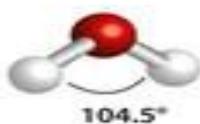


Fonte: : <https://educador.brasilecola.uol.com.br/estrategias-ensino/construcao-modelos-para-uma-aula-sobre-geometria-molecular.htm> . Acesso em 02 de junho de 2022.

Para os demais modelos, peça que os alunos fixem quatro palitos de dente *o mais distante possível uns dos outros* nas esferas que representarão os átomos dos elementos centrais. A esfera vermelha representará o oxigênio, a esfera azul, o nitrogênio e, a esfera preta representará o hidrogênio.

- Água (H<sub>2</sub>O): Fale para os estudantes colocarem duas esferas brancas (dois átomos de hidrogênio) em dois dos palitos ligados à esfera vermelha (oxigênio). Peça que eles deixem dois palitos livres. Ficará mais ou menos, assim:

Estrutura da molécula de água



Fonte: : <https://educador.brasilecola.uol.com.br/estrategias-ensino/construcao-modelos-para-uma-aula-sobre-geometria-molecular.htm> . Acesso em 02 de junho de 2022.

- Amônia (NH<sub>3</sub>): Fale para os estudantes colocarem três esferas brancas (três átomos de hidrogênio) em três dos palitos ligados à esfera azul (nitrogênio). Peça que eles deixem um dos palitos livre. Ficará parecido com o seguinte:

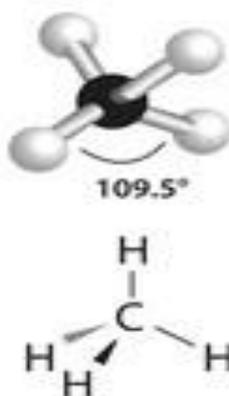
Estrutura da molécula de amônia



Fonte: : <https://educador.brasilecola.uol.com.br/estrategias-ensino/construcao-modelos-para-uma-aula-sobre-geometria-molecular.htm> . Acesso em 02 de junho de 2022.

- Metano (CH<sub>4</sub>): Fale para os estudantes colocarem quatro esferas brancas (quatro átomos de hidrogênio) em todos os palitos ligados à esfera preta (carbono). Ficará, assim:

Estrutura da molécula do metano



Fonte: <https://educador.brasilecola.uol.com.br/estrategias-ensino/construcao-modelos-para-uma-aula-sobre-geometria-molecular.htm> . Acesso em 02 de junho de 2022.

Depois da construção de cada modelo, pergunte aos estudantes, qual foi a geometria molecular obtida em cada caso. As respectivas geometrias moleculares são:

- HCl: linear;
- H<sub>2</sub>O: angular;
- NH<sub>3</sub>: piramidal ou pirâmide trigonal;
- CH<sub>4</sub>: tetraédrica.

Os estudantes observarão com essa atividade que não existe a possibilidade de outro tipo de geometria para cada molécula e que os ângulos das ligações resultam da repulsão entre as nuvens eletrônicas dos átomos, que os deixam em um arranjo em que ficam o mais distante possível uns dos outros.

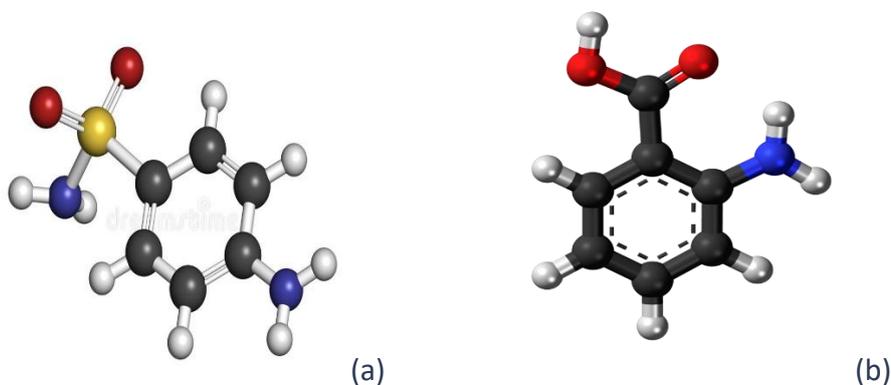
Pergunte, também, o que os palitos que ficaram livres nas estruturas da água e da amônia representam. Eles deverão responder que são os pares de elétrons não compartilhados do átomo central. Por exemplo, no caso da água, o elemento central é o oxigênio, que possui seis elétrons na camada de valência. Desses seis elétrons, ele compartilha dois, um com cada átomo de hidrogênio, segundo a regra do octeto. Assim, sobram quatro elétrons que não são compartilhados, ou seja, dois pares.

Esses dois pares formam duas nuvens eletrônicas que se repelem e repelem os elétrons das ligações com os hidrogênios. É por isso que a água não possui geometria linear (ângulo de 180°), como o HCl, mas sim **geometria angular**, ou seja, forma-se um ângulo de 104,5°.

Já no caso da molécula de amônia, há um palito livre porque o nitrogênio fica com um par de elétrons livres (não compartilhados) que repele os elétrons das ligações com os três átomos de hidrogênio. Assim, a geometria dessa molécula é **piramidal** ou **pirâmide trigonal**.

Por fim, amplie o conhecimento trabalhando com os conceitos de geometria molecular e, a explicação dos conceitos de vetores, demonstrando como fazer a soma de vetores e como ela poderia ser aplicada nas geometrias moleculares, assim como, construções de estruturas de fármacos que possuem formas semelhantes. Como por exemplo: O antibiótico sulfonamida (a), que salvou muitas vidas na 2ª Guerra Mundial. Seus poderes bacteriostáticos, têm estrutura similar à do ácido para-aminobenzóico (b). Utiliza a

metodologia de pesquisas para a composição dessas moléculas. Fórmula molecular da sulfonamida (a) e ácido para-aminobenzóico (b)



Fonte: <https://www.wikiwand.com/pt/Sulfanilamida> . Acesso em: 28 de jun. de 2022.



## REFERÊNCIAS

1. **ATKINS**, Peter; **JONES**, Loretta; **LAVERMAN**, Leroy. **Princípios de Química-: Questionando a Vida Moderna e o Meio Ambiente**. Bookman editora, 2018.
2. Simulador da University of Colorado Boulder, PhET Interactive Simulations. Disponível: <https://phet.colorado.edu> . Acesso em 02 de junho de 2022.
3. USBERCO, João; SALVADOR, Edgard. QUÍMICA—volume único—9ª edição. **Editora Saraiva, São Paulo**. ISBN: 978-85-02-21057-5

# Módulo 6

## Energia

### **Competência específica 3**

Investigar situações-problema e avaliar aplicações do conhecimento científico e tecnológico e suas implicações no mundo, utilizando procedimentos e linguagens próprios das Ciências da Natureza, para propor soluções que considerem demandas locais, regionais e/ou globais, e comunicar suas descobertas e conclusões a públicos variados, em diversos contextos e por meio de diferentes mídias e tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC).

### **Habilidade da BNCC**

(EM13CNT309) Analisar questões socioambientais, políticas e econômicas relativas à dependência do mundo atual em relação aos recursos não renováveis e discutir a necessidade de introdução de alternativas e novas tecnologias energéticas e de materiais, comparando diferentes tipos de motores e processos de produção de novos materiais.

### **Objetivo de aprendizagem do DC-GOEM**

(GO-EMCNT101C) Compreender o conceito de transformação de energia utilizando exemplos do cotidiano relacionados ao aquecimento solar, fotossíntese, energia eólica, energia nuclear, entre outros para analisar o uso sustentável dos recursos naturais e a preservação da vida em todas as suas formas.

### **Objetos de conhecimento**

- Fontes e tipos de energia

### **Descritor SAEB**

- Identificar os diferentes tipos de energia, suas transferências e transformações em sistemas mecânicos.

### 1 Energia

A energia é um conceito bastante complexo e, apesar de falarmos sobre ela o tempo todo, não a compreendemos formalmente, uma vez que a definição de energia envolve outro conceito físico: trabalho. Teoricamente e de forma simplificada, o trabalho é toda ação que é feita contra uma força, como a força gravitacional.

O conhecimento sobre a energia é muito vasto e engloba diversas áreas do conhecimento. Essa interdisciplinaridade pode ser percebida quando analisamos a ação simples de agirmos contra a gravidade.

Quando agachamos e levantamos uma caixa do chão, estamos transformando energia. Essa energia, que foi transferida para a caixa em forma de energia potencial gravitacional, foi exercida por uma força externa, gerada a partir da contração de um grande número de fibras musculares. Essa contração ocorre quando há passagem de corrente elétrica, que é originada em células especializadas. Essas células, por sua vez, só conseguem produzir corrente quando obtêm energia das ligações químicas presentes nos alimentos, que, quando rompidas, liberam calorias.



#### **ATIVIDADE INTEGRADORA**

##### **Energia e fontes renováveis**

A aula terá início com uma exposição oral sobre o tema Energia e algumas características das fontes de energia mais utilizadas. Nesse momento, deve-se apenas pontuar e exemplificar as diversas fontes de energia mais poluentes (carvão, petróleo, hidrelétrica) e as menos poluentes (eólica, solar, térmica), pois o foco da prática deve estar voltado para a energia solar.

Para melhor explicar o funcionamento de uma célula fotovoltaica, sugerimos realizar uma demonstração utilizando uma luminária a base de energia solar ou um vídeo explicativo no Youtube. Segue, o *link*.



## **SAIBA MAIS**

### **Funcionamento de uma célula fotovoltaica.**

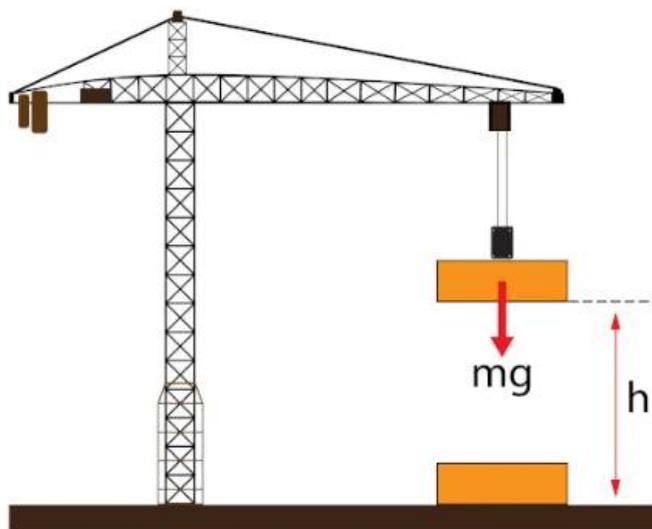
*Após a observação do funcionamento de uma célula fotovoltaica, os estudantes devem ser questionados acerca dos benefícios e malefícios de ambas as fontes de energia (as poluentes e as não poluentes), comparando-as com as fontes mais utilizadas, atualmente. Questões relativas ao custo, distribuição e poluição por essas fontes de energia devem ser consideradas durante o debate dos alunos.*

*Na sequência, propõe-se que os estudantes formem grupos e montem quadros comparativos, relacionando a energia solar com as demais fontes estudadas. Cada grupo relacionará a energia solar a uma das outras fontes de energia (hidrelétrica, termelétrica, eólica, biomassa).*

*Os estudantes devem sistematizar as informações e apresentá-las para a turma, demonstrando as conclusões a que chegarem sobre as condições de uso, os impactos ambientais, as vantagens e desvantagens do uso a médio e longo prazo e, a viabilidade dentro do contexto social brasileiro de investir em determinadas matrizes energéticas. O professor deve mediar os pontos abordados e as conclusões a que os estudantes chegarem, promovendo uma discussão ética e científica sobre as possibilidades e as escolhas no âmbito da produção energética.*

Fonte: [https://www.youtube.com/watch?v=VH5\\_G9noaTk](https://www.youtube.com/watch?v=VH5_G9noaTk). Acesso em: 25/06/2022.

## 1.1 Energia potencial gravitacional



Fonte: <https://brasilecola.uol.com.br/fisica/trabalho-uma-forca.htm>. Acesso em: 28/06/2022.

A energia potencial gravitacional é a energia armazenada em um objeto como resultado de sua posição vertical ou altura. A energia é armazenada como resultado da atração gravitacional da terra pelo objeto. Existe uma relação direta entre a energia potencial gravitacional e a massa de um objeto. Objetos mais massivos têm maior energia potencial gravitacional. Há, também, uma relação direta entre a energia potencial gravitacional e a altura de um objeto. Quanto mais alto um objeto é elevado, maior a energia potencial gravitacional.

Essas relações são expressas pela seguinte equação:

$$E_{pg} = m \cdot g \cdot h$$

Na equação, acima, 'm' representa a massa do objeto, 'h' representa a altura do objeto e 'g' representa a aceleração da gravidade (9,8 m/s<sup>2</sup> na Terra).

A unidade de medida da energia potencial gravitacional, de acordo com o Sistema Internacional de Unidades, é o joule (J).

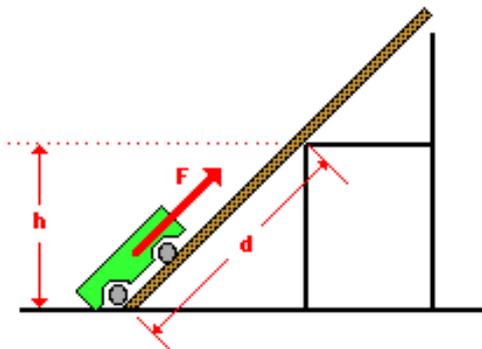
Para determinar a energia potencial gravitacional de um objeto, uma posição de altura zero deve primeiro ser atribuída, arbitrariamente. Normalmente, o solo é considerado uma posição de altura zero.

Como a energia potencial gravitacional de um objeto é diretamente proporcional à sua altura acima da posição zero, a duplicação da altura resultará na duplicação da energia potencial gravitacional. A triplicação da altura resultará na triplicação da energia potencial gravitacional e, assim, por diante.



## SUGESTÃO DE ATIVIDADE

1. Um carrinho é carregado com um tijolo e puxado com velocidade constante ao longo de um plano inclinado até a altura de um assento. Se a massa do carrinho carregado é 3,0 kg e a altura do assento é 0,45 metros, então qual é a energia potencial do carrinho carregado na altura do assento?



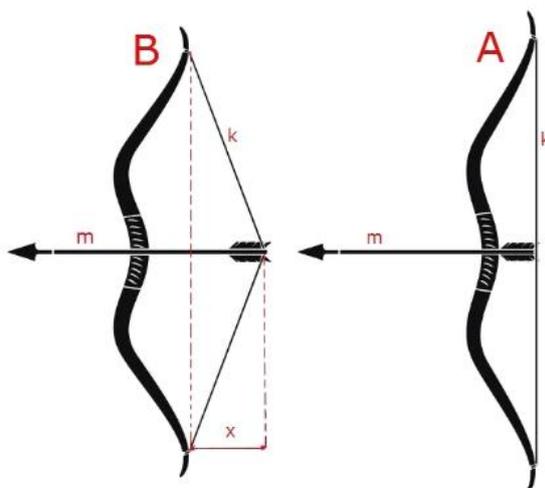
R. 13,2 J

2. Se uma força de 14,7 N for usada para arrastar o carrinho carregado (da questão anterior) ao longo do plano inclinado por uma distância de 0,90 metros, qual será o trabalho realizado sobre o carrinho carregado?

R.  $W = 13,2J$

## 1.2 Energia potencial elástica

A segunda forma de energia potencial que discutiremos é a energia potencial elástica. A energia potencial elástica é a energia armazenada em materiais elásticos como resultado de seu alongamento ou compressão. A energia potencial elástica pode ser armazenada em elásticos, cordas elásticas, trampolins, molas, uma flecha puxada em um arco, etc. A quantidade de energia potencial elástica armazenada em tal dispositivo está relacionada à quantidade de alongamento do dispositivo - quanto mais esticar, mais energia armazenada.

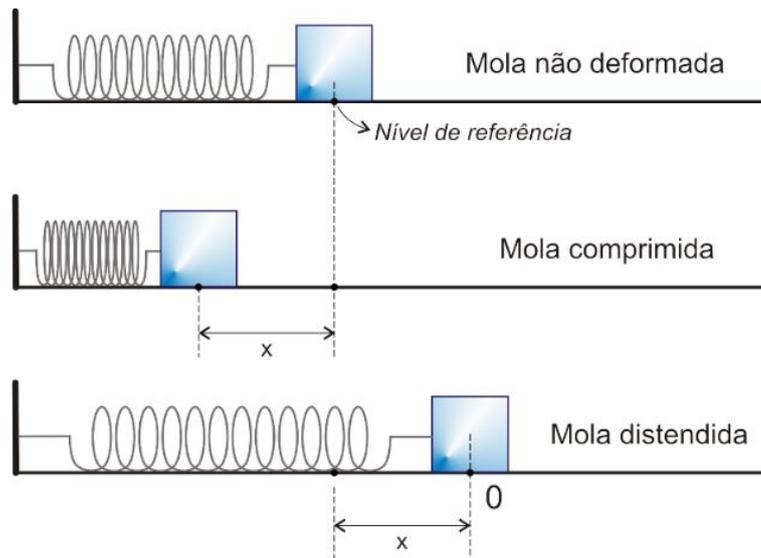


Fonte: <https://www.todamateria.com.br/energia-potencial/>. Acesso em: 28/06/2022.

As molas são uma instância especial de um dispositivo que pode armazenar energia potencial elástica devido à compressão ou ao alongamento. É necessária uma força para comprimir uma mola; quanto mais compressão houver, mais força será necessária para comprimi-la. Para certas molas, a quantidade de força é diretamente proporcional à quantidade de estiramento ou compressão ( $x$ ); a constante de proporcionalidade é conhecida como constante da mola ( $k$ ).

$$F_{\text{mola}} = k \cdot x$$

Diz-se que tais molas seguem a Lei de Hooke. Se uma mola não é esticada ou comprimida, não há energia potencial elástica armazenada nela. Dessa forma, a mola está em sua posição de equilíbrio. A posição de equilíbrio é a posição que a mola assume, naturalmente, quando não há nenhuma força aplicada a ela.



Fonte: <https://progg.ufabc.edu.br/mnpef-sites/leis-de-conservacao/energia-2/>. Acesso: 28/06/2022.

Em termos de energia potencial, a posição de equilíbrio pode ser chamada de posição de energia potencial zero. Existe uma equação especial para molas que relaciona a quantidade de energia potencial elástica com a quantidade de estiramento (ou compressão) e, a constante da mola. A equação é

$$E_{\text{Pel}} = \frac{k \cdot x^2}{2}$$

onde  $k$  = constante da mola

$x$  = quantidade de compressão

(em relação à posição de equilíbrio)

Para resumir, a energia potencial é a energia que é armazenada em um objeto devido à sua posição em relação a alguma posição zero. A unidade de medida da energia potencial elástica, de acordo com o Sistema Internacional de Unidades, é o joule (J).



## SUGESTÃO DE ATIVIDADE

1. As afirmações, a seguir, tratam das características de materiais elásticos.

I – A constante elástica indica a dificuldade imposta pela mola à deformação.

II – A energia potencial elástica é inversamente proporcional à constante elástica da mola.

III – A energia potencial elástica é diretamente proporcional ao produto da constante elástica pelo quadrado da deformação sofrida pelo material.

IV – Uma mola de constante elástica igual a 150 N/m pode ser deformada com mais facilidade que outra mola com constante igual a 250 N/m.

A respeito das afirmações acima, podemos dizer que:

- a) I, II e III são verdadeiras
- b) II, III e IV são verdadeiras
- c) I, III e IV são verdadeiras
- d) II, III e IV são falsas.
- e) Todas as afirmações são verdadeiras.

R. Letra c

### 1.3 Energia cinética

A energia cinética é a energia do movimento. Um objeto que tem movimento - seja vertical ou horizontal - tem energia cinética. A quantidade de energia cinética que um objeto possui depende de duas variáveis: a massa ( $m$ ) do objeto e a velocidade ( $v$ ) do objeto. A equação, a seguir é usada para representar a energia cinética de um objeto.

$$E_c = \frac{mv^2}{2}$$

onde  $m$  = massa do objeto

$v$  = velocidade do objeto

Esta equação revela que a energia cinética de um objeto é diretamente proporcional ao quadrado de sua velocidade. Isso significa que, para um aumento de duas vezes na velocidade, a energia cinética aumentará por um fator de quatro. Para um aumento de três vezes na velocidade, a energia cinética aumentará por um fator de nove.

A energia cinética depende do quadrado da velocidade. Como se costuma dizer, uma equação não é apenas uma receita para a resolução de problemas algébricos, mas também um guia para pensar sobre a relação entre quantidades.



Fonte: <https://stringfixer.com/tags/in%C3%A9rcia>. Acesso em: 28/06/2022.

A energia cinética é uma grandeza escalar, não tem direção. Ao contrário da velocidade, aceleração, força e momento, a energia cinética de um objeto é completamente descrita apenas pela magnitude. Assim como, o trabalho e a energia potencial, a unidade métrica padrão de medida da energia cinética é o joule. Como pode ser sugerido pela equação acima, 1 joule é equivalente a:

$$1 \text{ joule} = 1 \text{ kg} \cdot \text{m}^2 / \text{s}^2$$



## SUGESTÃO DE ATIVIDADE

1. Determine a energia cinética de um carro de montanha-russa de 625 kg que se move com uma velocidade de 18,3 m/s.

R.1,05 x10<sup>5</sup> joules

2. Se o carro da montanha-russa do problema, acima, estivesse se movendo com o dobro da velocidade, qual seria sua nova energia cinética?

R.4,19 x 10<sup>5</sup> joules

### 1.4 Energia mecânica

A energia mecânica é a energia que um objeto possui devido ao seu movimento e/ou posição. Assim, a energia mecânica pode ser a soma da energia cinética (energia de movimento) e energia potencial (energia de posição armazenada). Os objetos têm energia mecânica se estiverem em movimento e/ou se estiverem em alguma posição relativa a uma posição de energia potencial zero (por exemplo, um tijolo mantido na posição vertical acima do solo ou na posição de altura zero). Um arco esticado possui energia mecânica devido à sua posição esticada (energia potencial elástica).



Fonte: <https://pt.wikihow.com/Fazer-um-Arco-e-Flechas-de-Brinquedo> Acesso: 28/06/2022.

## 1.5 Conservação da Energia

O Princípio da Conservação de Energia, amplamente, utilizado em diversas situações que envolvem, principalmente, sistemas isolados. Diz que:

*“A energia total do universo é uma quantidade conservada.”*

Entretanto, vale ressaltar que, na grande maioria dos casos, utilizamos esse princípio para um sistema isolado. Logo, podemos descrevê-lo da seguinte forma:

A energia total de um sistema físico isolado é uma quantidade conservada.

Neste momento, é importante destacar também o que é um sistema isolado:

Um sistema isolado, em física e química, é um sistema que não troca nem matéria e nem energia com o ambiente, sendo delimitado por uma fronteira, completamente, restritiva à troca de matéria, à variação de volume, e ao calor.

Assim sendo, quando nos referirmos a um sistema isolado, sempre que somarmos as energias envolvidas, em qualquer instante, o resultado será o mesmo. Ou seja, a energia total do sistema isolado será conservada.



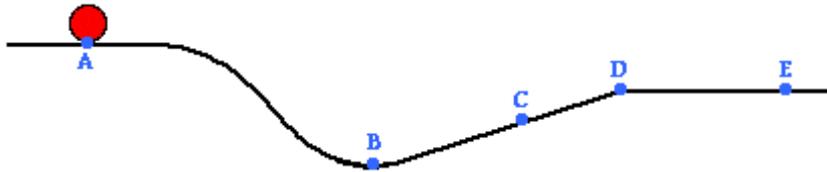
Fonte: [http://2.bp.blogspot.com/-MWL3ynBqJ-Y/UdsQsNEWrPI/AAAAAAAAAGg/RuG\\_v\\_uE4fy/s1600/energia\\_img02.gif](http://2.bp.blogspot.com/-MWL3ynBqJ-Y/UdsQsNEWrPI/AAAAAAAAAGg/RuG_v_uE4fy/s1600/energia_img02.gif). Acesso em:

28/06/2022.



## SUGESTÃO DE ATIVIDADE

Use o diagrama a seguir para responder às questões 1, 2 e 3. Despreze o efeito das forças de resistência.



1. A medida que o objeto se move do ponto A para o ponto D através da superfície, a soma de seu potencial gravitacional e energias cinéticas \_\_\_\_\_.

- a) diminui, apenas
- b) diminui e depois aumenta
- c) aumenta e depois diminui
- d) continua o mesmo

R: b

2. O objeto terá uma energia potencial gravitacional mínima no ponto \_\_\_\_\_.

- a) A
- b) B
- c) C
- d) D
- e) E

R: b

3. A energia cinética do objeto no ponto C é menor que sua energia cinética no ponto \_\_\_\_\_.

- a) D apenas
- b) A, D e E
- c) B apenas

d) D e E

R: b

4. (Udesc) Deixa-se cair um objeto de massa 500g de uma altura de 5m acima do solo. Assinale a alternativa que representa a velocidade do objeto, imediatamente, antes de tocar o solo, desprezando-se a resistência do ar.

a) 10 m/s

b) 7,0 m/s

c) 5,0 m/s

d) 15 m/s

e) 2,5 m/s

R: Letra a

## REFERÊNCIA

BUGLIA, fernando. "**Entenda o Princípio da Conservação da Energia**"; *InfoEnem*. Disponível em: <https://infoenem.com.br/entenda-o-principio-da-conservacao-da-energia/>. Acesso em 13 de junho de 2022.

### Atividade de Recomposição da Aprendizagem

Semana de Diagnose, Nivelamento e Ampliação

de 15 de agosto a 02 de setembro de 2022.

*Orientações ao(à) professor(a):*

*A atividade de Recomposição da Aprendizagem compreende dois momentos:*

**1º Momento:** *Diagnose - nesta etapa os estudantes são avaliados quanto a seus conhecimentos prévios relacionados à habilidade posta pelo descritor para o Saeb “Identificar os diferentes tipos de energia, suas transferências e transformações em sistemas mecânicos.” Este descritor tem relação direta com a habilidade específica da BNCC, posta no quadro que inicia este módulo. Esta avaliação inicial se dará por meio de teste, contendo 10 questões objetivas. Os estudantes que obtiverem índice de acerto maior ou igual a 60% (6 ou mais questões com respostas corretas de acordo com o gabarito) serão selecionados como monitores para o segundo momento.*

*Esta avaliação pode ser realizada em uma aula e a sua correção e discussão em outra aula subsequente, por exemplo. Todo o processo pode ser realizado em sala de aula. Há uma semana e meia para isso (15 a 23 de agosto).*

**2º Momento:** *Nivelamento e ampliação - nesta etapa os estudantes poderão ser organizados em grupos, com um monitor cada, para desenvolverem propostas de atividades discursivas com o objetivo de recompor a aprendizagem dos estudantes que não alcançaram um índice de acerto de 60% no primeiro momento, além de ampliar os conhecimentos de todos os envolvidos quanto ao tema estudado, com foco no descritor para o Saeb elencado.*

*Esta etapa da avaliação poderá ser realizada ao longo de mais de uma semana e meia (24 de agosto a 02 de setembro), onde os estudantes poderão realizar pesquisa e produção de*

*trabalho em grupo. Cada questão pode ser o ponto de partida para uma pesquisa mais aprofundada com apresentações na forma de seminário.*

**Descritor Saeb:** Identificar os diferentes tipos de energia, suas transferências e transformações em sistemas mecânicos.

## **Atividade Diagnóstica**

Essa atividade é composta de dez questões objetivas relacionadas ao descritor SAEB. O docente poderá requisitar aos estudantes a resolução delas de modo que aqueles que alcançarem 6 acertos (60%) poderão ser escolhidos como monitores para a condução da atividade de nivelamento.

1. FUVEST – Um ciclista desce uma ladeira, com forte vento contrário ao movimento. Pedalando vigorosamente, ele consegue manter a velocidade constante. Pode-se então afirmar que:

- a) a sua energia cinética está aumentando.
- b) a sua energia cinética está diminuindo.
- c) a sua energia potencial gravitacional está aumentando.
- d) a sua energia potencial gravitacional está diminuindo.
- e) a sua energia potencial gravitacional é constante.

**R: letra d**

2. O que vai acontecer com a energia cinética de um carro se a sua velocidade dobrar?

- a) Ficará 2 vezes maior.
- b) Ficará 4 vezes maior.
- c) Ficará 2 vezes menor.
- d) Ficará 4 vezes menor.
- e) Permanecerá constante.

**R: letra b**

3. Determine o módulo da energia cinética associada ao movimento de um homem e sua motocicleta, cuja massa é igual a 350 kg e velocidade igual a 72 km/h.

- a) 75.000 J
- b) 150.000 J
- c) 10,5 J
- d) 70.000 J
- e) 15.000 J

R: letra d

4. Se um corpo permanece deslocando-se em movimento uniforme, podemos afirmar que:

- a) há realização de trabalho sobre o corpo.
- b) sua energia cinética permanece constante.
- c) sua energia cinética aumenta de maneira uniforme.
- d) sua energia cinética aumenta de acordo com o quadrado de sua velocidade.
- e) sua energia cinética diminui de acordo com o quadrado de sua velocidade.

R: letra a

5. Um objeto é empurrado por uma força de intensidade 100 N que forma um ângulo de  $60^\circ$  com a horizontal. Sabendo que a velocidade do objeto durante a atuação da força é de 2 m/s, determine a potência média desenvolvida.

- a) 50 W
- b) 100 W
- c) 150 W
- d) 200 W
- e) 250 W

R: letra b

6. Uma mola de constante elástica igual a 20 N/m é esticada, e seu comprimento, que era inicialmente de 20 cm, passa a ser de 50 cm. Qual é o módulo da energia potencial elástica armazenada nessa mola?

- a) 30 J
- b) 200 J
- c) 0,9 J
- d) 50 J
- e) 250 J

**R: Letra c**

7. (Enem 2012) Os carrinhos de brinquedo podem ser de vários tipos. Dentre eles, há os movidos a corda, em que uma mola em seu interior é comprimida quando a criança puxa o carrinho para trás. Ao ser solto, o carrinho entra em movimento enquanto a mola volta à sua forma inicial.

O processo de conversão de energia que ocorre no carrinho descrito também é verificado em

- a) Um dínamo.
- b) Um freio de automóvel.
- c) Um motor a combustão.
- d) Uma usina hidroelétrica.
- e) Uma atiradeira (estilingue).

**R: Letra e**

8. (Enem 2012) Suponha que você seja um consultor e foi contratado para assessorar a implantação de uma matriz energética em um pequeno país com as seguintes características: região plana, chuvosa e com ventos constantes, dispondo de poucos recursos hídricos e sem reservatórios de combustíveis fósseis.

De acordo com as características desse país, a matriz energética de menor impacto e risco ambientais é a baseada na energia

- a) Dos biocombustíveis, pois tem menor impacto ambiental e maior disponibilidade.
- b) Solar, pelo seu baixo custo e pelas características do país favoráveis à sua implantação.

- c) Nuclear, por ter menor risco ambiental e ser adequada a locais com menor extensão territorial.
- d) Hidráulica, devido ao relevo, à extensão territorial do país e aos recursos naturais disponíveis.
- e) Eólica, pelas características do país e por não gerar gases do efeito estufa nem resíduos de operação.

**R: Letra e**

9. (Mackenzie) Na Olimpíada Rio 2016, nosso medalhista de ouro em salto com vara, Thiago Braz, de 75,0 kg, atingiu a altura de 6,03 m, um recorde mundial, caindo a 2,80 m do ponto de apoio da vara. Considerando o módulo da aceleração da gravidade  $g = 10 \text{ m/s}^2$ , o trabalho realizado pela força peso durante a descida foi aproximadamente de:

- a) 2,10 kJ
- b) 2,84 kJ
- c) 4,52 kJ
- d) 4,97 kJ
- e) 5,10 kJ

**R: Letra c**

10. Um garoto gasta 75 J de energia para empurrar uma caixa por três metros. Sabendo que a direção de aplicação da força do garoto forma um ângulo de  $60^\circ$  com a direção do deslocamento da caixa, determine o valor da força feita pelo garoto.

- a) 50 N
- b) 40 N
- c) 25 N
- d) 30 N
- e) 15N

**R: Letra a**

### Atividade de Nivelamento

Para essa atividade iremos separar os estudantes em grupos de modo a colocar os monitores escolhidos com a atividade diagnóstica. Cada grupo deverá reproduzir uma das experiências contidas nos *links*:

Link 1 –Gangorra de Fogo - Experimento Termodinâmica - Transformação de energia - <https://www.youtube.com/watch?v=NP7SbVpT8ok>. Acesso em: 28/06/2022.

Link 2 - Experimento de física - energia cinética

<https://www.youtube.com/watch?v=I80hJXlnPQk>. Acesso em: 28/06/2022.

Link 3 – Experimento: Energia Potencial Gravitacional

<https://www.youtube.com/watch?v=F1IEkP0ACa0>. Acesso em: 28/06/2022.

Após a execução da experiência os grupos deverão explicar como a mesma ocorreu, utilizando o que aprendemos até aqui.



### MOMENTO ENEM

1. (ENEM 2012) Suponha que você seja um consultor e foi contratado para assessorar a implantação de uma matriz energética em um pequeno país com as seguintes características: região plana, chuvosa e com ventos constantes, dispondo de poucos recursos hídricos e sem reservatórios de combustíveis fósseis.

De acordo com as características desse país, a matriz energética de menor impacto e risco ambientais é a baseada na energia

- (A) Dos biocombustíveis, pois tem menor impacto ambiental e maior disponibilidade.
- (B) Solar, pelo seu baixo custo e pelas características do país favoráveis à sua implantação.
- (C) Nuclear, por ter menor risco ambiental e ser adequada a locais com menor extensão territorial.
- (D) Hidráulica, devido ao relevo, à extensão territorial do país e aos recursos naturais disponíveis.
- (E) Eólica, pelas características do país e por não gerar gases do efeito estufa nem resíduos de operação.

**R. Letra E**

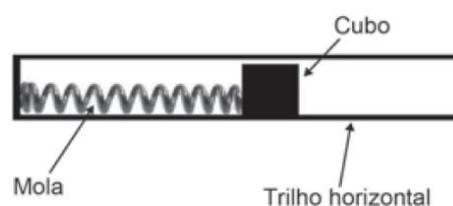
2. (ENEM 2010) Usando pressões extremamente altas, equivalentes às encontradas nas profundezas da Terra ou em um planeta gigante, cientistas criaram um novo cristal capaz de armazenar quantidades enormes de energia. Utilizando-se um aparato chamado bigoma de diamante, um cristal de difluoreto de xenônio ( $\text{XeF}_2$ ) foi pressionado, gerando um novo cristal com estrutura supercompacta e enorme quantidade de energia acumulada.

Embora as condições citadas sejam diferentes do cotidiano, o processo de acumulação de energia descrito é análogo ao da energia:

- (A) armazenada em um carrinho de montanha-russa durante o trajeto.
- (B) armazenada na água do reservatório de uma usina hidrelétrica.
- (C) liberada na queima de um palito de fósforo.
- (D) gerada nos reatores das usinas nucleares.
- (E) acumulada em uma mola comprimida.

**R. Letra E**

3. (ENEM 2018) Um projetista deseja construir um brinquedo que lance um pequeno cubo ao longo de um trilho horizontal, e o dispositivo precisa oferecer a opção de mudar a velocidade de lançamento. Para isso, ele utiliza uma mola e um trilho onde o atrito pode ser desprezado, conforme a figura.



Para que a velocidade de lançamento do cubo seja aumentada quatro vezes, o projetista deve:

- (A) manter a mesma mola e aumentar duas vezes a sua deformação.
- (B) manter a mesma mola e aumentar quatro vezes a sua deformação.
- (C) manter a mesma mola e aumentar dezesseis vezes a sua deformação.
- (D) trocar a mola por outra de constante elástica duas vezes maior e manter a deformação.
- (E) trocar a mola por outra de constante elástica quatro vezes maior e manter a deformação.

R. Letra b

### Referências:

1. BONJORNO, J.R. *et al.* – **Física: história e cotidiano** - versão trigonometria, vol 3 - Eletricidade, Física Moderna – São Paulo: FTD, 2003.
2. SAMPAIO, J.L.; CALÇADA, C.S. - **Física**, volume único – São Paulo: Atual, 2008.
3. CARRON, W.; GUIMARAES, O.; **As Faces da Física**, volume único – 3ªEd., São Paulo: Moderna, 2006.
4. BRANCO, S. M.; **Energia e Meio Ambiente** - 2ª Ed., São Paulo, Moderna, 2004

# Módulo 7

## Forças intermoleculares

### **Competência específica 2**

Analisar e utilizar interpretações sobre a dinâmica da Vida, da Terra e do Cosmos para elaborar argumentos, realizar previsões sobre o funcionamento e a evolução dos seres vivos e do Universo, e fundamentar e defender decisões éticas e responsáveis.

### **Habilidade da BNCC**

(EM13CNT208) Aplicar os princípios da evolução biológica para analisar a história humana, considerando sua origem, diversificação, dispersão pelo planeta e diferentes formas de interação com a natureza, valorizando e respeitando a diversidade étnica e cultural humana.

### **Objetivo de aprendizagem do DC-GOEM**

(GO-EMCNT208B) Aplicar conhecimentos de interações intermoleculares, comparando as propriedades de biomoléculas, quanto à solubilidade, reatividade e demais propriedades físicas e químicas para esquematizar o processo de formação e funcionamento do DNA.

### **Objeto(s) de conhecimento**

- Interações atômicas e moleculares

### **Descritor Saeb**

- Reconhecer o tipo predominante de ligações intramoleculares nas substâncias a partir das propriedades dos materiais e por meio de modelos de ligações.

# 1 Forças intermoleculares

São forças de atração entre moléculas próximas. Sua intensidade depende das características das moléculas que compõem o sistema.

Basicamente, as forças intermoleculares podem ocorrer por:

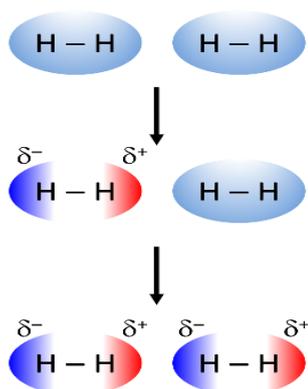
- Dipolo induzido
- Dipolo permanente
- Ligações de Hidrogênio

## 1.1 Dipolo induzido

Esse tipo de força intermolecular pode ser chamado, também, de Forças de Van der Waals ou Força de dispersão de London.

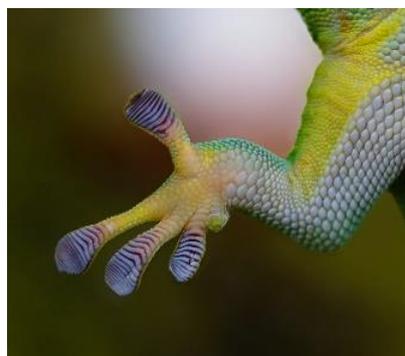
Ocorre entre moléculas apolares e, é a mais fraca das interações intermoleculares.

Representação do dipolo induzido



### Fato curioso!

É por causa das forças de dipolo induzido que a lagartixa consegue andar pelas paredes.

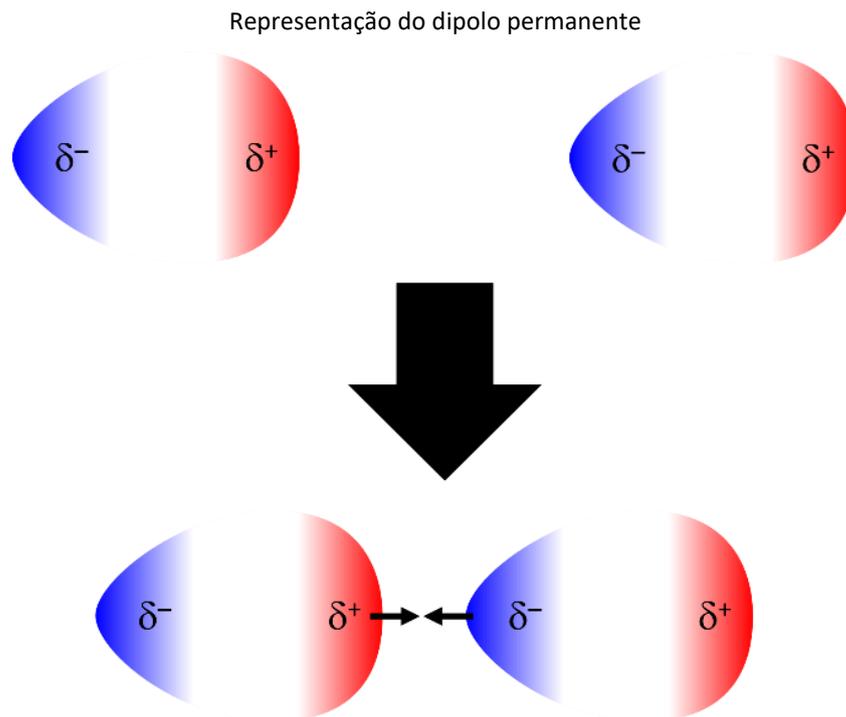


Fonte: <https://tecnoprof.com.br/mdq-obrig/> . Acesso em : 28 de jun. de 2022.

## 1.2 Dipolo permanente

Esse tipo de força intermolecular pode ser chamado, também, de Interações DIPOLO-DIPOLO.

Ocorre entre moléculas polares e é mais forte que as interações de dipolo induzido.



Fonte: <https://tecnoprof.com.br/mdq-obrig/> . Acesso em : 28 de jun. de 2022.

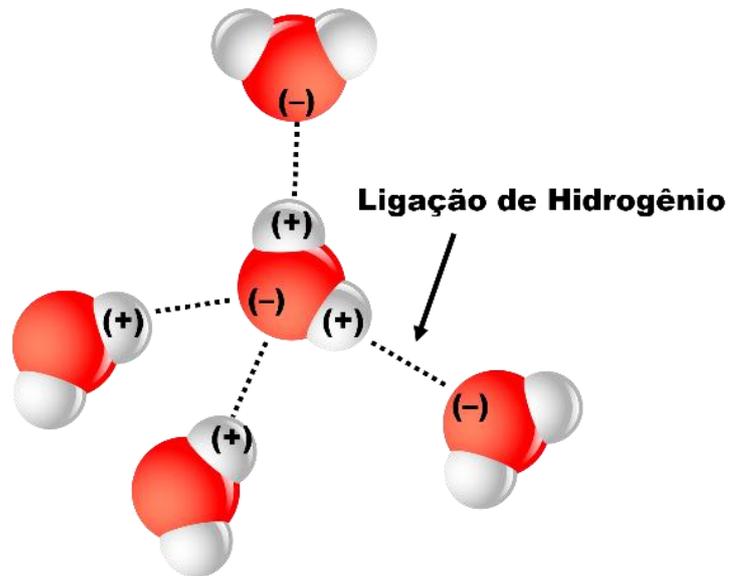
## 1.3 Ligações de Hidrogênio

Esse tipo de interação intermolecular era chamado de Pontes de Hidrogênio, porém, por orientação da União Internacional de Química Pura e Aplicada (IUPAC), tal denominação deve ser abandonada.

As ligações de hidrogênio ocorrem entre moléculas que apresentem o Hidrogênio ligado a um dos três elementos mais eletronegativos da tabela: Flúor, Oxigênio ou Nitrogênio.

Exemplos: HF, H<sub>2</sub>O, NH<sub>3</sub>

Representação da ligação de hidrogênio



Fonte: <https://tecnoprof.com.br/mdq-obrig/> . Acesso em : 28 de jun. de 2022.

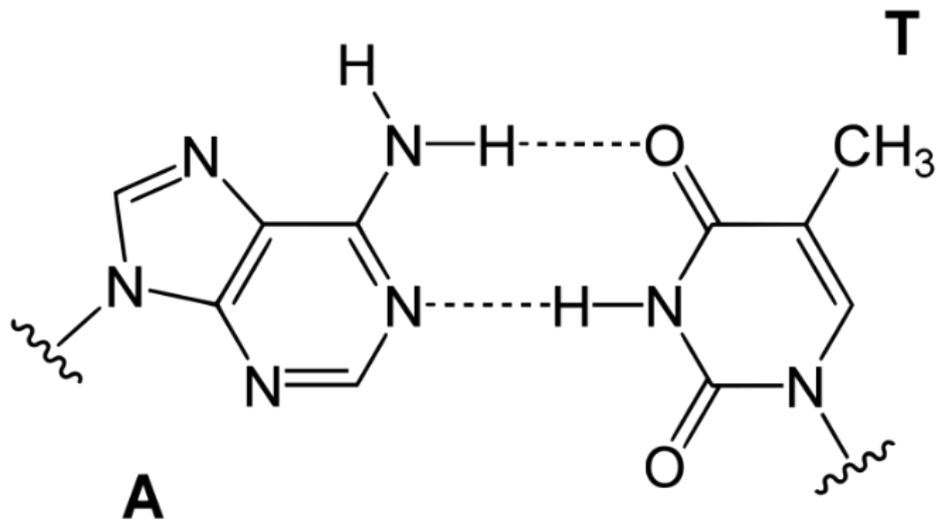
São as mais intensas das forças intermoleculares e estão presentes em nosso DNA, por exemplo.

Molécula de DNA

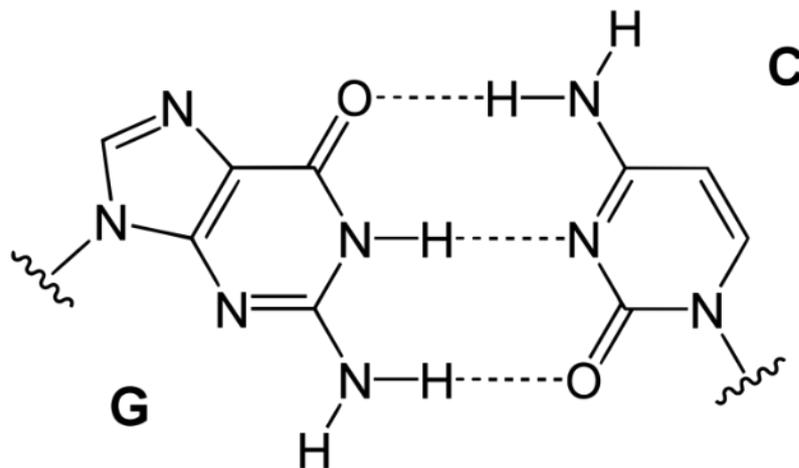


Fonte: <https://tecnoprof.com.br/mdq-obrig/> . Acesso em : 28 de jun. de 2022.

A ligação de uma hélice com outra se dá por meio de ligações de hidrogênio entre Citosina e Guanina e entre Adenina e Timina.



Fonte: <https://tecnoprof.com.br/mdq-obrig/> . Acesso em : 28 de jun. de 2022.

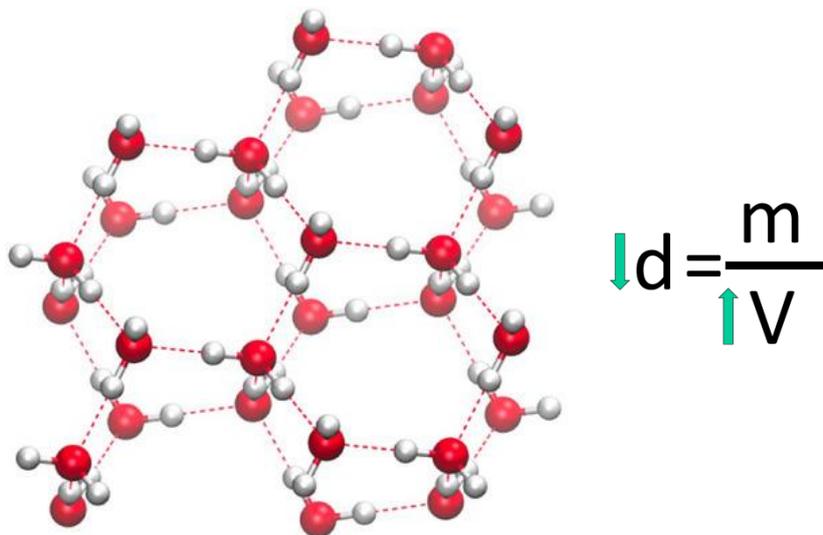


Fonte: <https://tecnoprof.com.br/mdq-obrig/> . Acesso em : 28 de jun. de 2022.

### 1.3.1 Água e densidade: um caso especial

Ao solidificar, as interações por ligações de hidrogênio fazem com que as moléculas de água se organizem em uma estrutura que faz com que o volume da água sólida seja maior que o da água líquida.

## Organização das moléculas de água no estado sólido



Fonte: <https://tecnoprof.com.br/mdq-obrig/> . Acesso em : 28 de jun. de 2022.

Assim, a densidade da água na fase sólida fica menor que a da água líquida, permitindo que o gelo flutue sobre a água.

### 1.4 Forças intermoleculares e propriedades físicas

As forças exercidas entre moléculas (forças intermoleculares) obedecem ao estado físico das substâncias.

Os compostos moleculares se encontram à temperatura ambiente nos três estados físicos: sólido, líquido e gasoso. Essa ocorrência é explicada pela diferença na interação entre as moléculas, ou seja, em cada estado físico elas se organizam de uma determinada forma. Mas em relação à mudança de estado físico, como as forças intermoleculares influem nesse processo?

A passagem de uma substância do estado sólido para o líquido (fusão), ou do líquido para o gasoso (vaporização), provoca uma desorganização de suas moléculas. As forças intermoleculares são rompidas durante este processo em razão do afastamento das moléculas.

**Regra geral:** Quanto menos intensas forem as forças intermoleculares, mais volátil será a substância e menor será a sua temperatura de ebulição (T.E.).



## SUGESTÃO DE ATIVIDADE

Respondam as questões a seguir:

a. Para moléculas de massas moleculares próximas:

Molécula Apolar (DI)		Molécula Polar (DP)	
Massa Molar	Ponto de Ebulição (°C)	Massa Molar	Ponto de Ebulição (°C)
SiH <sub>4</sub> (32)	-112	PH <sub>3</sub> (34)	-88
GeH <sub>4</sub> (77)	-90	AsH <sub>3</sub> (78)	-62
Br <sub>2</sub> (160)	59	ICl (162)	97

Quanto maior a força intermolecular, \_\_\_\_\_ será o ponto de ebulição de uma substância.

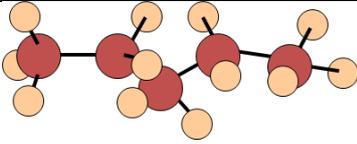
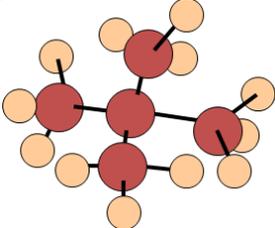
b. Para moléculas de mesma força intermolecular:

Fórmula	Massa Molar	Ponto de Ebulição (°C)
F <sub>2</sub>	38	-188
Cl <sub>2</sub>	71	-34
Br <sub>2</sub>	160	59
I <sub>2</sub>	254	184

Quanto maior a massa molecular, \_\_\_\_\_ será o ponto de ebulição de uma substância.

c. Para moléculas de mesma massa e força intermolecular:

Quanto mais ramificada a molécula, \_\_\_\_\_ será o ponto de ebulição de uma substância.

Molécula	Ponto de fusão (PF)
	36 °C
	9 °C

Fonte: <https://tecnoprof.com.br/mdq-obrig/> . Acesso em : 28 de jun. de 2022.

**Gabarito:**

*Respostas das lacunas:*

*a. maior*

*b. maior*

*c. menor*



## SUGESTÃO DE ATIVIDADE

**QUESTÃO 1** (Mackenzie-SP) Assinale as seguintes informações:

- I. A molécula de  $\text{CO}_2$  é apolar, sendo formada por ligações covalente polares
- II. A molécula de  $\text{H}_2\text{O}$  é polar, sendo formada por ligações covalentes apolares
- III. A molécula de  $\text{NH}_3$  é polar, sendo formada por ligações iônicas.

Números atômicos: H = 1; C = 6; N = 7; O = 8 Conclui-se que:

- (A) somente I é correta
- (B) somente II é correta
- (C) somente III é correta
- (D) somente II e III são corretas

(E) somente I e III são corretas

**GABARITO: LETRA A**

I- Verdadeiro. A molécula é apolar porque apresenta duas nuvens e dois ligantes iguais, sendo que as ligações entre carbono e oxigênio são polares porque ocorrem entre átomos diferentes.

II- Falso. A molécula é polar por ter quatro nuvens (duas ligações simples e um par de elétrons livres) e dois ligantes iguais, porém as ligações entre hidrogênio e oxigênio são polares porque ocorrem entre átomos diferentes.

III- Falso. A molécula é polar por ter quatro nuvens (três ligações simples e um par de elétrons livres) e três ligantes iguais, porém as ligações entre hidrogênio e nitrogênio são covalentes.

**QUESTÃO 2** Entre as moléculas, abaixo, a que forma ligações de hidrogênio entre suas moléculas é:

- (A)  $\text{CH}_4$
- (B)  $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{OH}$
- (C)  $\text{CH}_3 - \text{O} - \text{CH}_3$
- (D)  $\text{C}_2\text{H}_6$
- (E)  $\text{N}(\text{CH}_3)_3$

**GABARITO: LETRA B**

**QUESTÃO 3** (PUC) As pontes de hidrogênio aparecem:

- (A) quando o hidrogênio está ligado a um elemento muito eletropositivo;
- (B) quando o hidrogênio está ligado a um elemento muito eletronegativo;
- (C) em todos os compostos hidrogenados;
- (D) somente em compostos inorgânicos;
- (E) somente nos ácidos de Arrhenius.

**GABARITO: LETRA B**



## Atividade integradora

Nesta atividade integradora, realizaremos um experimento de baixo custo, que busca verificar as formas de agregação, entre diferentes substâncias e, relacioná-las às interações intermoleculares. Ao final do roteiro, estão elencadas 10 perguntas que podem auxiliar você professor/a no momento da problematização. Essas questões, também, são exemplificativas. Você professor/a pode, e talvez deva ir além do que está aqui exposto. Os conceitos envolvidos nessa prática são: polaridade das moléculas; intensidade das forças intermoleculares; volatilidade. Conceitos que podem ser ampliados tanto na Física quanto na Biologia.

### Física

Carga elétrica

### Biologia

Vírus e doenças infecciosas.

Esse Experimento Silhueta da gota, tem o objetivo de verificar as formas de agregação entre diferentes substâncias e relacioná-las às interações intermoleculares. Os conceitos envolvidos: polaridade das moléculas; intensidade das forças intermoleculares; volatilidade.

Esse experimento foi retirado do livro *Guia de Experimentos e problematizações*.

DUTRA, CHARLES EMERICK MEDEIROS, *Guia de Experimentos e problematizações [recurso eletrônico]* /

CHARLES EMERICK MEDEIROS DUTRA. Autor. Dr. AURÉLIO FERREIRA BORGES - Educação profissional e

Tecnológica (ProfEPT) – IFRO campus Porto. Disponível em :

<https://educapes.capes.gov.br/bitstream/capes/573436/2/Guia%20de%20Experimentos%20e%20problematiza%C3%A7%C3%B5es.pdf>. Acesso em : 03 de jun. de 2022.

### Silhueta da Gota

#### Reagentes:

- gasolina comum;
- água destilada;
- acetona (propanona).

**Materiais:**

- 03 béqueres de 50 ml;
- 03 pipetas;
- 01 vidro de relógio.

**Procedimentos:**

1º: Colocar cerca de 20 ml de cada reagente em béqueres separados;

2º: Utilizando as pipetas, pegar uma pequena quantidade de cada reagente e formar uma gota para cada um no vidro de relógio;

3º: Analisar o formato de cada gota formada;

4º: É importante que os estudantes façam anotações criteriosas durante o experimento, pois essas subsidiarão as discussões sobre os assuntos abordados.

**Observações:** Utilizar equipamentos de segurança, tais como: óculos de proteção, jaleco e luvas.

**Vamos problematizar?**

1º: Quais as suas impressões sobre o formato das gotas? Elas são parecidas?

2º: Qual é a mais agregada? Qual é a mais dispersa?

3º: Será que a interação entre as moléculas de cada substância tem a mesma intensidade?

4º: Dentre as três interações, qual é a mais intensa? O que os levou a chegar à essa conclusão?

5º: Qual a mais fraca?

6º: Qual delas evaporou com mais facilidade? Por que será?

7º: Vocês conhecem a fórmula estrutural de alguma dessas substâncias? (Nesse ponto, o estudante, normalmente, conhece apenas a fórmula molecular da água e o professor pode mostrar a estrutura de cada uma).

8º: Você consegue fazer uma relação entre a estrutura e a intensidade das interações intermoleculares?

**9º:** As forças intermoleculares são: dipolo induzido, dipolo permanente e ligação de hidrogênio. Faça uma relação com o conceito de polaridade das moléculas.

**10º:** Se misturássemos essas três substâncias, elas formariam uma mistura homogênea? Por quê?

Consolidada a parte teórica que explicou o fenômeno observado, o/a estudante poderá aplicar o conhecimento adquirido em um novo contexto. Professor/a peça para os/as estudantes fazerem uma relação com o funcionamento do sabão para dissolver a capa lipoproteica do vírus causador da Covid-19, e discorram sobre a eficiência do etanol no processo de eliminação do vírus.

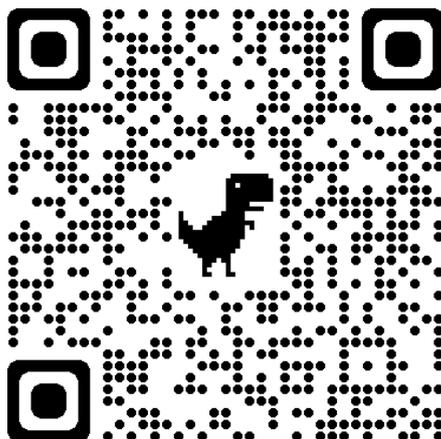
### **Resposta esperada da análise**

A relação diz respeito ao fato da polaridade da molécula definir qual substância vai ser solúvel em outra substância. Sabe-se que o álcool 70°GL tem uma boa absorção pelas membranas da pele e devido a presença de água em sua composição, facilita a entrada do álcool para dentro do patógeno (coronavírus, por exemplo) e retarda a volatilização do mesmo.



### **SAIBA MAIS**

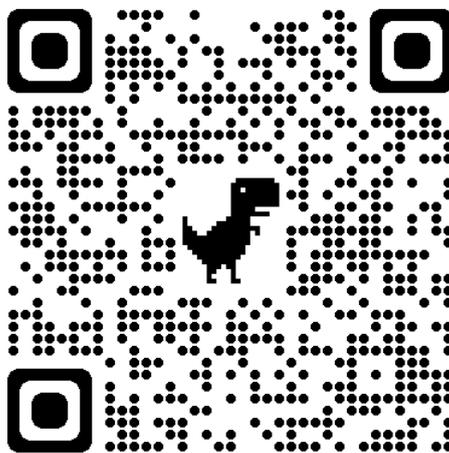
**A questão do mercúrio em lâmpadas fluorescentes.** *Química Nova na Escola*, n.28,p.15. Disponível em: < <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc28/04-QS-4006.pdf> >. Acesso em: 03 de jun. de 2022.



➤ O texto discute alguns aspectos da relação entre lâmpadas fluorescentes e métodos de descontaminação de seus resíduos.

**Os fulerenos e sua espantosa geometria molecular.** *Química Nova na Escola*, n.4, p.7.

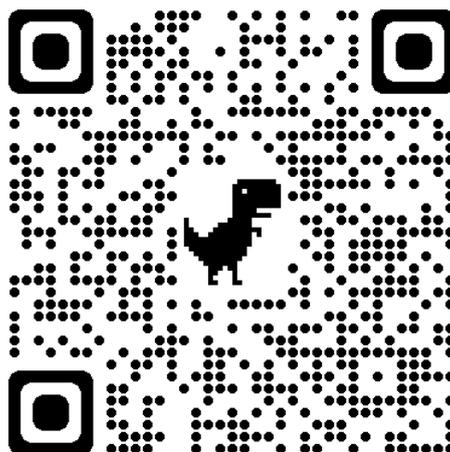
Disponível em: < <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc04/atual.pdf> >. Acesso em : 03 de jun. de 2022.



➤ Este artigo fala da história e das repercussões da descoberta de formas alotrópicas moleculares do carbono, uma delas no formato de uma bola de futebol.

**Contaminação por mercúrio e o caso da Amazônia.** *Química Nova na Escola*, n.12, p.3.

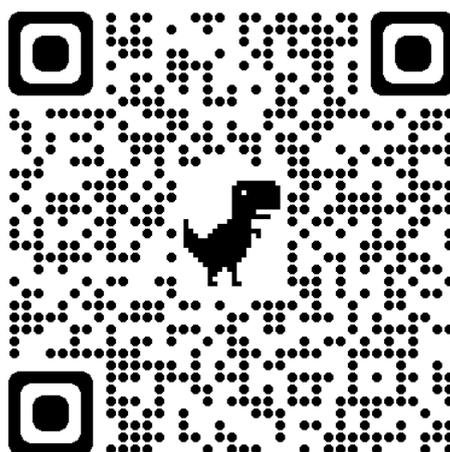
Disponível em: < <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc12/v12a01.pdf> >. Acesso em : 03 de jun. de 2022.



➤ Nesse artigo, os autores apresentam uma rápida exposição do problema do mercúrio no Brasil, com ênfase para a Amazônia, discutindo a situação atual dessa contaminação, os seus riscos e as alternativas para o seu controle.

**DUARTE, H.A. Ligações químicas: Iônica, covalente e metálica.** Em: AMARAL, L.O.F e ALMEIDA, W.B. de (Orgs.). Cadernos Temáticos de Química Nova na Escola, n. 4, p. 14-23, 2001.

Disponível em: < <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc24/af1.pdf> >. Acesso em: 03 de jun. de 2022.



➤ Este artigo apresenta uma revisão da literatura a respeito das concepções dos estudantes sobre esse tema, com o intuito de alertar os professores sobre quais são as ideias mais comuns que surgem quando do estudo desse tópico. Sabendo de antemão quais serão as dificuldades, fica mais fácil a proposição de metodologias específicas para tentar superá-las.



## GLOSSÁRIO

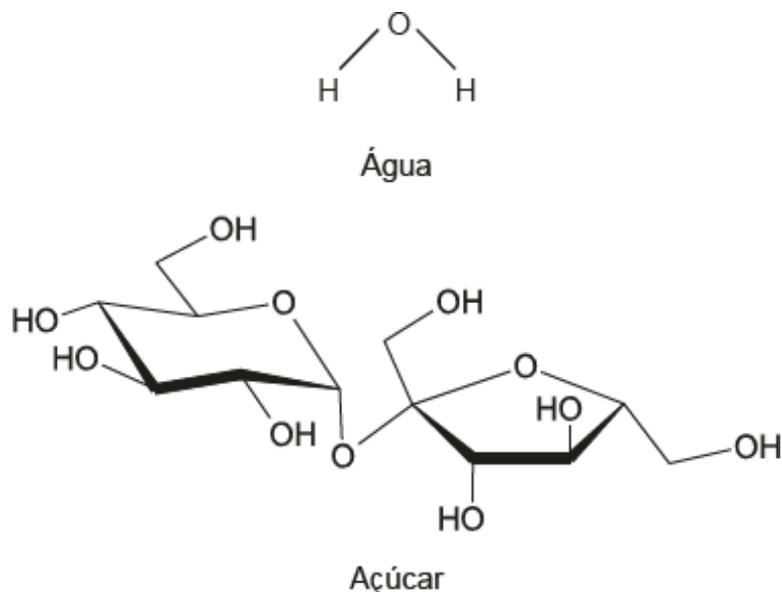
- **Ânion:** íon com carga negativa. Exemplos:  $F^-$ ;  $SO_4^{2-}$ .
- **Átomo.** (1) A menor partícula de um elemento que tem as propriedades químicas do elemento. (2) Uma espécie eletricamente neutra formada por um núcleo e seus elétrons.
  - **Cátion:** íon com carga positiva. Exemplos:  $Na^+$ ;  $NH_4^+$ ;  $Al^{3+}$ .
  - **Elétrons** se distribuem entre os átomos de uma molécula.
  - **Forças intermoleculares:** Forças de atração e repulsão que ocorrem entre moléculas. Exemplos: ligação hidrogênio; forças dipolo-dipolo; forças de London. Veja, também, interações de van der Waals.
- **Gás nobre:** Um membro do Grupo 18/VIII da Tabela Periódica (a família do hélio).
  - **Interações intramoleculares:** as ligações iônicas, as covalentes e as metálicas.
  - **Ligação:** Uma interação estável entre átomos. Veja, também, ligação covalente; ligação dupla; ligação iônica; ligação tripla.
- **Molécula:** (1) A menor partícula de um composto que possui as propriedades químicas do composto. (2) Um grupo definido, distinto, eletricamente neutro de átomos ligados. Exemplos:  $H_2$ ;  $NH_3$ ;  $CH_3COOH$ .



## MOMENTO ENEM

Atividades complementares com foco nesta avaliação de larga escala.

1.(ENEM/2021) Um princípio importante na dissolução de solutos é que semelhante dissolve semelhante. Isso explica, por exemplo, o açúcar se dissolver em grandes quantidades na água, ao passo que o óleo não se dissolve.



A dissolução na água, do soluto apresentado, ocorre predominantemente por meio da formação de

- (A) ligações iônicas.
- (B) ligações covalentes.
- (C) interações íon-dipolo.
- (D) ligações de hidrogênio.
- (E) interações hidrofóbicas.

**Gabarito: letra D**

2. (ENEM/2021) A obtenção de óleos vegetais, de maneira geral, passa pelas etapas descritas no quadro.

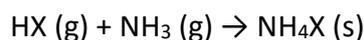
Etapa	Subetapa	O que ocorre
Preparação da matéria-prima	Seleção dos grãos	Separação das sujidades mais grossas
	Descascamento	Separação de polpa e casca
	Trituração	Rompimento dos tecidos e das paredes das células
	Cozimento	Aumento da permeabilidade das membranas celulares
Extração do óleo bruto	Prensagem	Remoção parcial do óleo
	Extração	Obtenção do óleo bruto com hexano
	Destilação	Separação do óleo e do solvente

Qual das subetapas do processo é realizada em função apenas da polaridade das substâncias?

- (A) Trituração.
- (B) Cozimento.
- (C) Prensagem.
- (D) Extração.
- (E) Destilação.

**Gabarito: letra D**

3. (ENEM/2017) Partículas microscópicas existentes na atmosfera funcionam como núcleos de condensação de vapor de água que, sob condições adequadas de temperatura e pressão, propiciam a formação das nuvens e conseqüentemente das chuvas. No ar atmosférico, tais partículas são formadas pela reação de ácidos (HX com a base NH<sub>3</sub>, de forma natural ou antropogênica, dando origem a sais de amônio (NH<sub>4</sub>X , de acordo com a equação química genérica:



FELIX, E. P.; CARDOSO, A. A. Fatores ambientais que afetam a precipitação úmida. **Química Nova na Escola**, n. 21, maio 2005 (adaptado).

A fixação de moléculas de vapor de água pelos núcleos de condensação ocorre por

- (A) ligações iônicas.
- (B) interações dipolo-dipolo.
- (C) interações dipolo-dipolo induzido.
- (D) interações íon-dipolo.
- (E) ligações covalentes.

**Gabarito: letra D**

4. (ENEM/2015) Pesticidas são substâncias utilizadas para promover o controle de pragas. No entanto, após sua aplicação em ambientes abertos, alguns pesticidas organoclorados são arrastados pela água até lagos e rios e, ao passar pelas guelras dos peixes, podem difundir-se para seus tecidos lipídicos e lá se acumularem.

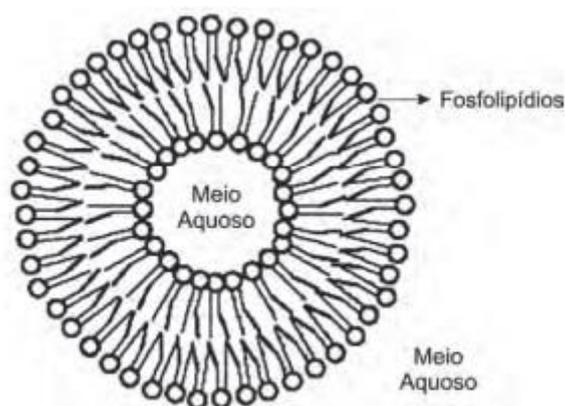
A característica desses compostos, responsável pelo processo descrito no texto, é o(a)

- (A) baixa polaridade.
- (B) baixa massa molecular.

- (C) ocorrência de halogênios.
- (D) tamanho pequeno das moléculas.
- (E) presença de hidroxilas nas cadeias.

**Gabarito: letra A**

5. (ENEM/2012) Quando colocados em água, os fosfolipídeos tendem a formar lipossomos, estruturas formadas por uma bicamada lipídica, conforme mostrado na figura. Quando rompida, essa estrutura tende a se reorganizar em um novo lipossomo.



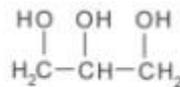
Disponível em: <http://course1.winona.edu>. Acesso em: 1 mar. 2012 (adaptado).

Esse arranjo característico se deve ao fato de os fosfolipídios apresentarem uma natureza

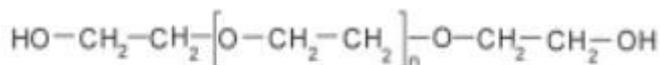
- (A) polar, ou seja, serem inteiramente solúveis em água.
- (B) apolar, ou seja, não serem solúveis em solução aquosa.
- (C) anfotérica, ou seja, podem comportar-se como ácidos e bases.
- (D) insaturada, ou seja, possuírem duplas ligações em sua estrutura.
- (E) anfifílica, ou seja, possuírem uma parte hidrofílica e outra hidrofóbica.

**Gabarito: letra E**

6. (ENEM/2011) A pele humana, quando está bem hidratada, adquire boa elasticidade e aspecto macio e suave. Em contrapartida, quando está ressecada, perde sua elasticidade e se apresenta opaca e áspera. Para evitar o ressecamento da pele é necessário, sempre que possível, utilizar hidratantes umectantes, feitos geralmente à base de glicerina e polietilenoglicol:



glicerina



polietilenoglicol

Disponível em: <http://www.brasilecola.com>. Acesso em: 23 abr. 2010 (adaptado).

A retenção de água na superfície da pele promovida pelos hidratantes é consequência da interação dos grupos hidroxila dos agentes umectantes com a umidade contida no ambiente por meio de

- (A) ligações iônicas.
- (B) forças de London.
- (C) ligações covalentes.
- (D) forças dipolo-dipolo.
- (E) ligações de hidrogênio.

**Gabarito: letra E**



## Referências

1. ATKINS, Peter; JONES, Loretta; LAVERMAN, Leroy. **Princípios de Química-: Questionando a Vida Moderna e o Meio Ambiente**. Bookman Editora, 2018.
2. Carmen Fernandez e Maria Eunice Ribeiro Marcondes. Concepção dos estudantes sobre ligação química. Disponível em: <http://qnesc.sbg.org.br/online/qnesc24/af1.pdf> . Acesso em: 03 de jun. de 2022.
3. DUTRA, CHARLES EMERICK MEDEIROS, *Guia de Experimentos e problematizações [recurso eletrônico] / CHARLES EMERICK MEDEIROS DUTRA. Autor. Dr. AURÉLIO FERREIRA BORGES - Educação profissional e Tecnológica (ProfEPT) – IFRO campus Porto. Disponível em :*

<https://educapes.capes.gov.br/bitstream/capes/573436/2/Guia%20de%20Experimentos%20e%20problematiza%C3%A7%C3%B5es.pdf>. Acesso em : 03 de jun. de 2022.

4. SOUZA, Jurandir Rodrigues; BARBOSA, Antônio Carneiro. Contaminação por mercúrio e o caso da Amazônia. **Química nova na escola**, v. 12, p. 3-7, 2000. Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc12/v12a01.pdf>. Acesso em : 03 de jun. de 2022.
5. ROCHA-FILHO, Romeu C. Os fulerenos e sua espantosa geometria molecular. **Química Nova na Escola**, v. 4, p. 7-11, 1996. Disponível em: < <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc04/atual.pdf> >. Acesso em : 03 de jun. de 2022.
6. USBERCO, João; SALVADOR, Edgard. QUÍMICA–volume único–9ª edição. São Paulo. Editora Saraiva, 2013.
7. JÚNIOR, Walter Alves Durão; WINDMÖLLER, Cláudia Carvalhinho. A questão do mercúrio em lâmpadas fluorescentes. **Revista Química Nova na Escola**, v. 28, p. 15-19, 2008. . Disponível em: < <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc28/04-QS-4006.pdf> >. Acesso em: 03 de jun. de 2022.

# Módulo 8

## Fluxo de energia

### **Competência específica 2**

Analisar e utilizar interpretações sobre a dinâmica da Vida, da Terra e do Cosmos para elaborar argumentos, realizar previsões sobre o funcionamento e a evolução dos seres vivos e do Universo, e fundamentar e defender decisões éticas e responsáveis.

### **Habilidade da BNCC**

(EM13CNT203) Avaliar e prever efeitos de intervenções nos ecossistemas, e seus impactos nos seres vivos e no corpo humano, com base nos mecanismos de manutenção da vida, nos ciclos da matéria e nas transformações e transferências de energia, utilizando representações e simulações sobre tais fatores, com ou sem o uso de dispositivos e aplicativos digitais (como softwares de simulação e de realidade virtual, entre outros).

### **Objetivo de aprendizagem do DC-GOEM**

(GO-EMCNT203G) Reconhecer a importância dos organismos fotossintetizantes (algas e vegetais) como base de todo processo ecológico que mantém a vida, considerando as transformações e transferências energéticas envolvidas em seu metabolismo para relacionar a preservação da biodiversidade à manutenção do equilíbrio ecológico.

### **Objeto de conhecimento**

Fluxo de energia

## **Imersão Curricular**

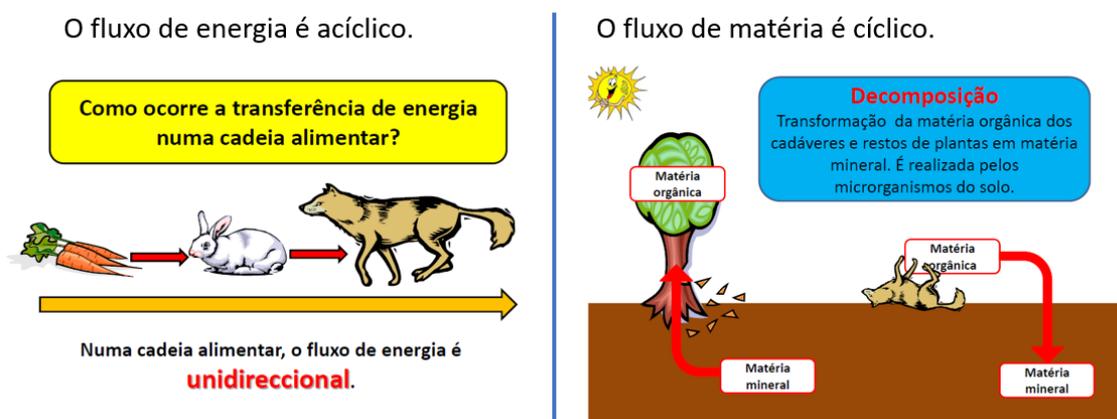
Considerando o que foi desenvolvido no módulo sobre metabolismo energético celular, observamos que existem diferentes formas pelas quais os seres vivos são capazes de obter energia para a realização de seus processos metabólicos, garantindo assim, a manutenção da vida. Estudamos, também, que a energia primária que chega ao nosso

planeta, a partir do Sol, é convertida de energia luminosa para energia química pelo processo de fotossíntese realizado por organismos clorofilados, como as plantas e as algas.

Neste módulo, estudaremos que estes organismos fotossintetizantes, juntamente, com os organismos quimiossintetizantes, constituem um grupo muito importante de seres vivos fornecedores de energia para as cadeias alimentares.

Assim, a energia, uma vez armazenada na forma de compostos orgânicos, pode fluir unidirecionalmente, através das relações alimentares entre os organismos. Neste processo, parte da energia, ainda, é perdida na forma de calor, mas, outra parte, segue sempre, do produtor aos consumidores e, finalmente, aos decompositores, que são os organismos responsáveis pela decomposição da matéria orgânica, possibilitando, assim, a ciclagem da matéria.

Diferentemente, do fluxo de energia, o fluxo de matéria é cíclico e ocorre de acordo como o que denominamos de ciclos biogeoquímicos, onde a matéria perpassa do ambiente (meio abiótico) para os seres vivos (componentes bióticos) e de volta ao ambiente (solo, água, atmosfera) de maneira ininterrupta. Todos estes processos estão intrinsecamente relacionados aos processos de produção, transformação e transferência de energia nos ecossistemas.



Fonte: Elaborada pelos autores, 2022.

Portanto, este conteúdo continua, então, organizado em torno do tema “Energia” o qual poderá ser desenvolvido na perspectivados demais componentes da área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias. Neste momento, o componente Biologia pode contribuir apresentando conhecimentos do campo de estudo da Ecologia, por meio dos quais será

possível reconhecer a importância dos organismos fotossintetizantes como base de todos os processos que mantêm a vida, assim como, proposto pelo objetivo de aprendizagem deste módulo e a habilidade específica relacionada. Para tanto, serão consideradas as transformações e transferências energéticas envolvidas nos processos metabólicos já estudados e, ainda, novos conceitos a serem apresentados, a seguir.

## **1. Introdução à Ecologia**

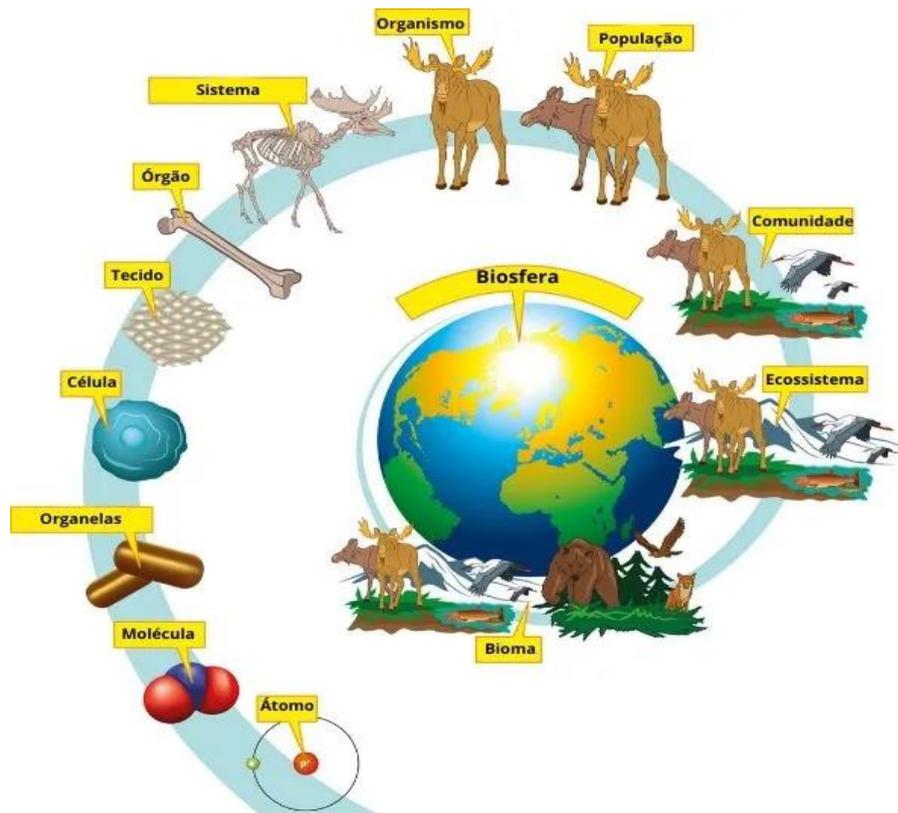
A Ecologia é a ciência que estuda a interação entre os seres vivos e o ambiente em que vivem.

O termo "ecologia" foi utilizado pela primeira vez em 1866, na obra "Morfologia Geral do Organismo", pelo biólogo alemão Ernst Haeckel.

A palavra Ecologia vem do grego, onde *Oikos* significa "casa" e *Logos* significa "estudo". Dessa forma, a ecologia é o estudo da casa, ou seja, do ambiente e das inter-relações dos organismos no meio físico.

A ecologia pode ser considerada uma das ciências mais complexas e amplas, pois para compreender o funcionamento da natureza, ela envolve o estudo de diferentes campos de estudo, como evolução, genética, citologia, anatomia e fisiologia.

### **1.1 Níveis de organização**



Fonte: Biologia Net. Disponível em; <https://static.biologianet.com/2020/05/biodiversidade-2.jpg>. Acesso em jun 2022.

Ao estudar ecologia é importante saber que ela se divide em níveis de organização. Se considerarmos a matéria viva organizada a partir do **átomo**, teremos uma sequência como a demonstrada, acima, na figura.

Um conjunto de átomos que interagem entre si, formando ligações químicas, podem formar **moléculas**. Estas vão compor diferentes **substâncias** (simples ou compostas) que podem ser substâncias orgânicas (como carboidratos, lipídios, proteínas, ácidos nucleicos etc.) que entram na constituição dos seres vivos, a partir das células e todos os **organoides** que as compõem.

Um conjunto de **células** que têm forma e função semelhantes podem formar, em um organismo, pluricelular, **tecidos** e, estes formam órgãos. O conjunto de **órgãos**, como por exemplo, esôfago, estômago, intestino etc., formam um **sistema**, que neste caso, seria o sistema digestório. Um **organismo** é constituído por vários sistemas que trabalham juntos para manter a homeostase do corpo, ou seja, o equilíbrio de todas as funções.

Partindo do nível de organismo, teremos o conceito de **população**, que é um conjunto de organismos de uma mesma espécie. O conjunto de populações forma uma **comunidade** e

o conjunto das comunidades, um **ecossistema**. Um **bioma** é formado por diferentes ecossistemas, enquanto que a biosfera é o conjunto de todas as regiões do planeta, onde podemos encontrar seres vivos. Sobre estes últimos conceitos, há mais detalhes, a seguir.

### **1.1.1 Principais níveis de organização em Biologia**

#### ***População***

A população representa o conjunto de organismos da mesma espécie que vivem juntos e apresentam maiores chances de reprodução entre si. Inicialmente, essa organização era utilizada apenas para grupos humanos, depois foi ampliada, para qualquer grupo de organismos.

As espécies, por sua vez, são organismos com características genéticas semelhantes. Com isso, o cruzamento de indivíduos da mesma espécie gera descendentes férteis. Exemplos: caranguejos, ursos, pau-brasil, etc;

#### ***Comunidade***

A comunidade representa o conjunto das populações que vivem numa mesma região, no qual vivem em determinado local, com condições ambientais específicas e interagindo entre si, também, chamado de comunidade biológica, biocenose ou biótopo. Como exemplo de comunidades pode ser citado as aves, insetos e plantas de uma região.

#### ***Ecossistemas***

O ecossistema é o conjunto de comunidades que interagem entre si e com o ambiente. Ele é formado pela interação de biocenoses e biótopos. A reunião de diferentes ecossistemas é conhecido como bioma e nele estão reunidas características próprias de diversidade biológica e condições ambientais. Alguns exemplos de biomas brasileiros são: a Mata Atlântica, o Cerrado e a Amazônia.

#### ***Biosfera***

A biosfera é o nível mais amplo, pois ele corresponde ao conjunto de todos os ecossistemas das diferentes regiões do planeta, ou seja, o local, onde estão todos os seres

vivos. É a reunião de toda a biodiversidade existente na Terra. A biodiversidade, por sua vez, significa a variedade de vida existente, englobando toda a riqueza das espécies.

## **1.2 Conceitos básicos da ecologia**

Para melhor compreensão do mundo vivo, além dos níveis de organização, a ecologia moderna abrange diversos conceitos que são fundamentais.

Conheça, a seguir as definições dos principais conceitos que a ecologia estuda.

### ***Habitat***

O habitat é o ambiente físico em que vivem determinadas espécies. As condições do ambiente dependem de fatores abióticos que afetam diretamente os seres vivos presentes.

Alguns exemplos são: o habitat do leão, as savanas e, o habitat do tatu, as florestas.

### ***Nicho ecológico***

O Nicho Ecológico representa os hábitos e o modo de vida dos animais que representam seu nicho.

Por exemplo: no grupo dos leões são as leas que caçam e cuidam dos filhotes, enquanto os machos defendem de invasores.

### ***Fatores bióticos e abióticos***

Os fatores bióticos e abióticos são os seres vivos e não vivos de um ecossistema e são interdependentes.

Os seres vivos representam os componentes bióticos, como as plantas, animais e bactérias. Já o conjunto de componentes físicos e químicos do meio, tais como umidade, temperatura e luminosidade são os componentes abióticos.

### ***Relações ecológicas***

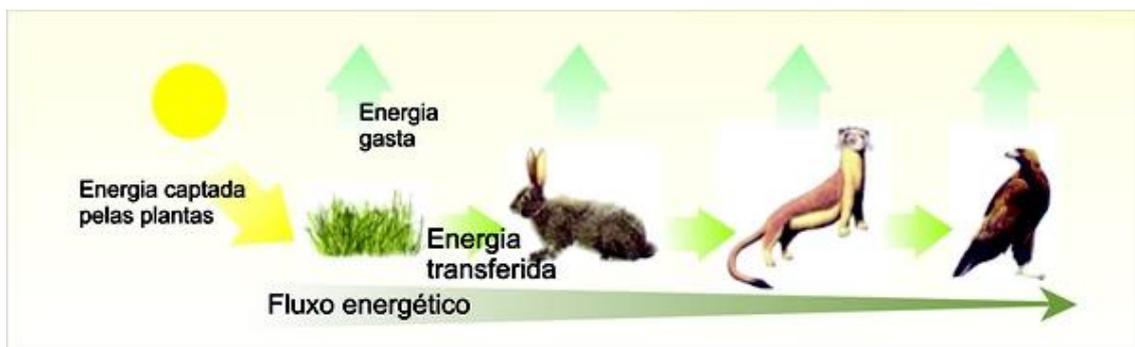
As relações ecológicas são as interações que ocorrem entre os seres vivos dentro dos ecossistemas.

Elas podem ser entre indivíduos da mesma espécie (intraespecífica) ou entre espécies diferentes (interespecíficas). E, podem ser benéficas (positivas) ou prejudiciais (negativas) para as partes envolvidas.

### ***Cadeia alimentar***

A cadeia alimentar representa as relações alimentares entre os organismos da biota.

É através dos níveis tróficos da cadeia alimentar que é realizado o fluxo contínuo de energia e matéria.



Fonte: Educação Globo. Disponível em: <https://bityli.com/dPuRuF>. Acesso em jun 2022.

### ***Ciclos biogeoquímicos***

Os ciclos biogeoquímicos representam o processo realizado entre energia e a matéria, que por sua vez se movimentam pelo ambiente de forma cíclica, fazendo assim a ciclagem dos nutrientes essenciais à manutenção da vida.

Alguns exemplos dos ciclos biogeoquímicos são: ciclo do carbono, do nitrogênio, do oxigênio e da água.



### **SAIBA MAIS**

Para saber mais sobre conceitos básicos de ecologia, acesse a videoaula, disponível no *link*, abaixo:

Vídeo: ECOLOGIA | BIOLOGIA | AULA 3 | Enem 2019 - YouTube  
[youtube.com/watch?v=Z9t93wPwLsk](https://youtube.com/watch?v=Z9t93wPwLsk)



## SUGESTÃO DE ATIVIDADE

1. Elabore um glossário para os conceitos básicos em ecologia.
2. Construa um mapa conceitual (mapa mental) relacionando os conceitos básicos em torno do tema central “Ecologia”.
3. EXTRA: Crie um jogo de cartas utilizando os conhecimentos relacionados a Ecologia aprendidos até o momento. Sugestão: as cartas podem formar duplas que se complementam e serem jogadas como um jogo da memória.



### Dica para o(a) professor(a):

O artigo “Dicas e exemplos para levar a gamificação para a sala de aula”, publicado por Nova Escola, pode auxiliá-lo(a) a usar elementos de jogos nas aulas, tornando o aprendizado dos estudantes mais envolvente, para promover uma postura mais exploratória destes.

Acesse o *link*:

<https://novaescola.org.br/conteudo/15426/dicas-e-exemplos-para-levar-a-gamificacao-para-a-sala-de-aula>

Referência: GAROFALO D. Dicas e exemplos para levar a gamificação para a sala de aula. **Nova Escola**. Disponível em <https://novaescola.org.br/conteudo/15426/dicas-e-exemplos-para-levar-a-gamificacao-para-a-sala-de-aula>. Acesso em

14 jun 2022.

## 2. Energia nas cadeias alimentares

Nas cadeias alimentares ocorrem transformações da matéria e da energia. Os produtores são capazes de transformar a energia proveniente, principalmente, da luz solar em outras formas de energia presentes em moléculas de carboidratos que poderão ser utilizadas pelos consumidores. Os consumidores, por sua vez, também, realizam conversões energéticas e utilizam parte da energia presente nas moléculas de carboidratos para a síntese de moléculas de ATP, as quais serão utilizadas em suas funções básicas. No entanto, nem toda quantidade de energia que é transformada por um ser vivo é disponibilizada ao nível trófico seguinte, pois os seres vivos utilizam boa parte dela para manutenção de suas funções básicas. Além disso, as transformações energéticas que ocorrem na natureza não são completamente eficientes, pois uma parte é transformada em energia térmica, que é dissipada ao ambiente. Isso significa que, nas conversões energéticas realizadas em cada um dos níveis tróficos de uma cadeia alimentar, uma parcela da energia é perdida na forma de calor. Por esses motivos, a quantidade de energia que pode ser transferida entre os níveis tróficos é cada vez menor conforme se distancia dos produtores.

### 2.1 Transformações e transferências de energia nas cadeias alimentares

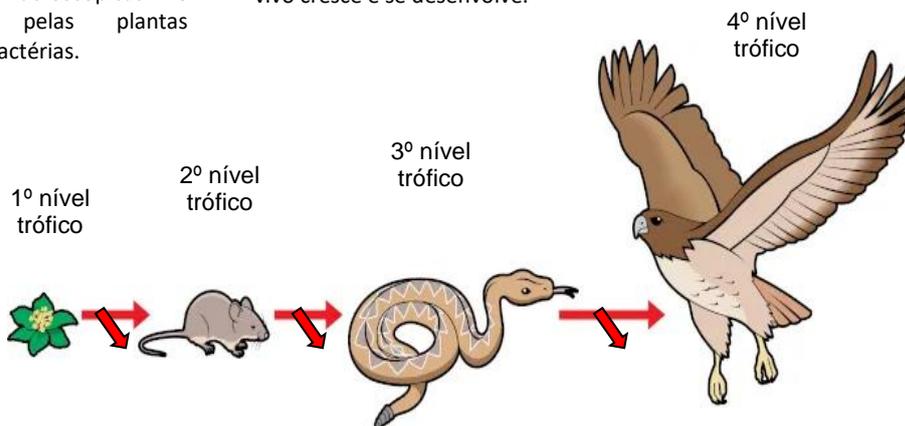
A energia segue um fluxo ao longo das cadeias alimentares, não podendo ser reciclada. Esse fluxo é unidirecional, pois flui dos produtores em direção aos consumidores, como mostra o esquema abaixo. Perceba que, o fluxo de energia nas cadeias alimentares é representado por meio das setas entre os níveis tróficos. A largura dessas setas pode representar a quantidade de energia que é transferida aos seres vivos ou dissipada ao ambiente.

Representação esquemática do fluxo de energia em uma cadeia alimentar.

1 - Os produtores fotossintetizantes transformam energia luminosa em outras formas de energia presentes nas moléculas de carboidratos, como a glicose. Nos ambientes aquáticos, os produtores são representados pelas algas (macroscópicas e microscópicas), pelas plantas aquáticas e por bactérias.

2 - Nos produtores, assim como, os demais seres vivos, grande parte desta energia é incorporada à matéria orgânica que constitui o organismo, ou seja, à sua biomassa (processo denominado assimilação). Essa energia assimilada é utilizada para realização das funções básicas do organismo e armazenada em seus tecidos conforme o ser vivo cresce e se desenvolve.

3 - Parte dessa energia é perdida no ambiente na forma de calor ou por meio de resíduos do metabolismo.



4 - Por meio, da alimentação, grande parte da energia que não foi utilizada pelos produtores é transferida aos consumidores primários. Estes, por sua vez, por meio da respiração celular, transformam a energia que adquiriram das moléculas de carboidratos em energia que possa ser utilizada por suas células. Parte dessa energia também é perdida ao ambiente.

5 - Da mesma forma, a energia presente em moléculas que constituem os tecidos dos consumidores primários é disponibilizada aos consumidores secundários, por meio da alimentação. E, assim, ocorre em todos os níveis tróficos: devido às perdas e ao uso da energia pelo próprio organismo, a quantidade de energia que é disponibilizada ao nível trófico seguinte é menor do que a quantidade que foi obtida.

Fonte: elaborada com base em Biologia Net ([www.biologianet.com](http://www.biologianet.com)). Disponível em:

<https://static.biologianet.com/2020/02/cadeia-alimentar.jpg>. Acesso em jun 2022.

### 3. Comunidades: sistemas transformadores de energia

O químico Alfred J. Lotka, por volta de 1930, foi o primeiro a considerar que populações e comunidades são como sistemas transformadores de energia. De acordo com Lotka, a troca de energia entre os componentes de um sistema inicia-se com a assimilação e a transformação de dióxido de carbono em matéria orgânica pelas plantas por meio do processo de fotossíntese. Em seguida, essa energia produzida é transferida para o componente seguinte, por meio, do consumo das plantas pelos herbívoros e, depois, com o consumo dos herbívoros pelos carnívoros.

Apenas em 1942, Raymond Lindeman conseguiu atrair a atenção de outros ecólogos ao unir conceitos ecológicos e princípios termodinâmicos para a compreensão dos ecossistemas como um sistema transformador de energia.

### **3.1 Transferência de energia na cadeia alimentar**

A transferência de energia na cadeia alimentar é unidirecional:

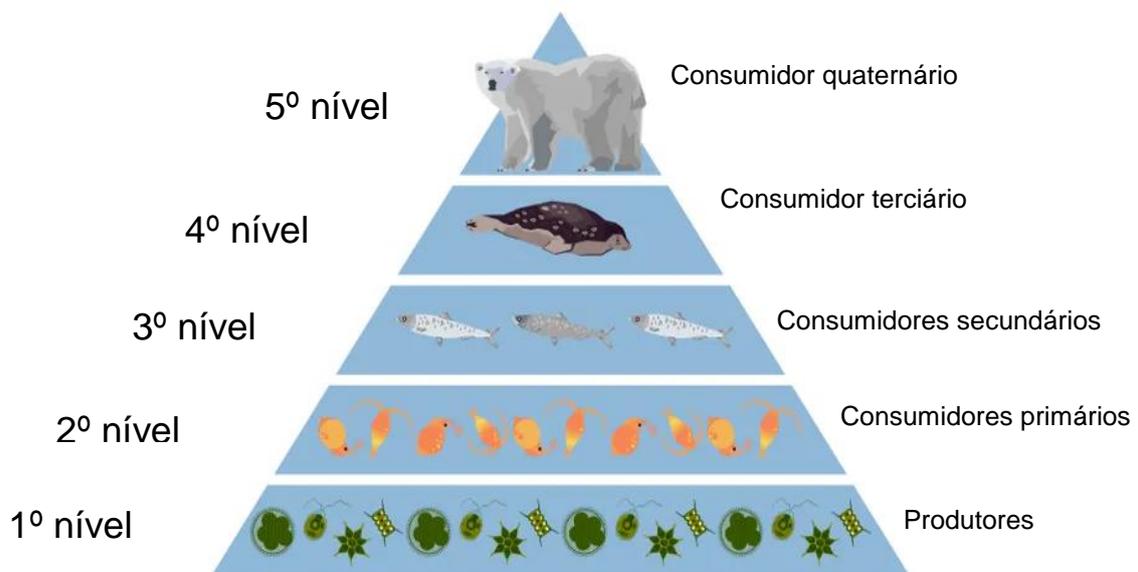
- as plantas assimilam parte da energia luminosa por meio da realização da fotossíntese;
- os herbívoros assimilam energia alimentando-se das plantas;
- os carnívoros assimilam energia alimentando-se dos herbívoros.

A quantidade de energia transferida ao próximo nível trófico da cadeia é menor que a presente no nível anterior, pois parte dessa energia é gasta no metabolismo do organismo e parte é perdida pela ineficiência das transformações biológicas de energia.

### **3.2 Pirâmide de energia**

Na pirâmide de energia, cada nível trófico representa a energia acumulada em uma unidade de área, ou volume, por unidade de tempo. Assim, ela pode demonstrar a produtividade de um ecossistema e, por esse motivo, não existe representação invertida desse tipo de pirâmide ecológica.

Cada nível trófico corresponde a um segmento da pirâmide: o segmento da base representa os produtores e os outros, em sequência, representam os herbívoros e carnívoros. Na pirâmide de energia, os decompositores não são representados.



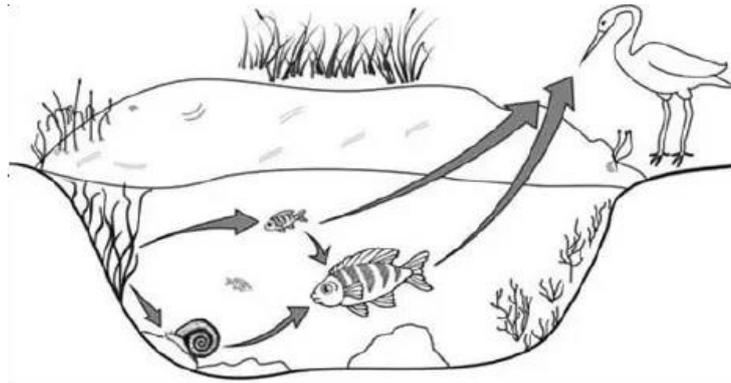
Fonte: Biologia Net. Disponível em: <https://www.biologianet.com/ecologia/cadeia-alimentar.htm>. Acesso em jun 2022.



## MOMENTO ENEM

**01.** (ENEM 2010) A figura representa uma cadeia alimentar em uma lagoa. As setas indicam o sentido do fluxo de energia entre os componentes dos níveis tróficos.

Sabendo-se que o mercúrio se acumula nos tecidos vivos, que componente dessa cadeia alimentar apresentará maior teor de mercúrio no organismo se nessa lagoa ocorrer um derramamento desse metal?



- (A) As aves, pois são os predadores do topo dessa cadeia e acumulam mercúrio incorporado pelos componentes dos demais elos.
- (B) Os caramujos, pois se alimentam das raízes das plantas, que acumulam maior quantidade de metal.
- (C) Os grandes peixes, pois acumulam o mercúrio presente nas plantas e nos peixes pequenos.
- (D) Os pequenos peixes, pois acumulam maior quantidade de mercúrio, já que se alimentam das plantas contaminadas.
- (E) As plantas aquáticas, pois absorvem grande quantidade de mercúrio da água através de suas raízes e folhas.

**Gabarito: A**

02. (ENEM 2013) Estudos de fluxo de energia em ecossistemas demonstram que a alta produtividade nos manguezais está diretamente relacionada com as taxas de produção primária líquida e com a rápida reciclagem dos nutrientes. Como exemplo de seres vivos encontrados nesse ambiente, temos: aves, caranguejos, insetos, peixes e algas.

Dos grupos de seres vivos citados, as que contribuem diretamente para a manutenção dessa produtividade no referido ecossistema são

- (A) aves.
- (B) algas.
- (C) peixes.
- (D) insetos.
- (E) caranguejos.

**Gabarito: B**

03. (ENEM /2020 – 2ª aplicação) Gralha-do-cerrado (*Cyanocorax cristatellus*) é uma espécie de ave que tem um característico topete frontal alongado, plumagem azul-escura, parte posterior do pescoço e garganta pretos, barriga e ponta da cauda brancas.

Alcança até 35 centímetros de comprimento. A espécie é onívora e sua ampla dieta inclui frutos, insetos, sementes, pequenos répteis e ovos de outras espécies de aves.

SICK, H. Ornitologia brasileira. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1997 (adaptado).

Além das características morfológicas do animal, a descrição da gralha-do-cerrado diz respeito a seu

- (A) hábitat.
- (B) ecótopo.
- (C) nível trófico.
- (D) nicho ecológico.
- (E) ecossistema.

**Gabarito: D**

04. (ENEM /2012) O menor tamanduá do mundo é solitário e tem hábitos noturnos, passa o dia repousando, geralmente em um emaranhado de cipós, com o corpo curvado de tal maneira que forma uma bola. Quando em atividade, se locomove vagarosamente e emite som semelhante a um assobio. A cada gestação, gera um único filhote. A cria é deixada em uma árvore à noite e é amamentada pela mãe até que tenha idade para procurar alimento. As fêmeas adultas têm territórios grandes e o território de um macho inclui o de várias fêmeas, o que significa que ele tem sempre diversas pretendentes à disposição para namorar!

Ciência Hoje das Crianças, ano 19, n.174, Nov. 2006 (adaptado).

Essa descrição sobre o tamanduá diz respeito ao seu

- (A) habitat
- (B) biótopo
- (C) nível trófico
- (D) nicho ecológico
- (E) potencial biótico.

**Gabarito: D**

05. (ENEM 2010) Se, por um lado, o ser humano, como animal, é parte integrante da natureza e necessita dela para continuar sobrevivendo, por outro, como ser social, cada dia mais sofisticada os mecanismos de extrair da natureza recursos que, ao serem aproveitados, podem alterar de modo profundo a funcionalidade harmônica dos ambientes naturais.

A relação entre a sociedade e a natureza vem sofrendo profundas mudanças em razão do conhecimento técnico. A partir da leitura do texto, identifique a possível consequência do avanço da técnica sobre o meio natural.

- (A) A sociedade aumentou o uso de insumos químicos – agrotóxicos e fertilizantes – e, assim, os riscos de contaminação.
- (B) O homem, a partir da evolução técnica, conseguiu explorar a natureza e difundir harmonia na vida social.
- (C) As degradações produzidas pela exploração dos recursos naturais são reversíveis, o que, de certa forma, possibilita a recriação da natureza.
- (D) O desenvolvimento técnico, dirigido para a recomposição de áreas degradadas, superou os efeitos negativos da degradação.
- (E) As mudanças provocadas pelas ações humanas sobre a natureza foram mínimas, uma vez que os recursos utilizados são de caráter renovável.

**Gabarito: A**



## REFERÊNCIAS

1. DIANA J. O que é ecologia? **Toda Matéria**. Disponível em: <[www.todamateria.com.br/o-que-e-ecologia/](http://www.todamateria.com.br/o-que-e-ecologia/)>. Acesso em 14 jun 2022.
2. GAROFALO D. Dicas e exemplos para levar a gamificação para a sala de aula. **Nova Escola**. Disponível em <https://novaescola.org.br/conteudo/15426/dicas-e-exemplos-para-levar-a-gamificacao-para-a-sala-de-aula>. Acesso em 14 jun 2022.
3. GODOY, L. P., *et al.* **Multiversos: ciências da natureza** : matéria, energia e a vida : ensino médio. 1. ed. São Paulo: Editora FTD, 2020.

4. dos SANTOS H. S. Pirâmide de energia. **Biologia Net**. Disponível em: <https://www.biologianet.com/ecologia/piramide-energia.htm#:~:text=A%20pir%C3%A2mide%20de%20energia%20representa,a%20produtividade%20de%20um%20ecossistema.&text=O%20qu%C3%ADmico%20Alfred%20J.,como%20sistemas%20transformadores%20de%20energia>. Acesso em 14 jun 2022.

# Módulo 9

## Energia Nuclear

### **Competência específica 3**

Investigar situações-problema e avaliar aplicações do conhecimento científico e tecnológico e suas implicações no mundo, utilizando procedimentos e linguagens próprios das Ciências da Natureza, para propor soluções que considerem demandas locais, regionais e/ou globais, e comunicar suas descobertas e conclusões a públicos variados, em diversos contextos e por meio de diferentes mídias e tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC).

### **Habilidade da BNCC**

(EM13CNT304) Analisar e debater situações controversas sobre a aplicação de conhecimentos da área de Ciências da Natureza (tais como tecnologias do DNA, tratamentos com células-tronco, neurotecnologias, produção de tecnologias de defesa, estratégias de controle de pragas, entre outros), com base em argumentos consistentes, legais, éticos e responsáveis, distinguindo diferentes pontos de vista.

### **Objetivo de aprendizagem do DC-GOEM**

(GO-EMCNT304D) Entender o uso da energia nuclear, comparando diversas aplicações tecnológicas para desenvolver argumentos científicos, legais e éticos a respeito de sua aplicação.

### **Objeto de conhecimento**

Energia nuclear

### **Descritor SAEB**

Reconhecer diferentes aplicações da biotecnologia.

# 1 Considerações sobre a Radioatividade

Quais os danos que o mau uso da radioatividade pode causar? Qual a ligação desse tema com algumas técnicas para tratamento de câncer? Por que profissionais que realizam exames de raios-X devem se proteger atrás de um aparato de chumbo? Existe algum tipo de aplicação vantajosa da radioatividade?

Para que essas e outras questões possam ser respondidas, é importante, a princípio, ter clareza de que o tema radioatividade é muitas vezes tratado sem o devido embasamento técnico-científico o que facilmente pode levar a erros na avaliação dessas questões. Esta desinformação pode guardar relação com o tipo de formação escolar que tivemos ou mesmo com o receio que adquirimos graças a acontecimentos graves que são noticiados pela mídia.

Para entendermos melhor essa temática, vamos fazer uma pequena viagem no tempo. Trataremos no próximo item da história da radioatividade.

## 1.1 Breve Histórico da Radioatividade

No fim do séc. XIX e início do séc. XX a natureza microscópica da matéria se revelava. Trabalhos como os de J.J. Thomson, Ernest Rutherford e Niels Bohr davam conta da estrutura fundamental de toda a matéria, os átomos. Os modelos atômicos foram sendo estabelecidos muito mais de forma empírica, de fato, do que como consequência direta dos estudos realizados. Modelos matemáticos e estruturas eram pensadas para se compreender o universo microscópico. Aliado a este esforço, surge então uma nova perspectiva científica, a compreensão de fenômenos muitas vezes associados a misticismo e senso comum. (Segrè, 1987)

Sabia-se que certas substâncias, quando expostas à luz do Sol, tornavam-se fosforescentes e emitiam luz. Esses casos eram conhecidos como luminescência.

Existem duas situações para a luminescência:

- O material somente emite luz enquanto está recebendo luz de alguma outra fonte - fluorescência;
- O material continua a emitir luz durante algum tempo, depois de deixar de ser iluminada - fosforescência.

Roentgen verifica que o tubo de raios catódicos era capaz de provocar luminescência e excitar papel fotográfico.

Por volta de 1895 Roentgen realizava experimentos com ampolas de Crookes.

## A descoberta dos raios X

08/11/1895 (sexta feira) – Tarde / noite – Wilhelm Conrad Roentgen descobre os raios X a partir de pesquisas com raios catódicos, utilizando tubos Lennard e Hittorf-Crookes



Tubo Hittorf-Crookes



Wilhelm Conrad Roentgen

Fonte: Disponível em: <https://pt.slideshare.net/leonardosflor/historia-da-radiologia-dr-biasoli> Acesso em: 29/06/2022.

Ainda no estudo dos fenômenos observados, os raios de Roentgen são denominados de RAIOS-X.

Os fatos observados despertaram grande interesse entre os investigadores, que ficaram curiosos quanto à possível existência de outras radiações. Levado por essa curiosidade, no ano seguinte, 1896, o físico francês Henri Becquerel descobriu a radioatividade natural. (Segrè, 1987)

Becquerel pensou que, juntamente com a luz emitida pelas substâncias fosforescentes, talvez pudesse existir outro tipo de radiação, invisível, como os raios X. Um teste que talvez revelasse alguma coisa seria o de verificar se uma chapa fotográfica, embrulhada em papel preto, era impressionada pela radiação da substância fosforescente. Nesse caso, deveria existir outra radiação, além da luz, porque esta não atravessa o papel preto. (Segrè, 1987)

Becquerel expôs várias substâncias à luz do Sol, até que se tornassem brilhantes, e depois as colocou sobre chapas fotográficas. De todas as substâncias experimentadas, somente uma, um sal do metal urânio, deu resultado positivo. A primeira hipótese que Becquerel fez, foi a seguinte: um sal de urânio, exposto à luz do Sol, torna-se fosforescente, e além de luz, emite uma radiação invisível capaz de atravessar papel e impressionar a chapa fotográfica. (Segrè, 1987)

Conta-se que, um dia em que a luz do Sol estava encoberta por nuvens e, portanto, o sal de urânio não podia ser muito iluminado, Becquerel guardou em uma gaveta uma chapa fotográfica, revestida de papel preto, com o sal de urânio sobre ela. Depois de alguns dias, revelando a chapa, surpreendeu-se ao verificar que apresentava manchas escuras em diversos pontos. Posteriormente verificou que sais de urânio que tinham permanecido meses em completa escuridão, causavam manchas escuras em chapas fotográficas, e tão intensamente quanto os sais que eram expostos à luz solar. Concluiu-se então, que a sua primeira hipótese estava errada: a radiação emitida pelo sal de urânio não era devida a um fenômeno de fosforescência. Fez, então, uma segunda hipótese: que a radiação invisível emitida pelo sal de urânio era devida ao próprio sal. Isto é, o sal de urânio tinha uma atividade própria para emitir “raios” invisíveis, era “radioativa” (Martins, 2009).

Dois anos mais tarde, em 1898, Madame Curie, na França, e G.C. Schmidt, na Alemanha, separadamente, descobriram que compostos de tório também emitiam radiações análogas.

### **1.1.1 Descobertas do polônio e do rádio**

Madame Curie fez estudo cuidadoso a respeito da radioatividade de vários compostos de urânio e de tório, e concluiu que as intensidades das radiações emitidas eram proporcionais às quantidades de urânio e de tório existentes nos compostos, não interessando a natureza do composto. Chegou então a uma conclusão fundamental: a radioatividade não era propriedade dos compostos daqueles dois metais, mas, era própria do urânio e do tório, isto é, era um fenômeno atômico, característico dos átomos desses metais. Essa descoberta veio destruir aquela segunda hipótese de Becquerel. (Segrè, 1987)

Posteriormente, Madame Curie notou que um minério de urânio, chamado pitchblenda, era muito mais radioativo que compostos puros de urânio. Este fato era uma surpresa. Pois, se ela já tinha mostrado que a radioatividade era propriedade do urânio, como justificar que um minério desse metal, que o contém em pequeníssima quantidade, seja mais ativo que um composto puro, que contém urânio em maior quantidade? Ela e seu marido, Pierre Curie, realizaram então um maravilhoso trabalho de análise da pitchblenda, numa tentativa de extrair dela alguma coisa responsável pela sua intensa radioatividade. (Segrè, 1987)

De um dos resíduos da pitchblenda conseguiram isolar um sulfureto de bismuto 400 vezes mais ativo que igual quantidade de urânio. Mas, sabiam que o sulfureto de bismuto puro não é radioativo. Supuseram, então, que aquele sulfureto extraído da pitchblenda contivesse, como impureza, algum novo elemento químico, muito radioativo. Esse elemento foi, a seguir, isolado, e é um metal a que chamaram polônio (em homenagem à Polônia, pátria de Madame Curie).

Em outra porção do resíduo de pitchblenda foi encontrado um cloreto de bário, tremendamente ativo. Sabiam que cloreto de bário puro não é radioativo, e, além disso, medindo a massa molecular do bário isolada desse cloreto, encontraram um valor maior que o valor conhecido. Com o mesmo cloreto de bário conseguiram enegrecer chapas fotográficas em meio minuto, enquanto que, para iguais quantidades de compostos de urânio ou tório eram necessário horas. Supuseram que novo elemento químico estivesse associado ao bário, como impureza. Esse novo elemento foi isolado, e é um metal que chamaram rádio (do latim, “radium”, que significa “raio”). É cerca de 4.000.000 de vezes mais radioativo que o urânio. (Martins, 2009)

Surge então uma nova nomenclatura para os fenômenos fantásticos que estavam sendo observados: a Radioatividade.

## 1.2 As Radiações

As emissões de energia ou perturbações energéticas que ocorrem em um meio são chamadas de ondas. As ondas podem ser classificadas quanto à sua natureza em:

- *Mecânicas*: propagam-se em meio material (água, ar, sólidos).
- *Eletromagnéticas*: propagam-se no vácuo, ou seja, sem a necessidade de meio material.

As radiações são definidas como ondas eletromagnéticas de alta intensidade. São exemplos desse tipo de ondas os raios ultravioletas, infravermelho e a própria luz.

Por uma singularidade necessária aos estudos, definimos radiações como sendo a emissão espontânea de energia e matéria de núcleos instáveis para atingir essa habilidade energética.

Segundo o modelo de Niels Bohr, os átomos podem ser entendidos como partículas fundamentais compostas por prótons, neutros e elétrons. No núcleo dos átomos os prótons (com carga positiva de  $1,6 \cdot 10^{-19}C$  e massa definida de 1 unidade de massa atômica) repelem-se com força elétrica que pode ser calculada pela Lei de Coulomb. No modelo de Bohr a existência do núcleo atômico se dá pela força (chamada de nuclear forte e fraca) que as outras partículas, os nêutrons exercem, assim a estabilidade nuclear é obtida. Na região periférica dos átomos estão os elétrons descrevendo órbitas energéticas de característica ondulatória. Entretanto, os elementos químicos naturais em que a força exercida pelos nêutrons, não é suficiente para manter a estabilidade são ditos radioativos ou radiativos (Segrè, 1987).



## MÍDIAS INTEGRADAS

Para fixar o que estudamos até aqui apresentamos a seguir o vídeo “A Descoberta da Radioatividade”, disponibilizado no canal “Samasks” na plataforma de vídeo “You Tube”. Nele você a oportunidade de rever determinados conceitos através de uma pequena animação.

Acesse: <https://www.youtube.com/watch?v=5VvjBz-jbVc>

## 2 A Questão da Energia

Se pudermos definir tudo o que existe no universo, chegaremos a duas conclusões. Todos os entes do universo se encaixam em apenas duas definições gerais: Matéria e energia.

Matéria como sabemos é tudo o que possui massa, ocupa lugar no espaço e apresenta inércia. A definição de energia é direta: tudo o que pode ser convertido em trabalho, porém é mais fácil perceber sua existência do que defini-la. Ambas, matéria e energia não podem ser criadas e nem destruídas, apenas transformadas ou convertidas em outras formas de matéria e energia.

Com o advento dos conhecimentos sobre o mundo subatômico as propriedades da energia foram sendo mais bem conhecidas e detalhadas. É de conhecimento geral que calor, eletricidade, magnetismo e luz, são manifestações energéticas. A energia então pode ser:

Caracterização dos tipos de energia.

<b>TIPO DE ENERGIA</b>	<b>CARACTERIZAÇÃO</b>
<i>Térmica</i>	Associada a energia cinética de agitação das moléculas
<i>Elétrica</i>	Associada ao movimento das cargas elétricas
<i>Mecânica</i>	Associada aos movimentos dos corpos
<i>Química</i>	Associada às frações de energia das reações químicas
<i>Nuclear</i>	Associada a energia de partículas subatômicas

Fonte: Disponível em: [https://www.if.ufrgs.br/tapf/v17n3\\_Bucussi.pdf](https://www.if.ufrgs.br/tapf/v17n3_Bucussi.pdf) Acesso em jun 2022.

As diferentes formas de energia podem ser transformadas a partir de fontes renováveis e não renováveis:

➤ **Fontes Renováveis**

As fontes renováveis podem se regenerar na natureza causando menores interferências ambientais se esgotando numa escala de tempo muito grande. São exemplos desse tipo de energia:

- Energia Hidráulica: obtida pela força da água dos rios.
- Energia Solar: obtida pela energia do sol.
- Energia Eólica: obtida pela força dos ventos.
- Energia Geotérmica: obtida pelo calor do interior da terra.
- Biomassa: obtida de matérias orgânicas.
- Energia Gravitacional: obtida pela força das ondas dos oceanos.
- Energia do Hidrogênio: obtido do hidrogênio.

➤ **Fontes Não Renováveis**

Fontes não renováveis de energia podem causar diversos problemas ambientais se não utilizadas de maneira racional, o que pode implicar em desequilíbrios no ecossistema na medida em que seus recursos se esgotam. Entre elas as principais são:

- Combustíveis fósseis: petróleo, carvão mineral, xisto e gás natural.

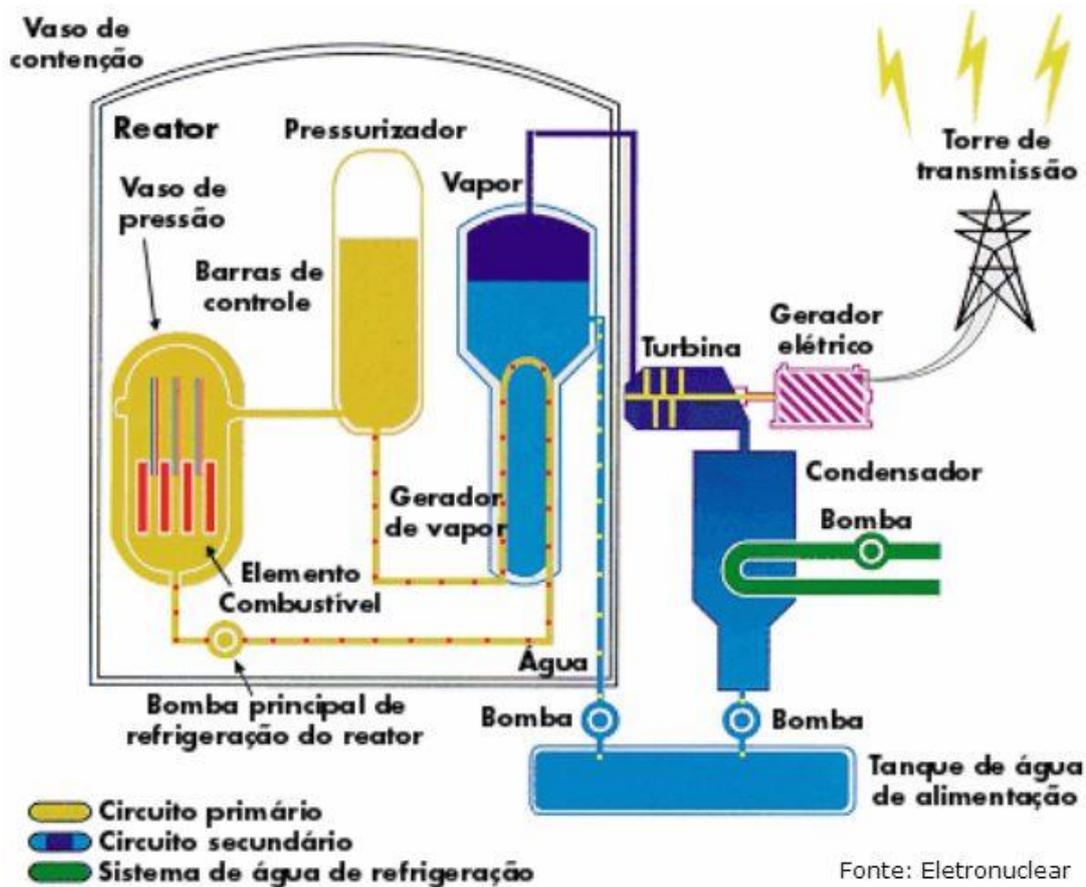
- Energia Nuclear: obtido a partir de elementos como o urânio e tório.

### **3 Geração de Energia Elétrica a partir de Fonte Radioativa**

Nossa sociedade baseada em tecnologia exige quantidades cada vez maiores de energia elétrica. Em nosso país, por exemplo, obtemos majoritariamente essa energia a partir da energia química proveniente do carvão (energia termoelétrica) ou então nos aproveitamos da energia mecânica produzida pela queda d'água (energia hidroelétrica). Com a iminente escassez desses recursos e/ou a constatação dos impactos ambientais produzidos por esses tipos de geração, temos recorrido a outros tipos de energia. Dentre as alternativas viáveis de geração de energia elétrica destaca-se a energia nuclear.

A energia nuclear é obtida a partir da fissão de um radioisótopo (normalmente o Urânio 235). A fissão do Urânio não ocorre naturalmente e por isso é necessário que se “dispare” nêutrons no átomo. Quando o nêutron atinge o radioisótopo este é quebrado dando origem a dois átomos menores além de dois (ou três) nêutrons. Cada um dos novos nêutrons atinge outros átomos de Urânio produzindo uma reação em cadeia que libera uma grande quantidade de energia que poderá ser aproveitada.

De forma simplificada podemos dizer que a usina nuclear utiliza essa energia de forma semelhante a uma usina de gás natural, ou seja, ambas usam suas respectivas fontes de energia para esquentar a água. Com o aumento de temperatura a água passa para o estado gasoso e vai em direção a uma turbina ligada a um gerador. A passagem do fluido em alta pressão faz com que o equipamento gire gerando energia de movimento (mecânica) e transformando na sequência em energia elétrica que irá abastecer residências, indústrias e etc. (veja figura a seguir). É importante mencionar que, nos sistemas utilizados atualmente, a água que evapora é condensada e reutilizada, não entrando em contato com o material radioativo.



Esquema de funcionamento de uma usina nuclear

Fonte: <https://www.todamateria.com.br/usina-nuclear/> Acesso em jun 2022.

Dentre as vantagens desse tipo de geração de energia em relação às outras podemos apontar o menor custo de produção e o fato de ser considerada uma fonte de energia limpa uma vez que não emite gases poluentes para o meio ambiente. Em contrapartida, a principal desvantagem é o risco de acidentes na usina (como o ocorrido em Chernobyl). Atualmente as usinas nucleares são equipadas com um forte sistema de segurança tornando improvável qualquer eventualidade.



## SAIBA MAIS

Como vimos uma das aplicações mais importantes das ciências nucleares é a geração de energia elétrica a partir de usinas nucleares. Para conhecer mais a respeito leia o texto do IPEA “Nuclear – A energia polêmica, mas necessária” disponível no seguinte link:



## ATIVIDADE INTEGRADORA

Como vimos, uma das aplicações mais importantes das fontes radioativas está na geração de energia elétrica. No Brasil, por exemplo, contamos com as usinas nucleares de Angra 1 e 2 no Rio de Janeiro. A respeito das usinas nucleares, participe de um fórum de discussão abordando os seguintes aspectos:

- 1) Funcionamento básico de uma usina nuclear;
- 2) Potencial de geração de energia das usinas de Angra 1 e 2;
- 3) Vantagens e desvantagens das usinas nucleares;
- 4) Mecanismos das usinas para evitar acidentes radioativos.

Comente a(s) resposta(s) dos seus colegas compartilhando experiências e contribuindo para o diálogo e para o aprendizado.

Para embasar a discussão sugerimos a leitura dos seguintes textos disponíveis nos respectivos endereços eletrônicos:

- Redação Mundo Estranho. Como funciona uma usina nuclear? (2011) Disponível em: <https://super.abril.com.br/mundo-estranho/como-funciona-uma-usina-nuclear/>. Acesso em jun 2022.
- PLANAS, O. Como funciona uma usina nuclear? Energia Nuclear (energianuclear.net) (2020). Disponível em: <https://pt.energia-nuclear.net/como-funciona-a-energia-nuclear.html>. Acesso em jun 2022.
- PLANAS, O. Vantagens e desvantagens da energia nuclear. Energia Nuclear (energianuclear.net) (2020). <https://pt.energia-nuclear.net/vantagens-desvantagens-energia-nuclear.html>. Acesso em jun 2022.

## 4 Aspectos Técnicos do Acidente Radiológico em Goiânia

Em 1987 na cidade de Goiânia aproximadamente 19 g de cloreto de céσιο protagonizou o maior desastre radiológico do mundo. Esse material era utilizado em um equipamento de teleterapia (espécie de radioterapia). O elemento céσιο Grupo 1 da Tabela periódica apresenta nº atômico 55 e massa aproximada 132,9.

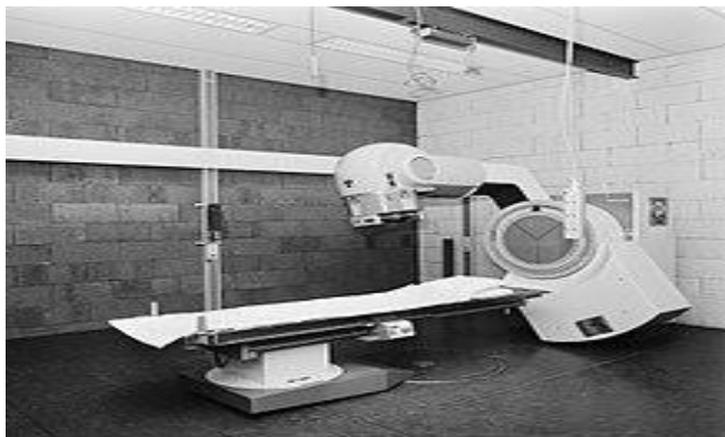


Cloreto de céσιο a esquerda e a direita minério contendo céσιο em sua composição.

Fonte: <https://www.oficinadanet.com.br/ciencia/22572-o-desastre-do-cesio-137> Acesso em: 29/06/2022.

O céσιο corresponde a um metal alcalino macio, maleável, reativo com água, apresentando resistência e brilho metálico. Seu ponto de fusão corresponde a 28,44°C sendo um dos cinco metais com possibilidade de apresentar de forma natural estado líquido à temperatura ambiente. É extraído na mineração do material polucita. Seu isótopo não radioativo compõe ligas metálicas utilizadas na aeronáutica e indústria bélica. Seus isótopos radioativos (o 137, por exemplo) são subprodutos de reações em reatores nucleares.

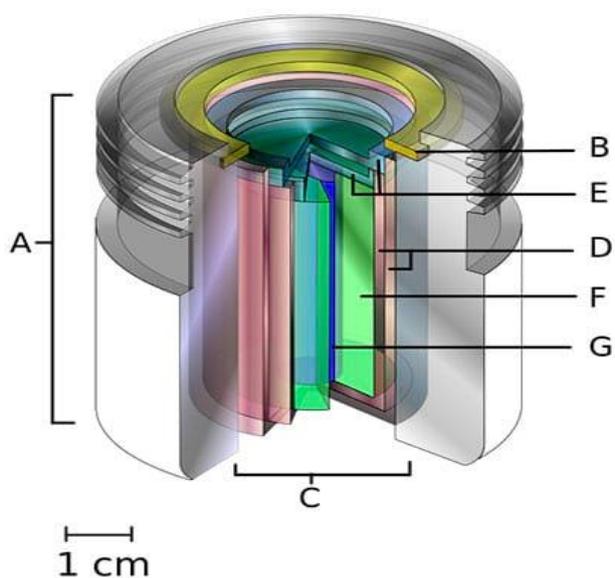
O Cs-137 corresponde a um beta emissor, convertendo-se ou transmutando-se a Ba-137 o que o torna um gama emissor potente. Nas aplicações médicas o isótopo 137 deste elemento foi largamente utilizado na sua forma de cloretos como fonte radioativa para equipamentos de radioterapia.



Equipamento de teleterapia.

Fonte: Disponível em: <https://pt.wikipedia.org/wiki/Radioterapia> Acesso em: 29/06/2022.

No equipamento do acidente em Goiânia, o cilindro era protegido por uma carcaça revestida de chumbo com alma de aço com cerca de 230 kg. No interior da carcaça encontrava-se o cilindro metálico de revestimento com proteção e janela de irídio.



Esquema do cilindro que continha o céσιο-137

Fonte: <https://www.oficinadanet.com.br/ciencia/22572-o-desastre-do-cesio-137> Acesso em: 29/06/2022.

- A. *um detentor de fonte radioativa (geralmente chumbo), que retém a radiação excedente;*
- B. *um anel de retenção;*
- C. *a fonte do composto que continha o núcleo de céσιο;*
- D. *duas tampas de aço inoxidável;*
- E. *tampas de aço inoxidável;*

- F. um escudo interno (geralmente de uma liga de tungstênio), que impede a grande saída de radiação;
- G. um cilindro contendo o material radioativo.

No interior do cilindro continha então a cápsula com 19,26g de cloreto de cézio.



Fonte: Disponível em: <https://especiais.opopular.com.br/cesio-137-30-anos/ontem> Acesso em: 29/06/2022.

Atualmente estes equipamentos, chamados de bomba de cézio foram substituídos por modelos equivalentes onde o material radioativo utilizado nas cápsulas é o cobalto. A troca ocorreu, pois, os equipamentos a cobalto 60 apenas emitem radiações quando excitados com frequência e tensão adequados, o que não era observado nas bombas de cézio.



### Saiba mais

Para saber com mais detalhes sobre o acidente com o cézio-137 em Goiânia vale a pena acessar a reportagem a seguir de modo a compreender o contexto histórico de quando ele ocorreu.

SOUZA, Líria Alves de. "Acidente com o cézio-137 em Goiânia"; Brasil Escola. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/quimica/acidente-cesio137.htm>. Acesso em 29 de junho de 2022.



## Momento ENEM

1 - (Enem 2014) A elevação da temperatura das águas de rios, lagos e mares diminui a solubilidade do oxigênio, pondo em risco as diversas formas de vida aquática que dependem desse gás. Se essa elevação de temperatura acontece por meios artificiais, dizemos que existe poluição térmica. As usinas nucleares, pela própria natureza do processo de geração de energia, podem causar esse tipo de poluição.

Que parte do ciclo de geração de energia das usinas nucleares está associada a esse tipo de poluição?

- (A) Fissão do material radioativo.
- (B) Condensação do vapor d'água no final do processo.
- (C) Conversão de energia das turbinas pelos geradores.
- (D) Aquecimento da água líquida para gerar vapor d'água.
- (E) Lançamento do vapor d'água sobre as pás das turbinas.

**Gabarito: Letra "B"**

2 - (ENEM-2001) Considere os seguintes acontecimentos ocorridos no Brasil: — Goiás, 1987 — Um equipamento contendo céσιο radioativo, utilizado em medicina nuclear, foi encontrado em um depósito de sucatas e aberto por pessoa que desconhecia o seu conteúdo. Resultado: mortes e consequências ambientais sentidas até hoje. — Distrito Federal, 1999 — Cilindros contendo cloro, gás bactericida utilizado em tratamento de água, encontrados em um depósito de sucatas, foram abertos por pessoa que desconhecia o seu conteúdo. Resultado: mortes, intoxicações e consequências ambientais sentidas por várias horas. Para evitar que novos acontecimentos dessa natureza venham a ocorrer, foram feitas as seguintes propostas para a atuação do Estado:

- I. Proibir o uso de materiais radioativos e gases tóxicos.
- II. Controlar rigorosamente a compra, uso e destino de materiais radioativos e de recipientes contendo gases tóxicos.
- III. Instruir usuários sobre a utilização e descarte destes materiais.

IV. Realizar campanhas de esclarecimentos à população sobre os riscos da radiação e da toxicidade de determinadas substâncias. Dessas propostas, são adequadas apenas

(A) I e II.

(B) I e III.

(C) II e III.

(D) I, III e IV.

(E) II, III e IV.

**Gabarito: Letra “E”**

3 - (ENEM-2004) O debate em torno do uso da energia nuclear para produção de eletricidade permanece atual. Em um encontro internacional para a discussão desse tema, foram colocados os seguintes argumentos:

I. Uma grande vantagem das usinas nucleares é o fato de não contribuírem para o aumento do efeito estufa, uma vez que o urânio, utilizado como “combustível”, não é queimado mas sofre fissão. II. Ainda que sejam raros os acidentes com usinas nucleares, seus efeitos podem ser tão graves que essa alternativa de geração de eletricidade não nos permite ficar tranquilos.

A respeito desses argumentos, pode-se afirmar que

(A) o primeiro é válido e o segundo não é, já que nunca ocorreram acidentes com usinas nucleares.

(B) o segundo é válido e o primeiro não é, pois de fato há queima de combustível na geração nuclear de eletricidade.

(C) o segundo é válido e o primeiro é irrelevante, pois nenhuma forma de gerar eletricidade produz gases do efeito estufa.

(D) ambos são válidos para se compararem vantagens e riscos na opção por essa forma de geração de energia.

(E) ambos são irrelevantes, pois a opção pela energia nuclear está se tornando uma necessidade inquestionável.

**Gabarito: Letra “D”**

## Referências

1. ALVES N. R. - Relatório do Acidente Radiológico em Goiânia apresentado. In: Comissão Parlamentar de Inquérito do Senado Federal, Brasília, 1998.
2. CARDOSO, E. de M. et.al. Apostila Educativa CNEN. **Aplicações da Energia Nuclear**. Rio de Janeiro, CNEN, 2012. (Apostila Educativa)
3. CORK, James M. **Radioactivity and Nuclear Physics**. Nova York. D. Van Nostrand Company, 1950.
4. HAWKES, Nigel. **Energia Nuclear**. Lisboa/São Paulo. Aladdin Books Ltda. e Verbo, 1981.
5. MARTINS, R. de A. **Como Becquerel Não Descobriu a Radioatividade**. Cad. Cat. Ens. Fís., Florianópolis, 7 (Número Especial): 27-45, jun. 1990.
6. SEGRÈ, Emilio. Dos raios X aos quarks. *Físicos modernos e suas descobertas*. Brasília: Editora da UnB, 1987.