



DESCRIÇÃO

Princípios químicos da Bioquímica. Importância da água para os seres vivos. Bioquímica e a condição vital. Acidez e basicidade de soluções aquosas. Tamponamento em sistemas biológicos.

PROPÓSITO

Discutir os conceitos e compreender os princípios bioquímicos é importante para entender a vida em nível molecular, motivo pelo qual tal disciplina é basilar na formação de profissionais das áreas da saúde e das ciências biológicas e tecnológicas.

OBJETIVOS

MÓDULO 1

Reconhecer os princípios químicos da Bioquímica e a classificação das biomoléculas

MÓDULO 2

Identificar a diferença entre organismos vivos e matéria inanimada, bem como a importância da água nos sistemas biológicos

MÓDULO 3

Identificar acidez, basicidade e a aplicação desses conceitos na manutenção do pH nos meios biológicos

INTRODUÇÃO

Neste tema, iniciaremos os estudos no fantástico mundo da Bioquímica. Você já parou para pensar em como é possível um conjunto de moléculas inanimadas, ao interagir entre si, ser capaz de permitir a manutenção e perpetuação da vida? A resposta para esse questionamento é dada pela área da ciência conhecida como Bioquímica — como o próprio nome já sugere, a “química da vida”.

A Bioquímica é uma ciência muito recente, que surgiu em meados do século XX. Tem suas origens tanto nos conhecimentos da Química como da Biologia, particularmente no interesse do homem em compreender as transformações que ocorrem nos organismos vivos, responsáveis por sua origem, crescimento e desenvolvimento.

Os conhecimentos de Bioquímica são fundamentais para os profissionais da área da saúde, profissionais do ramo da tecnologia e todas as pessoas que tenham curiosidade sobre a própria vida.

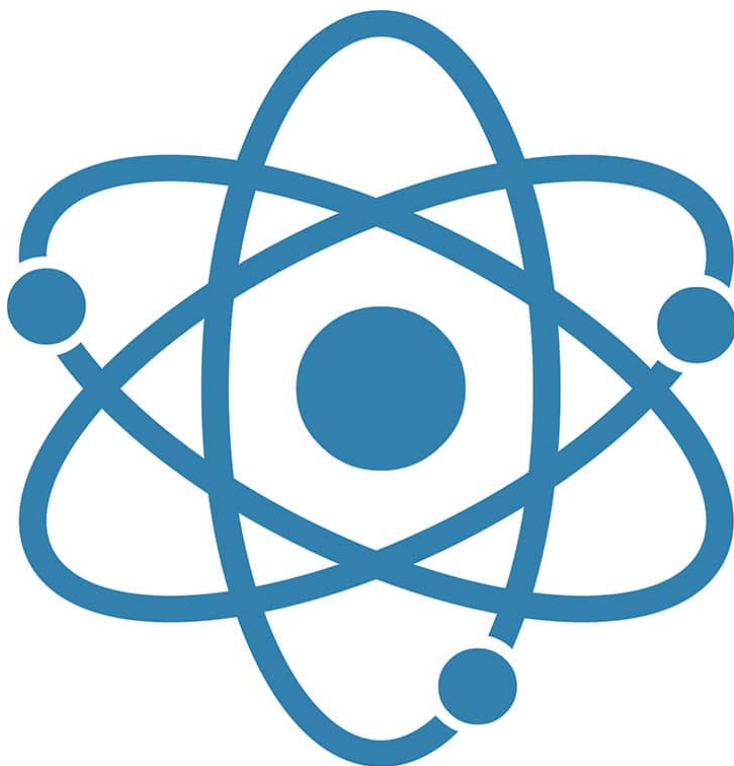
MÓDULO 1

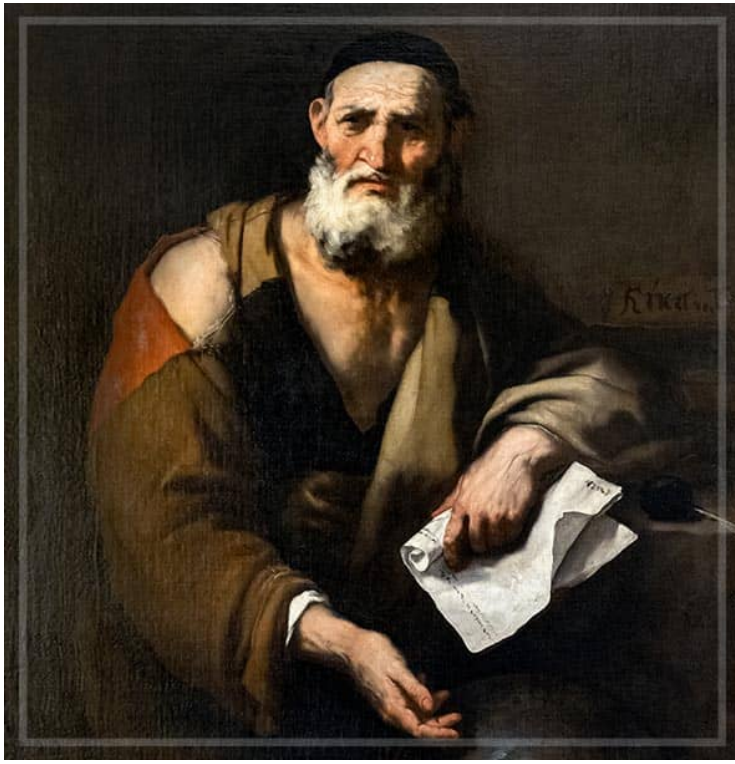
⦿ Reconhecer os princípios químicos da Bioquímica e a classificação das biomoléculas

PRINCÍPIOS QUÍMICOS DA BIOQUÍMICA

O ÁTOMO

Para que possamos compreender os princípios químicos da Bioquímica, bem como a complexidade das biomoléculas que constituem os seres vivos, devemos lançar o olhar, em primeiro lugar, sobre a partícula microscópica responsável pela formação de toda e qualquer matéria: **o átomo**. Por muito tempo, acreditou-se que o átomo era indivisível, ou seja, a menor partícula existente. Essa teoria se iniciou na Grécia Antiga, com o filósofo Leucipo, e foi defendida por Demócrito no período compreendido entre os anos 460 a.C. e 370 a.C.





Fonte: Wikimedia Commons/licença (CC BY 3.0...)

LEUCIPO

Leucipo de Abdera foi um filósofo grego. Tradicionalmente, ele é considerado o mestre de Demócrito de Abdera e, talvez, o verdadeiro criador do atomismo, que relatava que uma matéria pode ser dividida até chegar a uma pequena partícula indivisível chamada átomo.

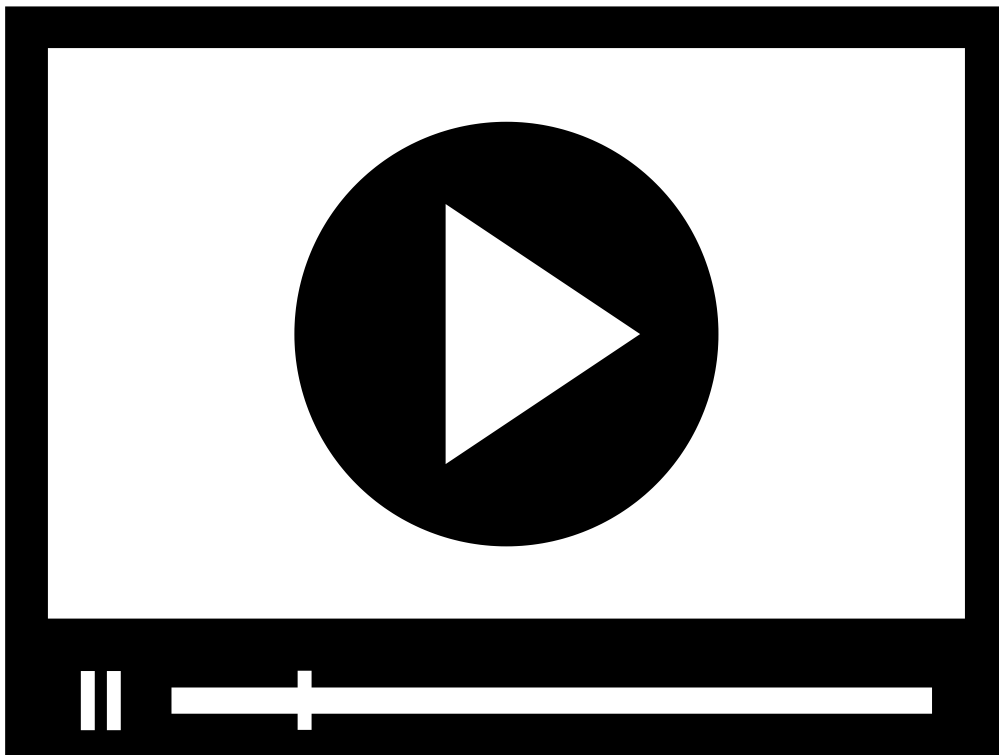


Fonte: Shutterstock.com

DEMÓCRITO

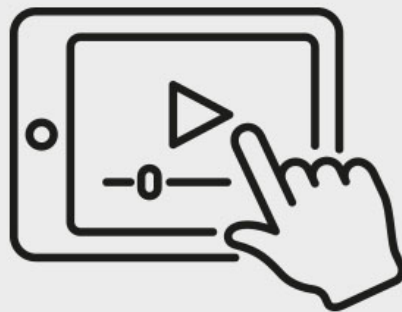
Demócrito foi discípulo e depois sucessor de Leucipo de Mileto. Sua fama decorre do fato de ele ter sido o maior expoente da teoria atômica ou do atomismo. De acordo com essa teoria, tudo o que existe é composto por elementos indivisíveis chamados átomos (do grego "a", negação, e "tomo", divisível. Átomo = indivisível).

No entanto, com a ascensão da ciência moderna e os avanços tecnológicos, várias teorias atômicas foram formuladas a fim de explicar o átomo, sua estrutura e suas propriedades, tais como a teoria de Dalton, Thomson, Rutherford, Rutherford-Bohr e **Schrödinger**.



Para saber mais sobre cada modelo, suas diferenças e respectivas contribuições para a formulação do modelo atômico atualmente aceito, assista ao vídeo a seguir:

Para assistir a um vídeo sobre o assunto, acesse a versão online deste conteúdo.



O modelo atômico atualmente aceito é o proposto por Schrödinger. Nele, o átomo apresenta duas regiões bem definidas:

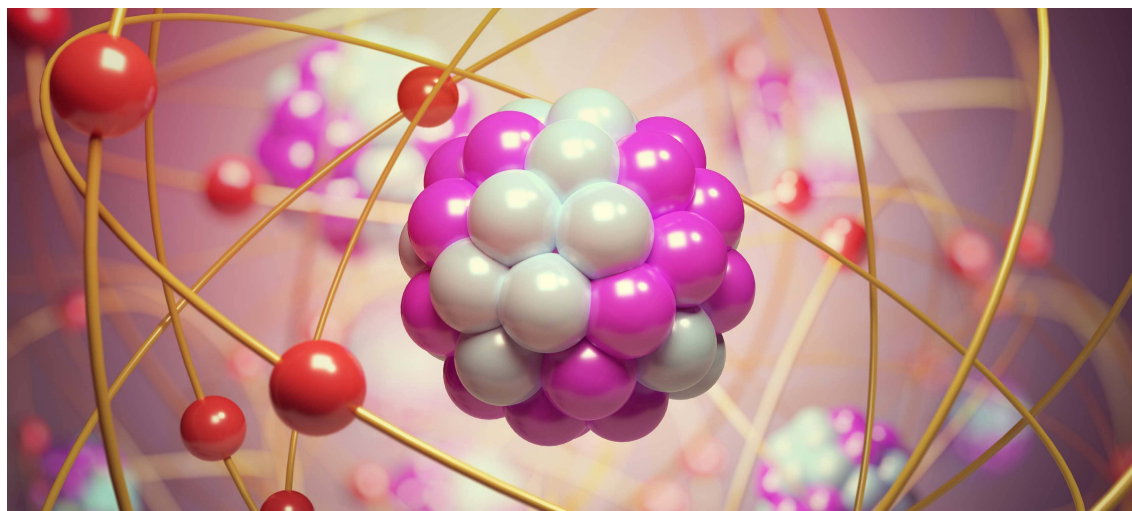
NÚCLEO

Abriga as partículas positivas (prótons) e as partículas sem carga (nêutrons).

ELETROSFERA

Formada por uma nuvem de partículas de carga negativa (elétrons) que circunda o núcleo e que se mantém conectada a ele por meio da força eletromagnética.

SENDO ASSIM, O ÁTOMO NÃO É INDIVISÍVEL, MAS CONSTITUÍDO POR PARTÍCULAS AINDA MENORES (PRÓTONS, NÊUTRONS E ELÉTRONS) GENERICAMENTE DENOMINADAS PARTÍCULAS SUBATÔMICAS.



Fonte: Shutterstock.com

📷 Átomo e suas partículas subatômicas.

Dentre as propriedades exibidas pelo átomo, a mais importante é o número de prótons presentes em seu núcleo. Essa informação recebe o nome de **número atômico**, sendo representada pela letra **Z**. O número atômico é a identidade de um átomo, ou seja, é ele que diferencia o átomo de oxigênio do átomo de platina, por exemplo. É por meio dele que os elementos químicos (conjunto de um mesmo tipo de átomo) são ordenados na tabela periódica.

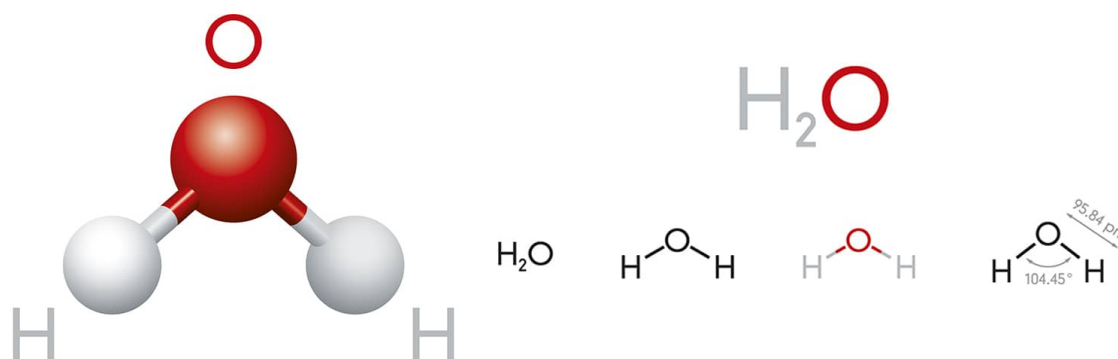
Outra propriedade atômica importante diz respeito ao **número de massa**, que é representado pela letra **A**. Essa propriedade expressa o somatório do número de prótons (**Z**) e o número de nêutrons de determinado elemento, sendo sua unidade de medida **u** (unidade de massa) ou **g/mol**. Como os elétrons apresentam massa muito pequena (cerca de 1.840 vezes menor que a massa dos prótons e nêutrons), assume-se que ela é desprezível e, por isso, não está inclusa no cálculo da soma das massas. Logo: **A = Z + n**.

AS MOLÉCULAS

Uma molécula pode ser definida como um conjunto de átomos, iguais ou diferentes, unidos por meio de ligações do tipo covalente. É uma espécie química eletronicamente neutra, que consiste na menor unidade que representa uma **substância** química.

PARECEU CONFUSO? VAMOS TOMAR COMO EXEMPLO A MOLÉCULA DA ÁGUA (H₂O).

A água é constituída por dois átomos de hidrogênio e um átomo de oxigênio. Esses átomos, individualmente, não apresentam as características da água. No entanto, quando combinados, dão origem à molécula da água que representa a menor parte da substância cujas propriedades já são exibidas.



Fonte: Shutterstock.com

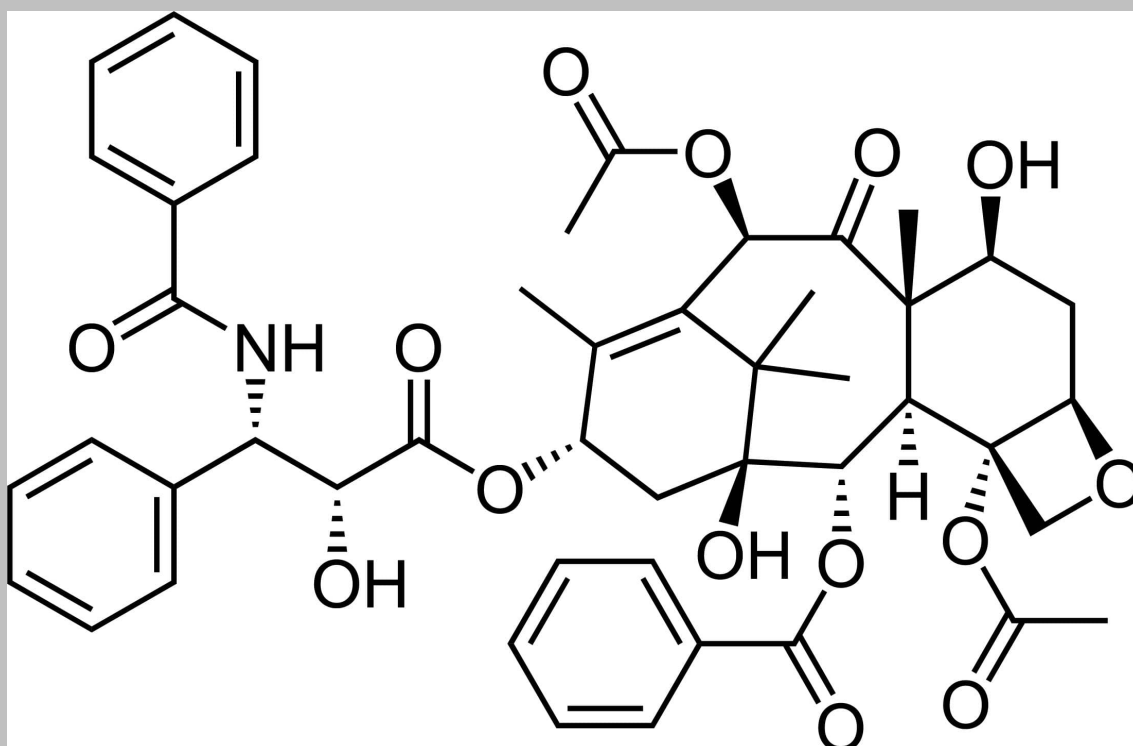
📷 Molécula da água.

O nível de complexidade das moléculas varia muito. Existem moléculas relativamente simples, constituídas por átomos iguais, como é o caso do gás oxigênio (O₂) que nós respiramos, fundamental para o pleno funcionamento das nossas células. Existem moléculas mais complexas, como o **paclitaxel** (C₄₇H₅₁NO₁₄), produto natural obtido da casca da árvore denominada Teixo do Pacífico, que exhibe propriedades antitumorais importantes, sendo indicada para o tratamento de diversos tipos de câncer.



Fonte: Shutterstock.com

PACLITAXEL



Fonte: Shutterstock.com

Visando facilitar o entendimento da grande diversidade de moléculas existentes, estas foram subdivididas de acordo com as suas estruturas e propriedades químicas em dois grandes grupos: moléculas orgânicas e moléculas inorgânicas, sendo essas classes de substâncias o objeto de estudo da **Química Orgânica** e da **Química Inorgânica**, respectivamente.



Fonte: Wikimedia Commons/licença (CC BY 3.0...)

📷 Antoine Lavoisier.

QUÍMICA ORGÂNICA X QUÍMICA INORGÂNICA

No fim do século XVIII, os químicos observaram que a composição da matéria viva era marcadamente distinta daquela presente no mundo inanimado. O cientista e pesquisador Antoine Lavoisier notou a relativa simplicidade química do “mundo mineral” em comparação com a complexidade da química presente nos animais e vegetais. Anos mais tarde, a química mineral passou a ser chamada de **Química Inorgânica**, e a química dos seres vivos passou a ser denominada de **Química Orgânica**.

MAS, AFINAL, QUAL A DIFERENÇA ENTRE ELAS?

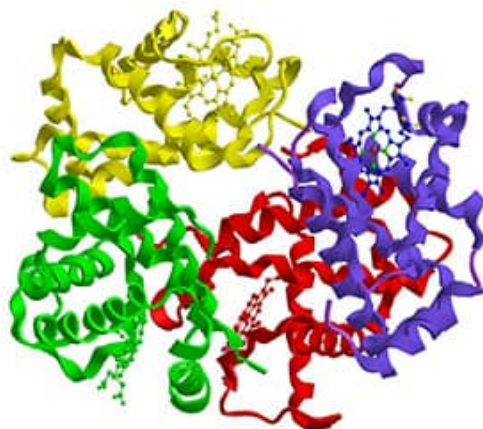
QUÍMICA ORGÂNICA

Tem como principal alvo de estudo os compostos de carbono, que são centrais para a vida na Terra. Não apenas somos constituídos, em grande parte, de compostos orgânicos, mas também somos alimentados por eles e os empregamos em diversos setores da nossa vida, seja na medicina, bioengenharia ou nanotecnologia. A roupa que vestimos; o combustível que permite a geração de energia; os medicamentos que tratam processos patológicos, todos estão sob o escopo da Química Orgânica.

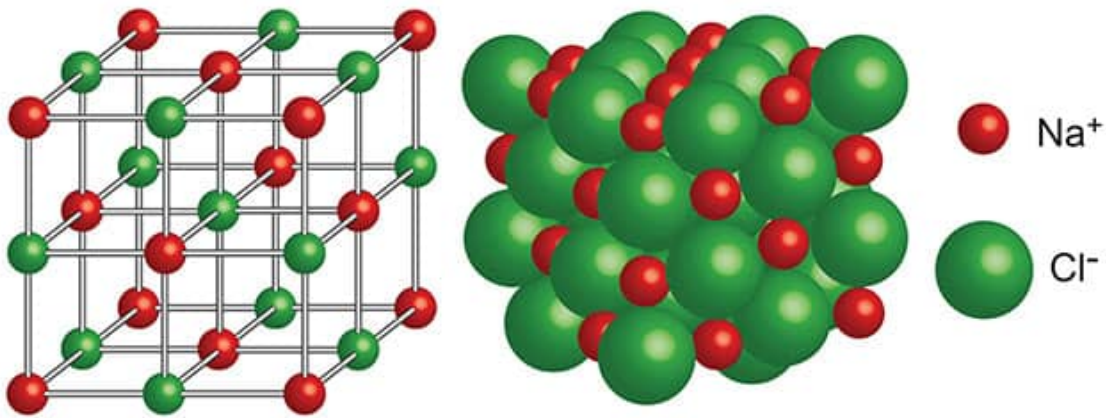


QUÍMICA INORGÂNICA

Já a Química Inorgânica é responsável pelo estudo dos outros compostos que não apresentam cadeia carbônica. Em sua maioria, são compostos de origem mineral, sendo classificados como ácidos, bases, sais e óxidos.



Estrutura da hemoglobina, molécula orgânica responsável pelo transporte de O_2 em nosso corpo.



Fonte: Shutterstock.com

Estrutura do sal de cozinha, NaCl, composto de natureza inorgânica.

Sendo assim, existe uma grande diferença quanto às propriedades físico-químicas apresentadas pelos compostos orgânicos e inorgânicos, tais como: condutividade elétrica; solubilidade; temperatura de fusão e temperatura de ebulição. Essas diferenças ocorrem porque os compostos orgânicos são, em sua maioria, compostos moleculares, enquanto os inorgânicos são iônicos.

Agora que nós já sabemos que a química dos organismos vivos se desenvolve ao redor do átomo de carbono, vamos olhar mais de perto as características desse átomo tão essencial para a vida no planeta.

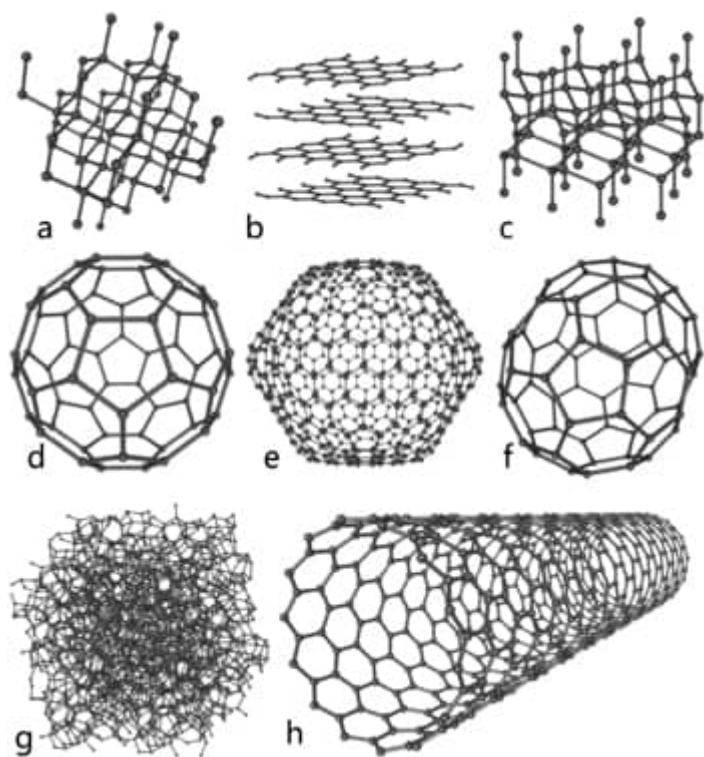
CARBONO

O carbono, representado pelo símbolo **C**, é um dos elementos químicos mais versáteis da natureza.

❓ VOCÊ SABIA

Você sabia que aproximadamente 20% da nossa massa corporal é formado por carbono e que ele é o 4º elemento mais abundante no Universo?

Um aspecto interessante a respeito do carbono é que ele apresenta alotropia, ou seja, esse elemento químico pode ser encontrado sob diferentes formas. Hoje, já se conhecem cinco formas alótropas do carbono: grafite, diamante, fulereno, nanotubo e nanoespuma. Todas essas substâncias são constituídas unicamente por carbono. Porém, a forma como os átomos de carbono se combinam gera substâncias muito distintas, como o grafite (que usamos no lápis para escrever) e o diamante (pedra preciosa de alto valor econômico).



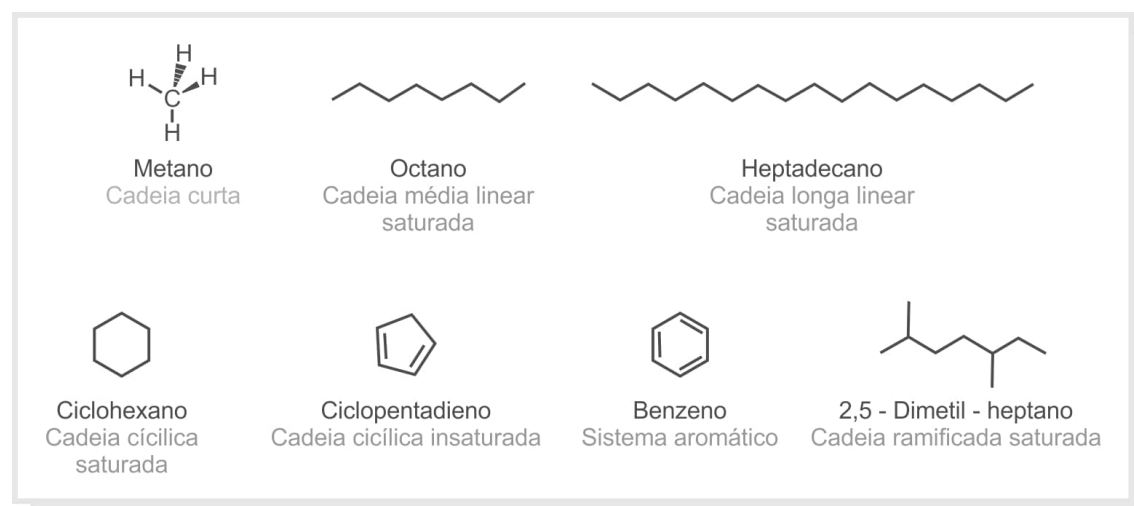
Fonte: Wikimedia Commons/licença (CC BY 3.0...)

📷 Alótropos do carbono, onde: a) diamante; b) grafite; c) lonsdaleíta; d/f) fulerenos; g) carbono amorfo; e h) nanotubo.

O carbono é um não metal, de número atômico (**Z**) 6 e número de massa (**A**) 12, apresentando-se na forma sólida à temperatura ambiente. Ele tem seis elétrons em sua eletrosfera, e essas partículas negativas estão distribuídas em duas camadas (ou níveis): dois elétrons ocupam a primeira camada, que é mais próxima do núcleo, e outros quatro elétrons ocupam a segunda camada, que é a mais externa. Seguindo o **Princípio de Aufbau**, os elétrons do carbono têm distribuição eletrônica $1s^2 2s^2 2p^2$. Como o carbono apresenta quatro elétrons na camada de valência (camada 2), é classificado como um elemento **tetravalente**, ou seja, pode formar quatro ligações químicas para atingir a estabilização conferida pela presença de oito elétrons na camada de valência (Regra do Octeto) e, portanto, a estabilidade eletrônica — como um gás nobre.

Justamente por essa capacidade em formar quatro ligações, o carbono pode se conectar a outros átomos de carbono, originando, assim, as cadeias carbônicas, que podem ser curtas,

médias, longas, lineares, cíclicas, ramificadas ou aromáticas. Vale ressaltar que as ligações carbono-carbono podem ser simples, duplas ou triplas. Além disso, o carbono pode, ainda, combinar-se quimicamente a outros átomos, gerando uma infinidade de compostos, sejam de natureza orgânica, sejam de natureza inorgânica.



Fonte: EnsiMe.

📷 Exemplos de cadeias carbônicas.

É muito comum que as cadeias carbônicas apresentem em sua estrutura outros elementos químicos, como hidrogênio (para formação dos hidrocarbonetos), oxigênio (originando diversos grupos funcionais, como hidroxila, carbonila e carboxila) e nitrogênio (formando algumas funções, como amina, amida e nitrila). Esses átomos combinados, juntamente a outros, como enxofre e fósforo, originam as biomoléculas, tão fundamentais para o pleno funcionamento dos organismos vivos.

PRINCÍPIO DE AUFBAU

Princípio de Aufbau ou princípio da estruturação é útil para determinar a organização dos elétrons nos átomos. Esse princípio assume como premissa que, em uma hipotética construção da eletrosfera de um átomo, os primeiros elétrons seriam adicionados aos orbitais atômicos dos níveis com energias mais baixas antes de serem alocados em níveis mais altos.

HIDROGÊNIO

O hidrogênio, representado pelo símbolo **H**, é o elemento mais abundante no Universo. Com número atômico 1, esse elemento apresenta apenas 1 próton e um 1 elétron. O hidrogênio é uma exceção à regra do octeto, isso porque ele se estabiliza com apenas dois elétrons em sua camada de valência, motivo pelo qual tal átomo não pertence a nenhum grupo da tabela periódica.

Já discutimos que o número de massa (**A**) corresponde à soma de prótons e nêutrons no núcleo de um átomo. No caso do hidrogênio, o número de massa pode ser diferente, de acordo com a espécie em questão:

PRÓTIO (${}^1\text{H}_1$)

Contém apenas um próton e nenhum nêutron.

DEUTÉRIO (${}^2\text{H}_1$)

Contém um próton e um nêutron.

TRÍTIO (${}^3\text{H}_1$)

Apresenta um próton e dois nêutrons.

Esses são os principais **isótopos** do hidrogênio.

ISÓTOPOS

Elementos com o mesmo número atômico (Z), porém com número de massa (A) diferente.



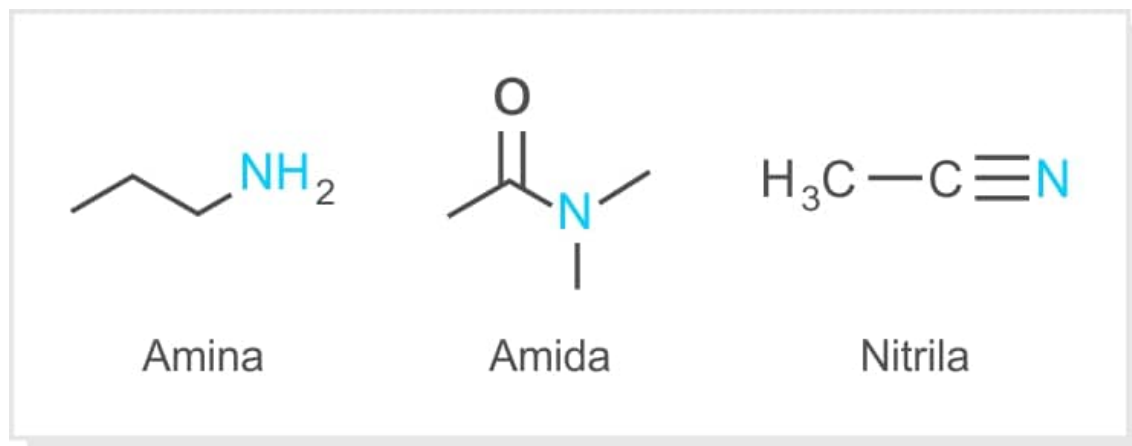
Fonte: Shutterstock.com

Na Terra, a maior parte do hidrogênio se encontra na forma de compostos químicos. Quando combinados com átomos de carbono, formam a classe dos hidrocarbonetos, e, quando conectados ao átomo de oxigênio, originam a água. Quando o hidrogênio não participa da constituição de um composto químico, é encontrado exclusivamente sob a forma molecular H_2 , que é um gás inflamável, incolor, inodoro e insolúvel em meio aquoso.

NITROGÊNIO

Com número atômico 7, o nitrogênio (representado pelo símbolo **N**) apresenta sete elétrons (dois na primeira camada e cinco na camada de valência). Como o nitrogênio tem cinco elétrons na camada de valência, ele é **trivalente**, ou seja, pode formar três ligações químicas para alcançar o octeto completo. Essas ligações podem ser simples, duplas ou triplas. Já o número de massa do nitrogênio vai depender do isótopo em questão, uma vez que existe nitrogênio-14 e nitrogênio-15.

Esse elemento químico está presente em muitos compostos de interesse industrial, sendo empregado na produção de propelentes, explosivos, fertilizantes e muitos medicamentos. Quando combinado com o átomo de carbono, o nitrogênio pode originar funções químicas importantes, como as aminas e as amidas, que constituem proteínas e ácidos nucleicos — biomoléculas fundamentais dos organismos vivos.



Fonte: EnsiMe.

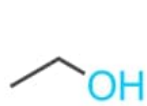
📷 Exemplos de funções químicas nitrogenadas.

OXIGÊNIO

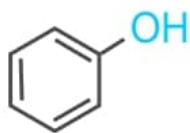
Elemento químico representado pelo símbolo **O**, o oxigênio tem número atômico 8, número de massa 16 e oito elétrons. Como tem seis elétrons na camada de valência, o oxigênio é **divalente**, ou seja, é capaz de formar duas ligações covalentes para alcançar o octeto completo.

Em condições normais de temperatura e pressão, dois átomos de oxigênio se ligam para originar o gás O_2 , tão essencial para a vida na Terra, uma vez que é empregado no processo de respiração celular e, conseqüentemente, na obtenção de energia pelos seres vivos. Contudo, vale ressaltar que esse elemento, além de formar o O_2 , origina também o O_3 , composto conhecido como ozônio, sendo a forma alotrópica do oxigênio.

O oxigênio se combina também com átomos de carbono, formando diversas funções químicas, como álcool, fenol, éter, amidas, ácidos carboxílicos, cetonas, aldeídos, dentre outras. Dessa maneira, tal elemento é um constituinte muito importante das biomoléculas, como proteínas, ácidos nucleicos, carboidratos e lipídios — assunto que veremos no próximo tópico.



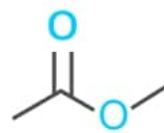
Álcool



Fenol



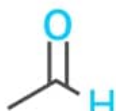
Éter



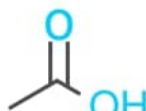
Éster



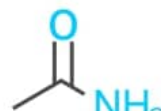
Cetona



Aldeído



Ácido carboxílico



Amida

Fonte: EnsineMe.

📷 Exemplo de funções químicas oxigenadas.

BIOMOLÉCULAS

As biomoléculas são compostos de carbono que estão presentes nas células dos seres vivos. A maior parte das biomoléculas consiste em hidrocarbonetos polifuncionalizados, ou seja, apresentam uma variedade de grupos funcionais, gerando, assim, diferentes famílias de compostos orgânicos, que, em geral, apresentam, em sua estrutura química:

CARBONO (C)

HIDROGÊNIO (H)

OXIGÊNIO (O)

NITROGÊNIO (N)

ENXOFRE (S)

FÓSFORO (P)

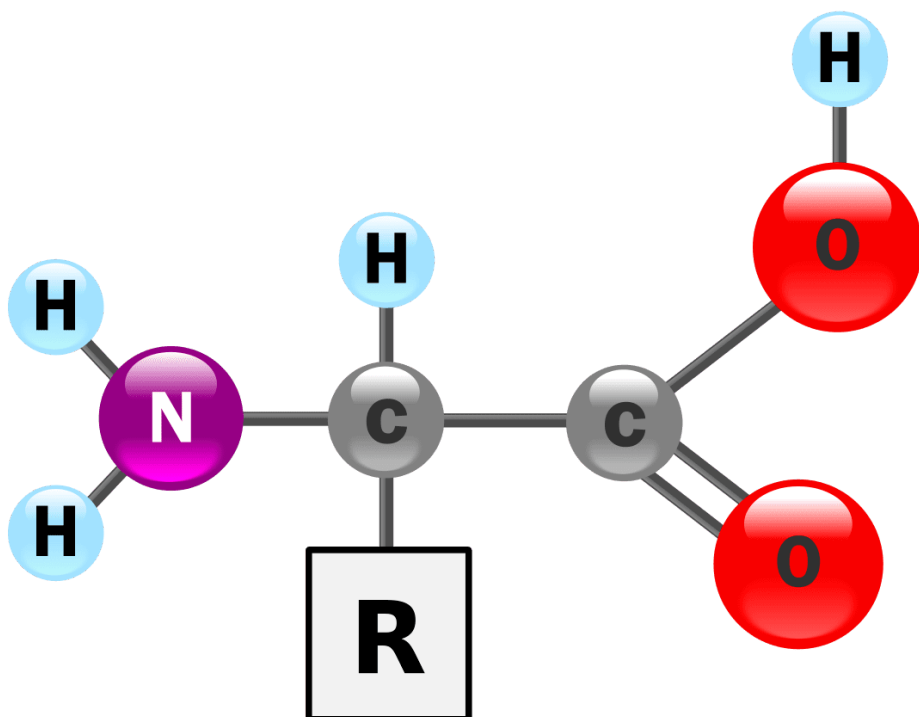
Individualmente, as biomoléculas seguem todas as leis da física e da química que regem a matéria inanimada. A grande diferença é que, em meio biológico, essas biomoléculas atuam em conjunto com uma grande organização, conferindo as características tão especiais e únicas dos seres vivos.

Essas moléculas biológicas são macromoléculas, polímeros de alto peso molecular, construídas a partir de precursores menores e mais simples — “unidades monoméricas”.

Sendo assim, as principais biomoléculas são classificadas da seguinte maneira:

PROTEÍNAS

Longos polímeros de **aminoácidos**. Algumas proteínas apresentam atividade catalítica e, portanto, funcionam como enzimas, acelerando a velocidade das reações químicas em meio biológico. Outras servem como elementos estruturais; receptores de sinais ou, ainda, transportadores, permitindo a passagem de substâncias através da célula.

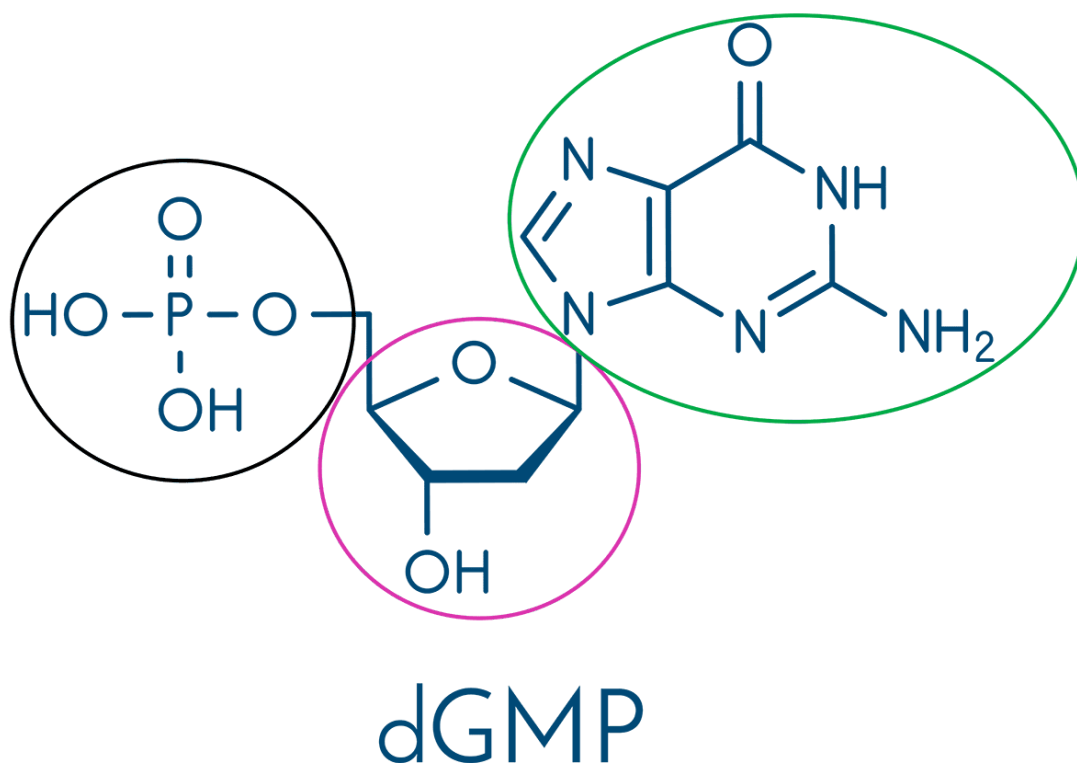


Fonte: Wikimedia Commons/licença (CC BY 3.0...)

📷 Estrutura genérica de um aminoácido.

ÁCIDOS NUCLEICOS (DNA E RNA)

São polímeros de **nucleotídeos**. Sua principal função é armazenar e transmitir a informação genética.

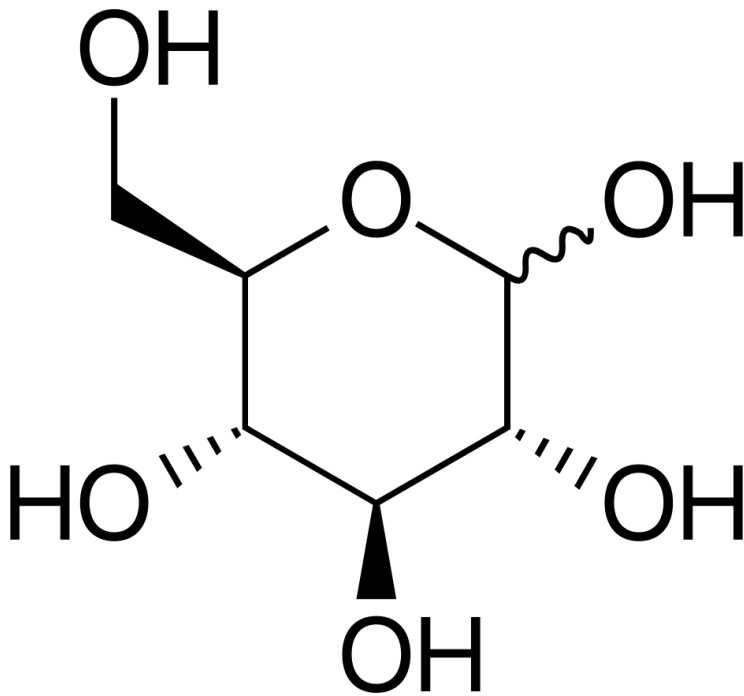


Fonte: Shutterstock.com

📷 Estrutura química de um nucleotídeo.

POLISSACARÍDEOS

São polímeros de **açúcar simples** (monossacarídeos). Dentre suas principais funções, podemos destacar o armazenamento de energia para a célula, bem como elemento extracelular estrutural, funcionando como sítio de ligação específico para determinadas proteínas.

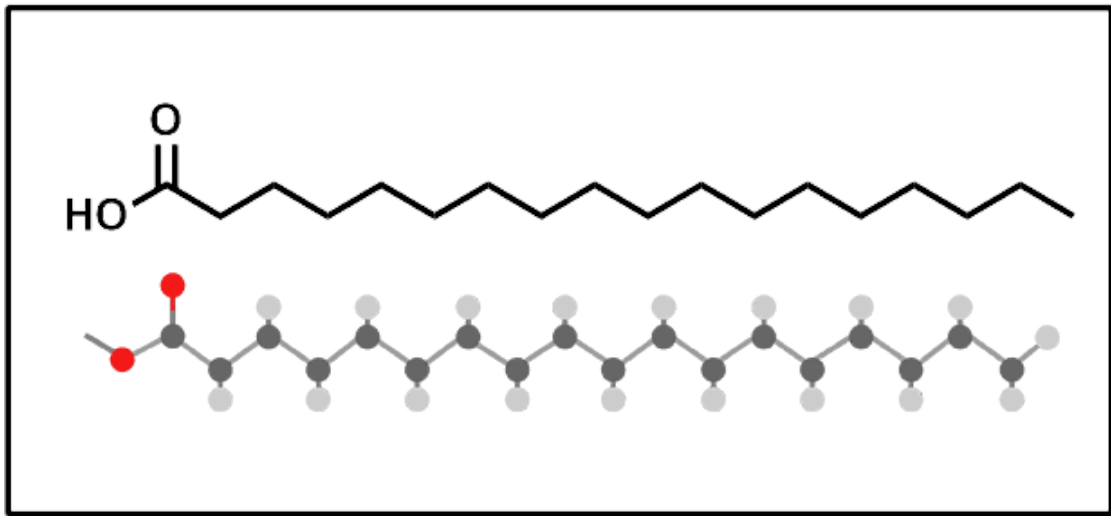


Fonte: Wikimedia Commons/licença (CC BY 3.0...)

📷 Estrutura química da glicose, um monossacarídeo.

LIPÍDIOS

São formados a partir de ácidos graxos (ácidos carboxílicos de cadeia longa). Funcionam como elementos estruturais de membranas e pigmentos, como reserva de energia e participam de sinais intracelulares.



Fonte: EnsineMe.

📷 Estrutura química de um ácido graxo.

VERIFICANDO O APRENDIZADO

1. O NÚMERO ATÔMICO E O NÚMERO DE MASSA SÃO INFORMAÇÕES IMPORTANTES PARA DESCREVER DETERMINADO ÁTOMO. COM RELAÇÃO A ESSE ASSUNTO, MARQUE A ALTERNATIVA INCORRETA.

- A) O somatório das partículas nucleares indica o número de massa.
- B) O número atômico representa a quantidade de prótons que um átomo tem.
- C) O número atômico é representado pela letra Z, enquanto o número de massa é representado pela letra A.
- D) O número de massa é o somatório da quantidade de prótons e elétrons.
- E) Por meio do número atômico, é possível identificar a qual elemento químico um átomo pertence.

2. (FUVEST-SP) LEIA O TEXTO A SEGUIR, ESCRITO POR JACOB BERZELIUS, EM 1828: “EXISTEM RAZÕES PARA SUPOR QUE, NOS

ANIMAIS E NAS PLANTAS, OCORREM MILHARES DE PROCESSOS CATALÍTICOS NOS LÍQUIDOS DO CORPO E NOS TECIDOS. TUDO INDICA QUE, NO FUTURO, DESCOBRIREMOS QUE A CAPACIDADE DE OS ORGANISMOS VIVOS PRODUZIREM OS MAIS VARIADOS TIPOS DE COMPOSTOS QUÍMICOS RESIDE NO PODER CATALÍTICO DE SEUS TECIDOS.

A PREVISÃO DE BERZELIUS ESTAVA CORRETA, E HOJE SABEMOS QUE O “PODER CATALÍTICO” MENCIONADO NO TEXTO DEVE-SE:”

- A) Aos carboidratos.**
- B) Aos ácidos nucleicos.**
- C) Às vitaminas.**
- D) Aos lipídios.**
- E) Às proteínas.**

GABARITO

1. O número atômico e o número de massa são informações importantes para descrever determinado átomo. Com relação a esse assunto, marque a alternativa incorreta.

A alternativa **"D "** está correta.

O número de massa, representado pela letra A, expressa o somatório do número de prótons (Z) e o número de nêutrons (n) de determinado elemento, indicando, assim, o total de partículas presentes no núcleo, sendo sua unidade de medida u (unidade de massa) ou g/mol. Logo: $A = Z + n$.

2. (Fuvest-SP) Leia o texto a seguir, escrito por Jacob Berzelius, em 1828: “Existem razões para supor que, nos animais e nas plantas, ocorrem milhares de processos catalíticos nos líquidos do corpo e nos tecidos. Tudo indica que, no futuro, descobriremos que a capacidade de os organismos vivos produzirem os mais variados tipos de compostos químicos reside no poder catalítico de seus tecidos.

A previsão de Berzelius estava correta, e hoje sabemos que o “poder catalítico” mencionado no texto deve-se:”

A alternativa "E " está correta.

As proteínas apresentam atividade catalítica na forma de enzimas, biomoléculas que desempenham sua função acelerando a velocidade das reações químicas em meio biológico, permitindo uma série de transformações essenciais à vida da célula e, conseqüentemente, do organismo.

MÓDULO 2

⦿ **Identificar a diferença entre organismos vivos e matéria inanimada, bem como a importância da água nos sistemas biológicos**

A BIOQUÍMICA E A CONDIÇÃO VITAL

Como vimos anteriormente, os seres vivos são formados por moléculas que não têm vida. Tais moléculas, quando isoladas e analisadas de forma individual, seguem as mesmas leis da física e da química que descrevem a **matéria** inanimada, ou seja, sem vida. A partir desse ponto, surge o seguinte questionamento: **ora, se os organismos vivos, como eu e você, são constituídos de moléculas inanimadas, por que a matéria viva é tão diferente da matéria não viva, que também é formada por moléculas inanimadas?**

Para responder a essa questão, inicialmente se faz necessário entender a diferença entre os organismos vivos e a matéria inanimada, bem como os fatores que caracterizam a condição vital.

O ser vivo é qualquer organismo que tem vida. Os animais, as plantas, os fungos, as algas, os protozoários e as bactérias são exemplos de seres vivos. Já a matéria inanimada é aquela que não tem vida. Isso engloba a matéria que nunca teve vida, como a argila, as rochas e a água, ou que deixou de ter vida em algum momento.

MATÉRIA

Matéria é tudo aquilo que tem massa e ocupa um lugar no espaço, podendo ser líquida, sólida ou gasosa.

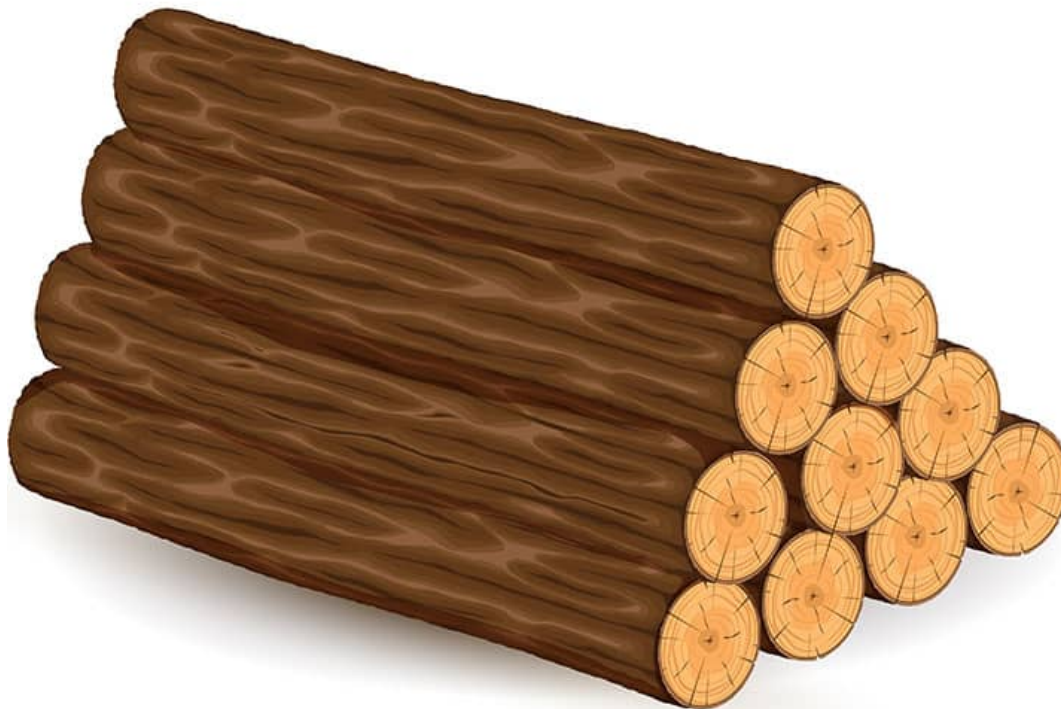
UM EXEMPLO É A MADEIRA:



Fonte: Shutterstock.com

Quando em forma de árvore, é um ser vivo pertencente ao reino vegetal.





Fonte: Shutterstock.com

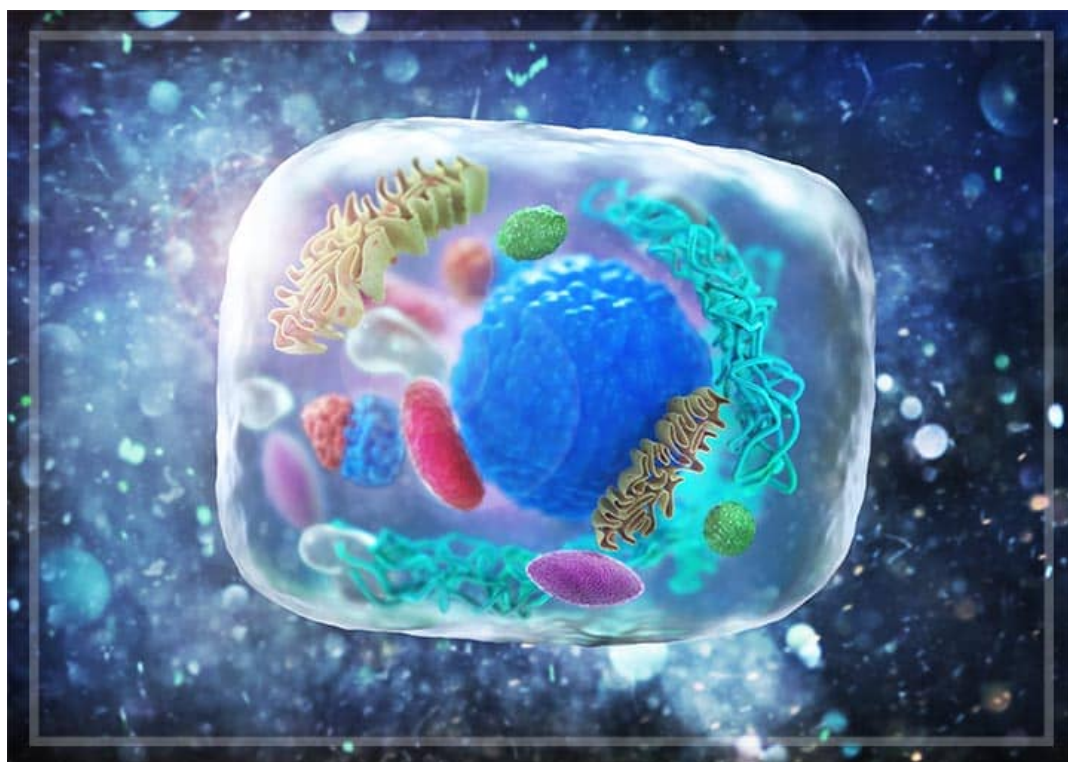
Contudo, ao ser cortada e processada, aquela madeira passa a ser matéria sem vida — inanimada.

Alguns fatores caracterizam a condição vital, ou seja, distinguem os organismos vivos de outras coleções de matéria inanimada. Dentre esses fatores, podemos destacar:

COMPLEXIDADE QUÍMICA E ORGANIZAÇÃO MICROSCÓPICA

A partir da organização funcional das unidades monoméricas (nucleotídeos, aminoácidos, açúcares e ácidos graxos), as biomoléculas poliméricas, como DNA, RNA, proteínas, polissacarídeos e lipídios, são formadas com uma complexidade química muito grande, sendo importantes na formação e no funcionamento de complexos supramoleculares que constituem as células — unidades altamente organizadas e fundamentais dos seres vivos.

Em contraposição, a matéria inanimada é constituída por uma mistura ao acaso de componentes químicos simples, sem uma estrutura altamente organizada, como nos seres vivos.



Fonte: Shutterstock.com

📷 A figura ilustra a complexidade da célula animal.

OBJETIVOS E FUNÇÕES DEFINIDAS PARA CADA COMPONENTE

Cada parte componente de um organismo vivo apresenta um objetivo ou uma função específicos. Isso acontece não apenas para as estruturas macroscópicas — como as folhas e os troncos nos vegetais ou corações e pulmões nos animais —, mas também para as estruturas intracelulares microscópicas (como a membrana plasmática, a mitocôndria, o núcleo) e substâncias químicas individuais (como os ácidos nucleicos, as proteínas, os lipídios e os carboidratos).

Existe toda uma interação entre os componentes químicos no organismo vivo. Alterações em um componente resultam na coordenação ou em alterações compensatórias em outro. Assim, nos organismos vivos, é válido perguntar qual a função de determinada estrutura ou molécula. No entanto, essa mesma pergunta a respeito de um agregado de matéria inanimada não se aplica, uma vez que não há funções definidas para os componentes e tampouco interações entre eles.

SISTEMAS PARA EXTRAIR E CONVERTER A ENERGIA DO MEIO AMBIENTE

Os organismos vivos apresentam a capacidade de extrair e transformar a energia presente no meio ambiente, seja a energia luminosa, a energia térmica ou a energia dos alimentos, para

construir e manter suas estruturas complexas, além de realizar os trabalhos mecânico, químico, osmótico e elétrico. Já a matéria inanimada não tem essa capacidade; diferente disso, tende a decair para um estado mais desordenado e instável para alcançar um equilíbrio com seu meio ambiente.

CAPACIDADE DE AUTORREPLICAÇÃO E AUTOMONTAGEM

Um dos atributos mais importantes dos organismos vivos é a sua capacidade de efetuar autorreplicação precisa, propriedade que pode ser encarada como a verdadeira quintessência da condição vital. A reprodução sexuada e assexuada, os processos de mitose e meiose e a capacidade de montar as estruturas são tipicamente inerentes aos seres vivos. Uma única bactéria colocada em um meio nutricional estéril, por exemplo, pode originar um bilhão de novas células-filhas idênticas em 24 horas.

Embora cada bactéria seja uma cópia fiel da original, sua construção é direcionada inteiramente da informação contida dentro do material genético da célula original.

MECANISMOS PARA PERCEBER E RESPONDER ÀS ALTERAÇÕES NO MEIO AMBIENTE

Os seres vivos apresentam a capacidade de se adaptar de acordo com as alterações no meio ambiente, ajustando-se constantemente a essas alterações, visando à melhor adaptação de sua química interna — fenômeno que não é observado na matéria inanimada.

HISTÓRIA DE MUDANÇA EVOLUTIVA

Os seres vivos estão sujeitos aos processos evolutivos, ou seja, sofrem modificações ao longo do tempo para sobreviver a novas circunstâncias. Um dos fatores que causam a evolução é o aparecimento de mutações, modificações que surgem na molécula de DNA, levando ao surgimento de novas características no organismo. O resultado da evolução é uma enorme diversidade de formas de vida, aparentemente muito diferentes, mas fundamentalmente relacionadas por meio da sua ancestralidade compartilhada. Tal capacidade de mutação não é observada nos seres inanimados.

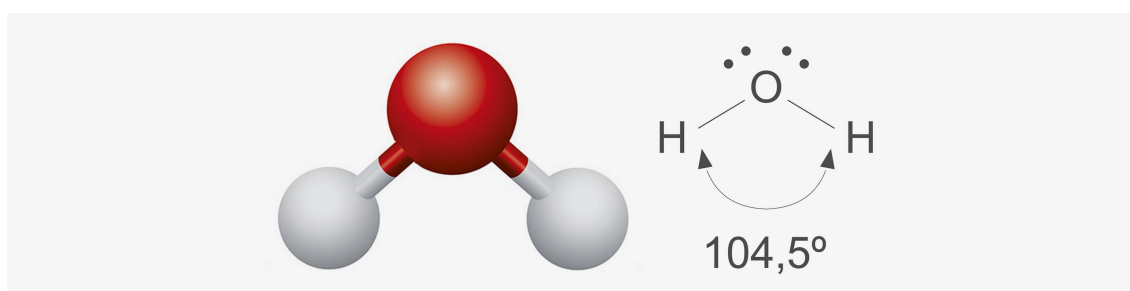
PRESENÇA DE GRANDE QUANTIDADE DE ÁGUA

A água é a substância mais abundante nos sistemas vivos. Cerca de 70% do peso da maioria dos organismos vivos são oriundos da água. Os organismos vivos surgiram em meio aquoso, de forma que o curso da evolução foi moldado pelas propriedades do meio contendo água.

Justamente pelo fato de a água ser tão essencial à vida, o nosso próximo tópico será dedicado ao estudo químico e às propriedades biológicas dessa substância.

CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DA ÁGUA

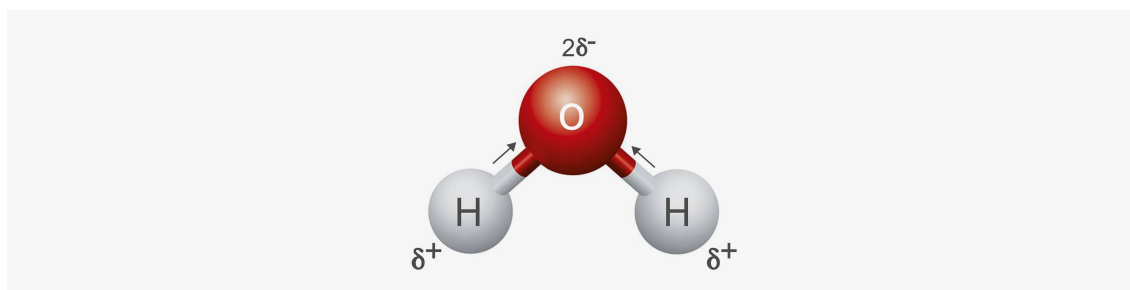
A molécula da água, representada pela fórmula H_2O , apresenta uma estrutura química bastante simples, na qual um átomo de oxigênio forma duas ligações covalentes com dois átomos de hidrogênio.



Fonte: EnsineMe.

📷 A figura ilustra como os átomos se conectam para formar a molécula da água.

Devido à presença de dois pares de elétrons não compartilhados no átomo de oxigênio, a molécula da água apresenta uma geometria do tipo angular, de forma que os átomos de hidrogênio formam entre si um ângulo de $104,5^\circ$. Isso ocorre devido à repulsão eletrônica desses pares de elétrons livres no oxigênio com os elétrons compartilhados que formam a ligação química covalente O-H na molécula da água.



Fonte: EnsineMe.

📷 O esquema ilustra a polaridade na molécula da água.

O oxigênio, por ser um átomo muito mais eletronegativo quando comparado ao hidrogênio, atrai para si os elétrons que formam a ligação covalente O-H. Assim, surge uma carga parcial

negativa (δ^-) sobre o oxigênio e uma carga parcial positiva (δ^+) sobre os hidrogênios, isso porque eles ficam deficientes em elétrons. Por esse motivo, a molécula da água tem característica **polar** — formam-se dois polos bem distintos: um mais negativo, rico em elétrons (na região do oxigênio), e outro positivo, deficiente em elétrons (na região onde estão os hidrogênios).

Justamente por essa natureza polar, a molécula da água é genericamente conhecida como **solvente universal**, devido a sua elevada capacidade de dissolver diversas substâncias (solutos), como sais, gases, ácidos nucleicos, proteínas e açúcares. Contudo, é importante destacar um preceito importante da química: “**Semelhante dissolve semelhante**”. Sendo assim, a água, por ser polar, tem alta capacidade de dissolver substâncias também de caráter polar. Essas substâncias polares que se dissolvem bem em água são denominadas **hidrofílicas** (*hidro* = água; *philos* = amigo), ou seja, são “amigas” da água.

No entanto, moléculas **apolares** que não apresentam carga ou polos em sua estrutura química (como é o caso dos óleos e gorduras) não têm qualquer afinidade pela água e, portanto, não se dissolvem nesse solvente, formando uma camada separada da água ou gotículas imiscíveis. Essas substâncias apolares são chamadas **hidrofóbicas** (*hidro* = água; *phobia* = aversão), ou seja, não “gostam” da água.

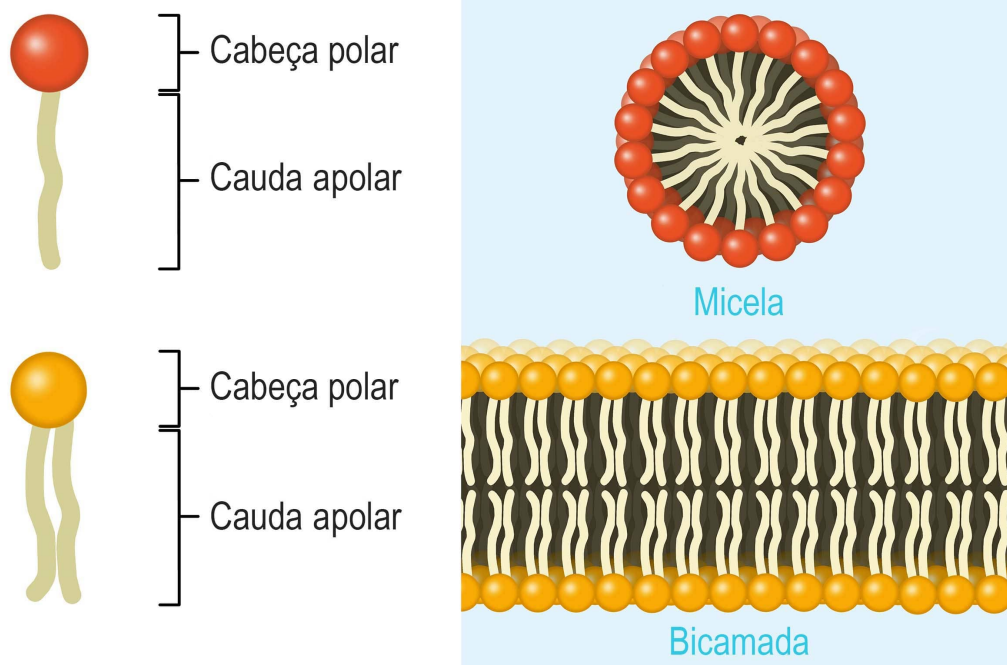


Fonte: Shutterstock.com

📷 A figura ilustra a separação das fases orgânica (apolar) e aquosa (polar).

Além das moléculas hidrofílicas (que têm afinidade pela água) e hidrofóbicas (que não têm afinidade pela água), existem ainda as moléculas **anfipáticas**. Essas substâncias contêm regiões polares e apolares na mesma estrutura. Sendo assim, quando na presença de água, sua região hidrofílica (polar) interage favoravelmente com a água e tende a se dissolver. Já a região hidrofóbica (apolar) se agrega para não ficar exposta ao contato com a água, formando **bicamadas** ou **micelas**.

LIPÍDIO EM ÁGUA



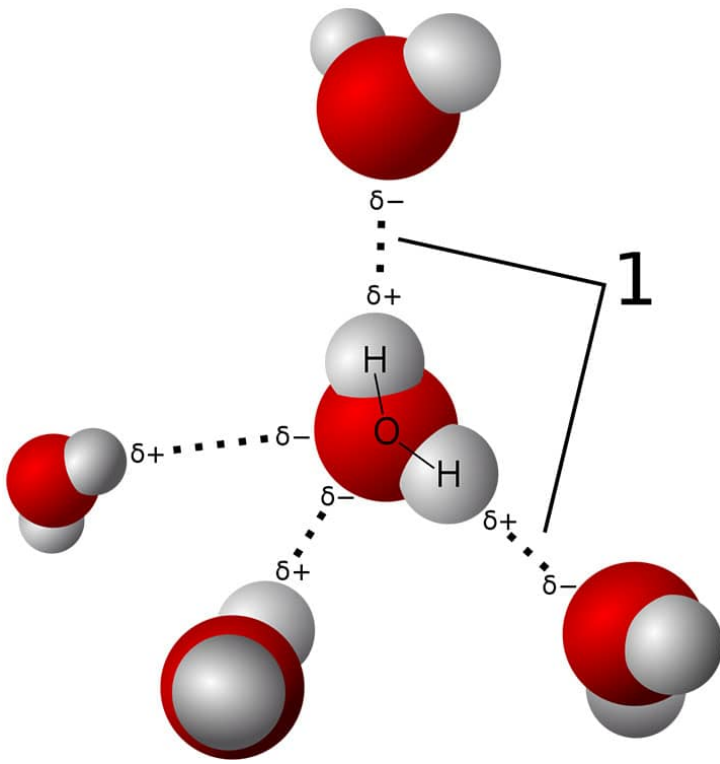
Fonte: Shutterstock.com

📷 Composto anfipático em solução aquosa.

Diversas biomoléculas são anfipáticas, como: proteínas, pigmentos, algumas vitaminas, esteróis e fosfolipídios de membrana. As estruturas dessas moléculas são estabilizadas por interações hidrofóbicas entre as suas regiões apolares, e essa característica é muito importante no organismo vivo.

INTERAÇÕES MOLECULARES DA ÁGUA

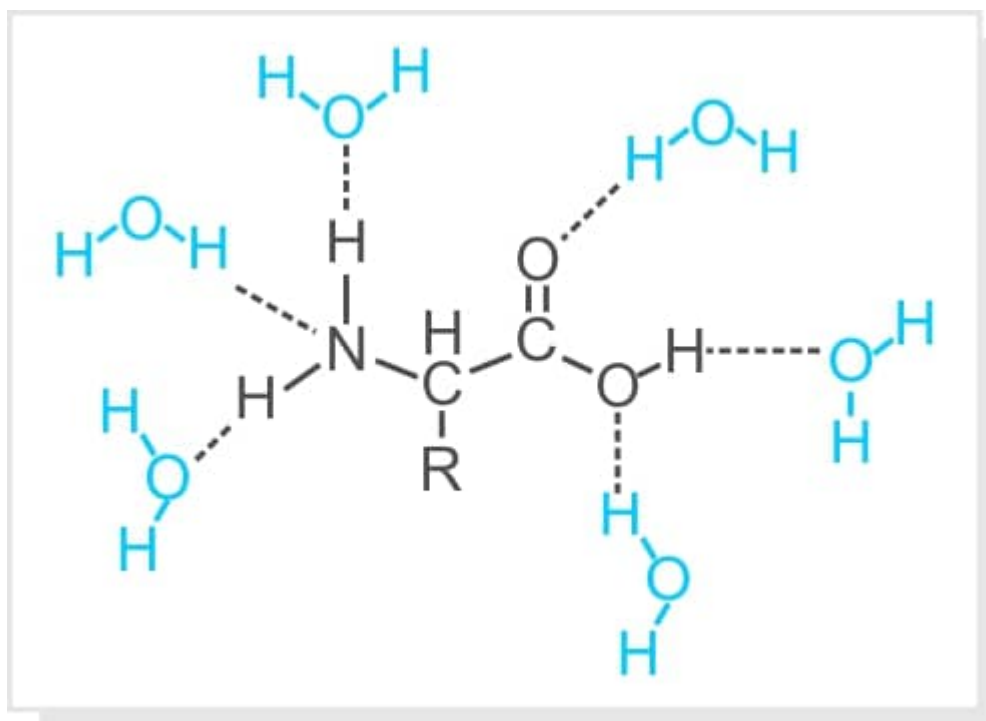
Vimos que a água é uma molécula que apresenta dipolos elétricos (um negativo, na região onde se encontra o oxigênio, e o outro positivo, onde estão os hidrogênios). Como resultado disso, ocorre uma atração eletrostática entre o átomo de oxigênio (δ^-) de uma molécula de água e o hidrogênio (δ^+) de outra molécula de água. Essa atração/interação entre duas moléculas de água recebe o nome de ligação de hidrogênio. É por meio das **ligações de hidrogênio** que as moléculas de água interagem num copo d'água, nos rios, nos oceanos e no nosso corpo.



Fonte: Wikimedia Commons/licença (CC BY 3.0...)

📷 Interações do tipo ligação de hidrogênio entre moléculas da água.

O mesmo raciocínio é válido na interação da água com as biomoléculas nos sistemas biológicos. Imaginemos uma proteína. Anteriormente, estudamos que a proteína é constituída por aminoácidos, que apresentam, em sua estrutura química, as funções ácido carboxílico ($-\text{COOH}$) e amina ($-\text{NH}_2$). A água facilmente interage com esses compostos, uma vez que forma ligações de hidrogênio com os aminoácidos constituintes da proteína, substituindo, assim, as ligações de hidrogênio soluto-soluto e formando novas interações soluto-água.

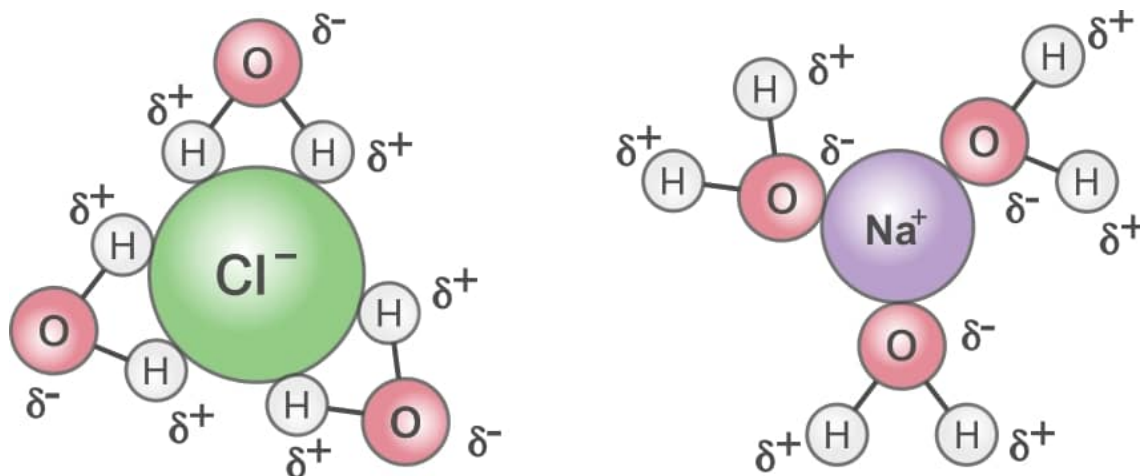


Fonte: EnsineMe.

📷 O esquema ilustra as ligações de hidrogênio entre um aminoácido genérico e moléculas de água.

Podemos prever também a interação da água com compostos inorgânicos. Vamos imaginar a adição do sal de cozinha (cloreto de sódio, NaCl) a um copo contendo água. O mosaico cristalino do cloreto de sódio é rompido à medida que a água se aproxima dos íons Na^+ e Cl^- . As cargas iônicas do sódio e do cloreto são parcialmente neutralizadas, isso porque a água forma uma camada ao redor desses íons, conhecida como **camada de solvatação**.

Os íons sódio carregados positivamente (Na^+) são rodeados pelas cargas parciais negativas do oxigênio na molécula da água, enquanto os íons cloretos carregados negativamente (Cl^-) são rodeados pelas cargas parciais positivas dos hidrogênios da água. À medida que o processo continua, todos os íons do sal de cozinha são envolvidos pela camada de solvatação, resultando, assim, na dissolução completa do sal em água.



Fonte: EnsineMe.

📷 O esquema mostra a camada de solvatação no processo de dissolução do sal de cozinha em água.

Agora que já estudamos as propriedades químicas da água, bem como suas interações moleculares com diversos tipos de substâncias, nosso próximo passo será compreender as funções desse composto tão fundamental à vida nos sistemas biológicos.

FUNÇÕES BIOLÓGICAS DA ÁGUA

A água é fundamental para todos os seres vivos, pois desempenha importantes funções nos sistemas biológicos, tais como:

Transporte de substâncias

Participação em reações químicas

Termorregulação

Lubrificação

Equilíbrio osmótico

Equilíbrio ácido-base



Fonte: Shutterstock.com

A água exerce papel primordial no transporte de nutrientes, oxigênio e sais minerais para as células, isso porque é o principal componente do plasma sanguíneo. Além disso, proporciona a eliminação de diversas substâncias do nosso organismo, uma vez que a urina produzida pelo sistema renal é basicamente constituída por água.



Fonte: Shutterstock.com

Além do transporte e da eliminação de substâncias do nosso corpo, a água participa de outros processos fisiológicos importantes, como a digestão (na composição do suco gástrico e da saliva) e a proteção de estruturas, atuando como verdadeiro lubrificante, como é o caso da lágrima (evita o ressecamento das córneas); do líquido ou líquido cefalorraquidiano presente entre as meninges, que protege o sistema nervoso de danos causados por impactos; do líquido sinovial, presente entre as articulações ósseas; e do líquido amniótico, que protege o embrião em desenvolvimento.



Fonte: Shutterstock.com

Outra função que torna a água essencial à manutenção da vida é a sua capacidade de evitar variações bruscas na temperatura dos organismos. Desempenha tal papel devido a suas propriedades físicas, que incluem: alto valor de calor específico, alto valor de calor latente de vaporização e alto valor de calor latente de fusão.

+ SAIBA MAIS

Em termos gerais, essas propriedades físicas significam que a água realiza a **termorregulação**. Quando o nosso corpo esquenta muito, as glândulas sudoríparas eliminam suor, e a água que compõe o suor evapora, levando consigo tanto o calor da pele como o calor do sangue localizado abaixo da pele, impedido, assim, que a temperatura do corpo se eleve muito.



Outro aspecto de grande relevância a respeito da água diz respeito a suas características químicas. Vimos que a água é um excelente solvente capaz de dissolver uma série de substâncias. Essa particularidade é de grande importância, uma vez que as reações químicas que ocorrem no nosso corpo se dão em meio aquoso.



Além de exercer o papel de solvente, a água atua como reagente em muitos processos bioquímicos importantes. Exemplos disso são: reações de condensação para produção de energia pelas células; reações de hidrólise, nas quais ocorre a clivagem (quebra) de

determinada molécula devido ao ataque químico da água; e, ainda, as reações de oxidação-redução, tão comuns em meio biológico.



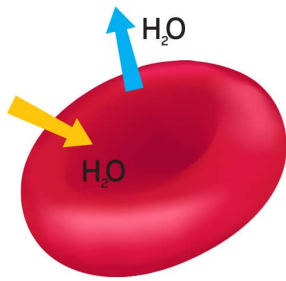
As moléculas de água tendem a se movimentar, através de uma membrana semipermeável, de uma região de menor concentração de soluto (**meio hipotônico**) para uma região de maior concentração de soluto (**meio hipertônico**), com o objetivo de alcançar o meio **isotônico**, ou seja, um meio em que as concentrações de solutos são iguais nas duas regiões.

A osmose, que consiste nessa movimentação da água através de uma membrana semipermeável, é um fator essencial na vida da maioria das células. Isso porque a membrana plasmática que delimita a célula e separa o conteúdo intracelular do meio externo é uma membrana semipermeável que permite a passagem da água para igualar a osmolaridade nos dois compartimentos.

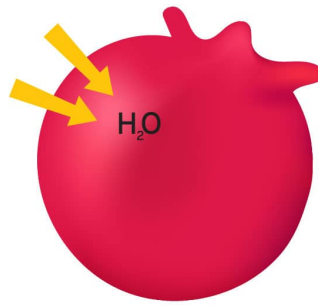
Uma célula, em meio isotônico, não ganha nem perde água, pois se encontra em equilíbrio osmótico. No entanto, quando está em meio hipertônico (mais concentrado que o citoplasma), essa célula perde água, uma vez que a água sai do citoplasma, que apresenta menor concentração de solutos e vai para o meio externo.

Já em uma solução hipotônica (meio menos concentrado que o citoplasma), a água migra do meio externo para o interior da célula. Se não houver um mecanismo de controle, essa movimentação da água para dentro da célula irá distender a membrana plasmática, e a célula pode se romper — fenômeno conhecido como lise osmótica.

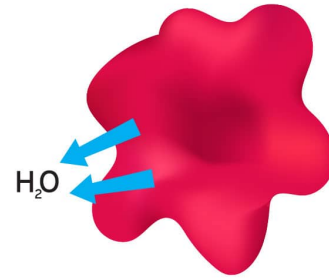
Osmose em célula animal



Isotônico

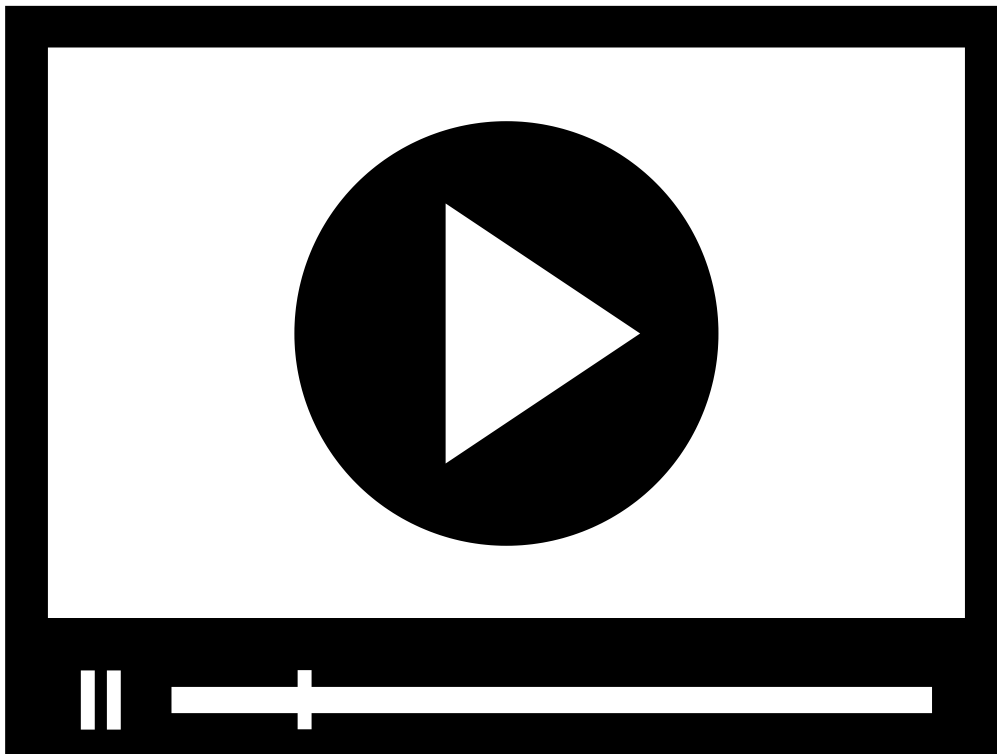


Hipotônico



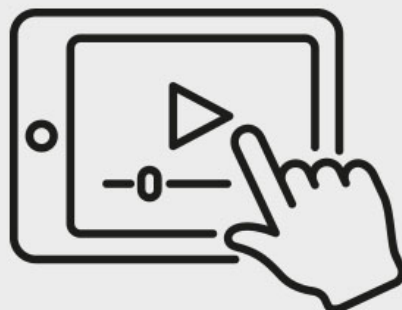
Hipertônico

Fonte: Shutterstock.com



Para se aprofundar no assunto, assista ao vídeo a seguir:

Para assistir a um vídeo sobre o assunto, acesse a versão online deste conteúdo.



Além da sua importância na manutenção do equilíbrio osmótico, a água exerce influência também no equilíbrio ácido-base, tão importante nos sistemas biológicos. Trataremos sobre esse assunto com mais detalhes no próximo módulo.

VERIFICANDO O APRENDIZADO

1. PARA QUE UM ORGANISMO SEJA CONSIDERADO VIVO, ALGUNS ATRIBUTOS SE FAZEM NECESSÁRIOS. ANALISE AS ALTERNATIVAS A SEGUIR E MARQUE A OPÇÃO QUE NÃO É CARACTERÍSTICA DE TODOS OS SERES VIVOS.

- A) Capacidade de adaptação às alterações do meio.
- B) Funções bem definidas para cada componente e alto grau de individualidade.
- C) Complexidade química e alto grau de organização.
- D) Capacidade de mudar com o tempo, por meio da evolução.
- E) Mecanismos de autorreplicação.

2. A ÁGUA APRESENTA INÚMERAS PROPRIEDADES QUE SÃO FUNDAMENTAIS PARA OS SERES VIVOS. QUAL, DENTRE AS CARACTERÍSTICAS RELACIONADAS A SEGUIR, É UMA PROPRIEDADE DA ÁGUA DE IMPORTÂNCIA FUNDAMENTAL PARA OS SISTEMAS BIOLÓGICOS?

- A) Tem baixo calor específico, pois sua temperatura varia com muita facilidade.
- B) Suas moléculas são formadas por hidrogênios de disposição espacial linear.
- C) É um solvente limitado, pois não é capaz de se misturar com muitas substâncias.
- D) Tem alta capacidade térmica e é solvente de muitas substâncias.
- E) Apresenta ponto de ebulição entre 0 °C e 100 °C.

GABARITO

1. Para que um organismo seja considerado vivo, alguns atributos se fazem necessários. Analise as alternativas a seguir e marque a opção que não é característica de todos os seres vivos.

A alternativa **"B "** está correta.

A parte inicial da alternativa B encontra-se certa, isso porque cada componente do organismo vivo de fato apresenta funções bem definidas, tanto para as estruturas micro como para as estruturas macroscópicas. Contudo, existe uma interação entre os componentes no organismo vivo, de forma que uma alteração resulta na coordenação ou em alterações compensatórias no conjunto como um todo. Assim, o conjunto inteiro apresenta um caráter que vai além daquele das partes individuais.

2. A água apresenta inúmeras propriedades que são fundamentais para os seres vivos. Qual, dentre as características relacionadas a seguir, é uma propriedade da água de importância fundamental para os sistemas biológicos?

A alternativa **"D "** está correta.

A água tem alto calor específico, motivo pelo qual participa de maneira essencial na termorregulação, evitando, assim, a variação da temperatura nos organismos vivos. Suas moléculas são formadas por um átomo de oxigênio e dois átomos de hidrogênio, que assumem uma disposição angular. Apresenta ponto de ebulição a 100 °C. Além disso, a água é considerada solvente universal, devido ao fato de dissolver e se misturar com muitas substâncias. Por esse motivo, a única alternativa correta é a letra D.

MÓDULO 3

⊙ **Identificar acidez, basicidade e a aplicação desses conceitos na manutenção do pH nos meios biológicos**

ACIDEZ E BASICIDADE DE SOLUÇÕES AQUOSAS

Em um momento anterior, estudamos as características químicas da água e vimos algumas de suas funções biológicas. Embora muitas propriedades desse solvente possam ser explicadas em termos da molécula de água não carregada, uma pequena porção da água se ioniza de forma reversível, produzindo íon hidrogênio (H^+) e íon hidroxila (OH^-), como pode ser visualizado no Esquema 1.

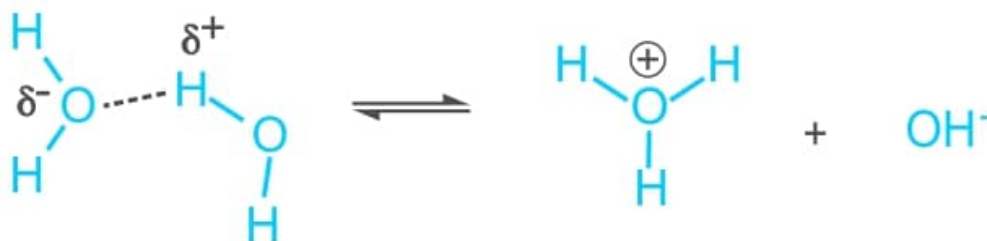
Esquema 1. Autoionização da água.



Fonte: EnsineMe.

Essa equação química consiste no processo conhecido como **autoionização** da água. Embora comumente se represente o produto de ionização da água como H^+ , prótons livres não existem em solução. O que de fato ocorre é uma transferência direta do H^+ de uma molécula de água para outra molécula de água próxima, formando o íon hidrônio ou hidroxônio (H_3O^+), como ilustra a Esquema 2, a seguir.

Esquema 2. Autoionização da água em solução, com formação de H_3O^+ e OH^- .



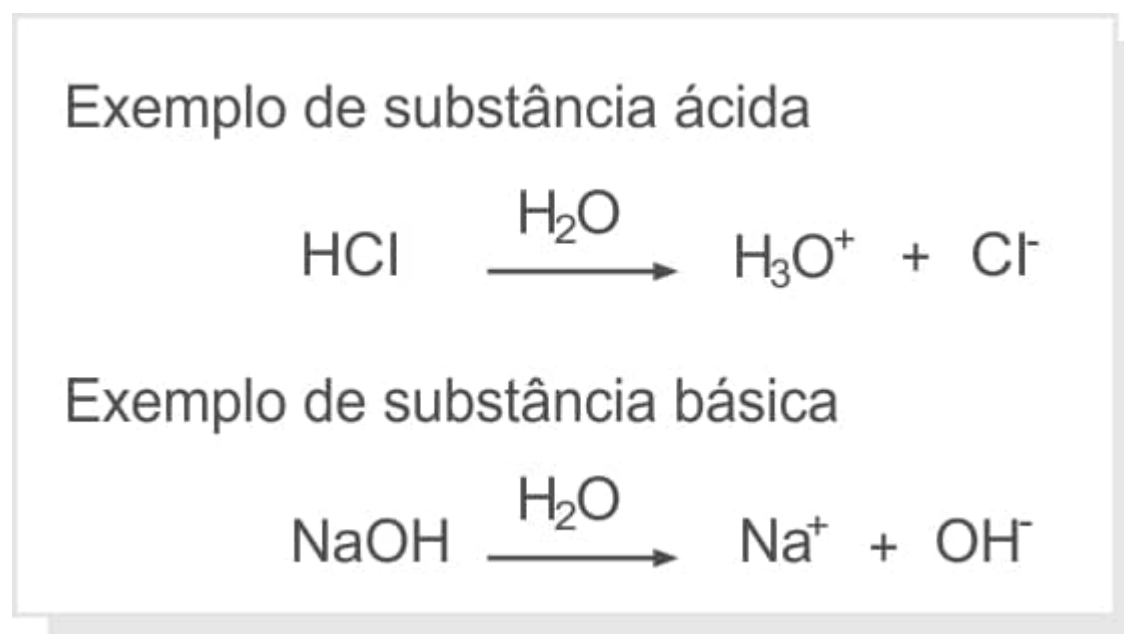
Fonte: EnsineMe.

Essa leve tendência da água em se ionizar é de suma importância para as funções e para a estrutura das biomoléculas, uma vez que os íons formados (H_3O^+ e OH^-) influenciam fortemente as interações e as propriedades dos componentes celulares, incluindo as proteínas (especialmente as enzimas), os lipídios e os ácidos nucleicos.

ACIDEZ E BASICIDADE

Os conceitos de acidez e basicidade foram inicialmente propostos pelo químico Arrhenius. De acordo com ele, uma substância ácida aumenta a concentração do íon hidrônio [H_3O^+] na presença de água. Como característica comum, as substâncias ácidas apresentam o átomo de hidrogênio ligado a um átomo eletronegativo. Já as substâncias de natureza básica, quando dissolvidas em água, aumentam a concentração dos íons hidroxilas [OH^-] no meio (**Esquema 3**).

Esquema 3. Exemplos de ácido e base de Arrhenius.



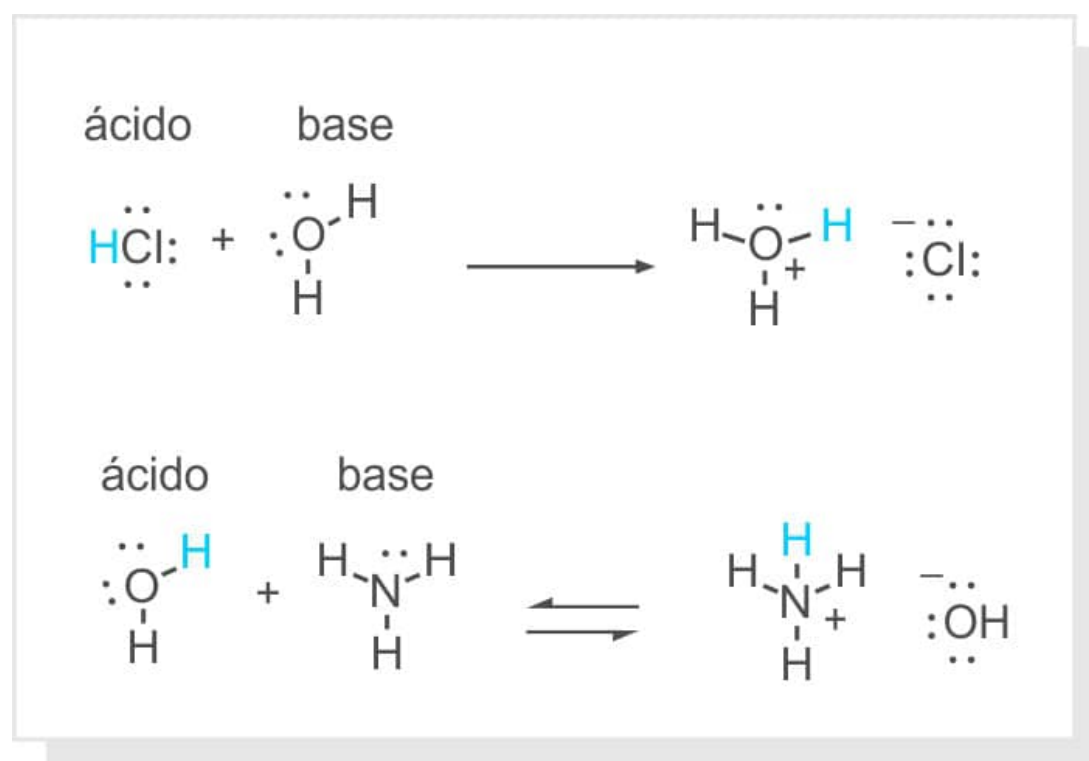
Fonte: EnsineMe.

Em 1923, os pesquisadores Brønsted-Lowry propuseram, independentemente, um novo conceito para definir ácidos e bases. De acordo com eles, ácidos são espécies capazes de doar prótons (H^+) e bases são espécies aceptoras de prótons. Com essa definição, os ácidos de Arrhenius e de Brønsted-Lowry são idênticos. Porém, as bases de Brønsted-Lowry englobam todas as espécies químicas que apresentam um par de elétrons livres para receber o

próton. Essas bases podem ser tanto carregadas negativamente como neutras, não ficando restritas apenas aos hidróxidos metálicos, como na definição de Arrhenius.

No conceito de Brønsted-Lowry, a água apresenta caráter **anfótero**, ou seja, ora funciona como um ácido (doando próton), ora funciona como base (recebendo próton). O que vai determinar seu caráter é o meio em que ela se encontra. Na presença do ácido clorídrico (HCl), a água funciona como uma base, pois recebe um próton do HCl. No entanto, quando reage com a amônia (NH₃), é a água quem doa um próton, atuando, assim, como um ácido, e a amônia, como base (**Esquema 4**).

Esquema 4. Ilustra o caráter anfótero da água.

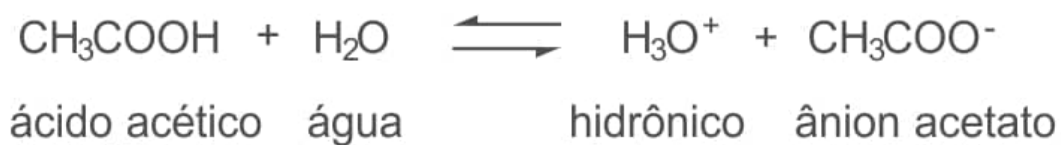


Fonte: EnsineMe.

A capacidade que um ácido apresenta em sofrer ionização é chamada **força do ácido**. Em outras palavras, a força dos ácidos é a medida da quantidade de íons hidrônios que o ácido produz em água. O ácido clorídrico, por exemplo, em meio contendo água, dissocia-se completamente, gerando uma quantidade muito grande de H₃O⁺.

Por esse motivo, o HCl é considerado um ácido forte (como vimos no Esquema 3). No entanto, o vinagre (ácido acético), quando em água, sofre uma dissociação parcial, produzindo pequena quantidade de íons hidrônios, e, por isso, é considerado um ácido fraco (**Esquema 5**).

Esquema 5. Dissociação do ácido acético, um ácido fraco, em meio aquoso.



Fonte: EnsiMe.

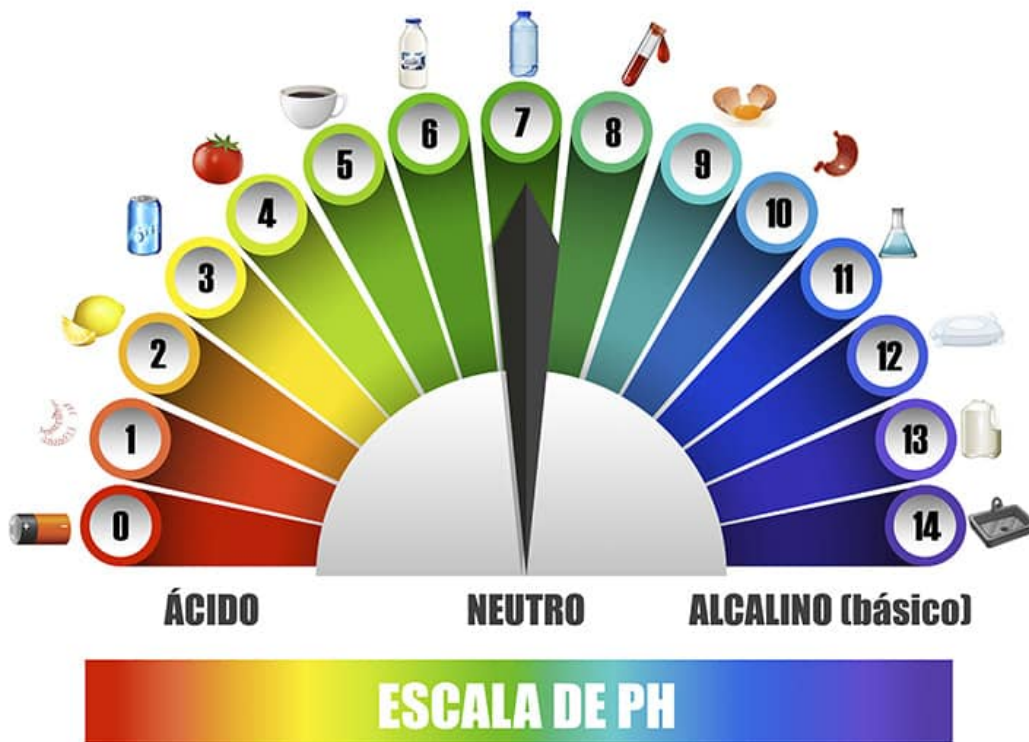
O mesmo raciocínio se aplica à **força das bases**: bases fortes se dissociam totalmente em meio aquoso, enquanto bases fracas geram pequenas quantidades de íons hidróxido (OH^-) ou outro tipo de íon básico em água.

ESCALA DE PH

Uma maneira de medir a concentração de H^+ e, conseqüentemente, de OH^- em qualquer solução aquosa é pela escala de pH. É por meio dela que é feita a classificação das soluções em ácidas, neutras ou básicas (alcalinas). Por definição:

$$\text{PH} = -\text{LOG} [\text{H}^+]$$

A sigla pH, que significa potencial hidrogeniônico, consiste em uma escala numérica que varia de 0 a 14, à temperatura de 25 °C. Se o valor do pH for igual a 7 (que é o pH da água), a solução é neutra, ou seja, a concentração de íons H^+ é igual à concentração de íons OH^- . No entanto, caso o valor de pH seja menor que 7, a solução é ácida — isso significa que a concentração de H^+ é maior que a concentração de OH^- . Inversamente, soluções com pH acima de 7 são básicas/alcalinas e, nesse caso, a concentração de OH^- é maior do que a concentração de H^+ .



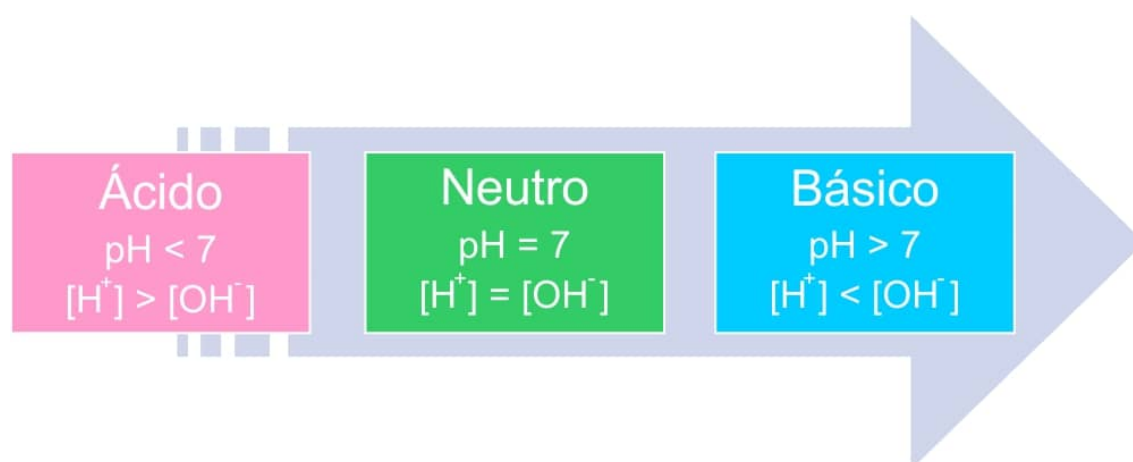
Fonte: Shutterstock.com

📷 Escala de pH.

📢 ATENÇÃO

Valores abaixo de 0 e acima de 14 são possíveis, contudo são raros.

Em resumo:



Fonte: EnsineMe.

NOTE QUE A ESCALA DE PH É LOGARÍTMICA, E NÃO ARITMÉTICA.

TEORIA NA PRÁTICA

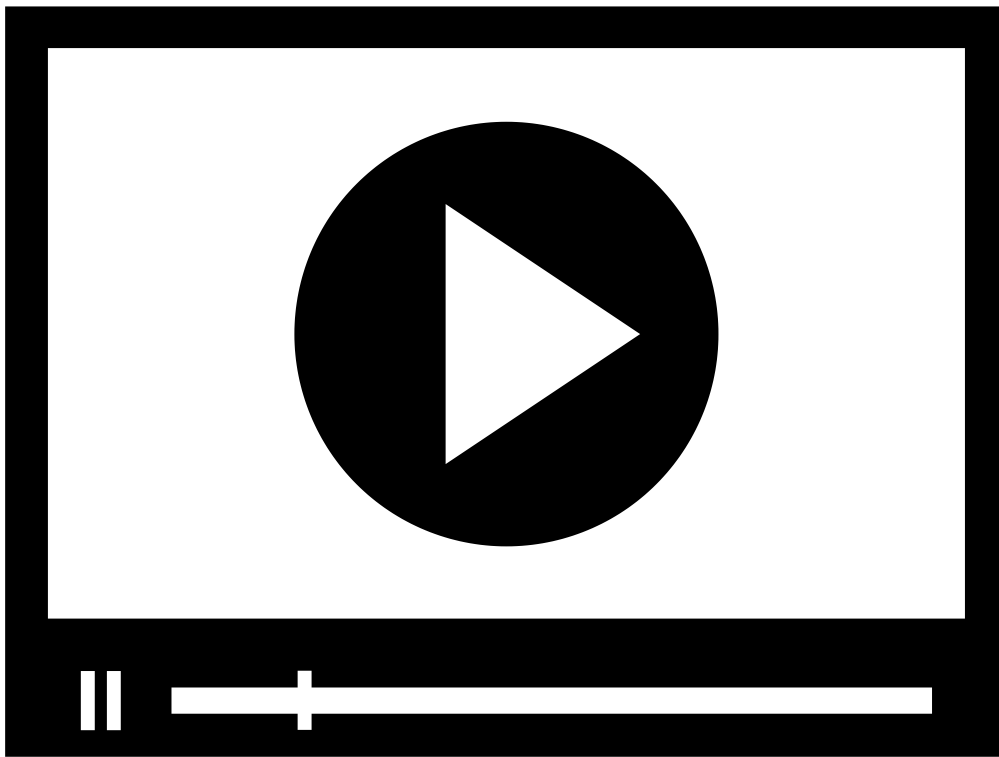
Vamos imaginar duas soluções genericamente chamadas de **A** e **B**, a 25 °C e com volumes iguais. A solução **A** tem pH igual a 3 e a solução **B** apresenta pH igual a 4. Qual a diferença na concentração de H^+ entre essas duas soluções?

RESOLUÇÃO

As duas soluções, **A** e **B**, diferem no pH apenas uma unidade. Porém, como a escala é logarítmica, isso significa que a solução **A** (pH = 3) tem dez vezes mais íons H^+ quando comparada à solução **B**, cujo pH = 4.

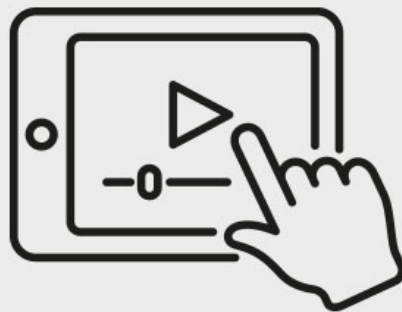
MÉTODOS DE AFERIÇÃO DO PH

A medida do pH é um dos procedimentos mais importantes e frequentemente empregados no contexto da Bioquímica. Isso porque o seu valor afeta diretamente a estrutura e atividade de macromoléculas biológicas importantes, além de ser muito útil também no diagnóstico médico de vários processos patológicos (como acidoses e alcaloses metabólicas).



Assista a seguir como e de que maneira o pH do meio biológico (ácido e básico) influencia a ionização das macromoléculas:

Para assistir a um vídeo sobre o assunto, acesse a versão online deste conteúdo.



Existem dois principais métodos para medir o valor do pH:

QUALITATIVO

Que emprega os indicadores ácidos-bases.

QUANTITATIVO

Por meio do uso de um equipamento denominado pHmetro (peagâmetro).



Fonte: Shutterstock.com

📷 Indicadores ácidos-bases.

Os indicadores ácidos-bases são substâncias que mudam de cor à medida que ocorre alteração no pH do meio. Entre os indicadores mais utilizados em laboratório, estão a **fenolftaleína**, que se apresenta incolor em meio ácido e rosa em meio básico, e o **papel de tornassol**, que adquire coloração vermelha na presença de ácidos e azul na presença de bases.

Já as determinações precisas de pH em laboratório são realizadas por meio do instrumento denominado **pHmetro**. Nele, um eletrodo de vidro seletivamente sensível à concentração de H^+ , mas insensível a outros cátions, mede a condutividade elétrica da solução e a converte para a escala dos valores de pH.



Fonte: Shutterstock.com

📷 pHmetro digital.

Compreender os conceitos relacionados ao pH é de grande importância, uma vez que praticamente todos os processos biológicos são dependentes dele. As células e os organismos mantêm um pH constante e específico, possibilitando a manutenção das biomoléculas em seu estado iônico ótimo e, assim, funcionando plenamente. Usualmente, esse valor é ao redor do pH 7 (neutro).

Nos organismos multicelulares, o pH dos fluidos extracelulares também é fortemente regulado, e essa constância do pH é alcançada devido à ação dos **tampões biológicos**, assunto que veremos em detalhes no tópico a seguir.

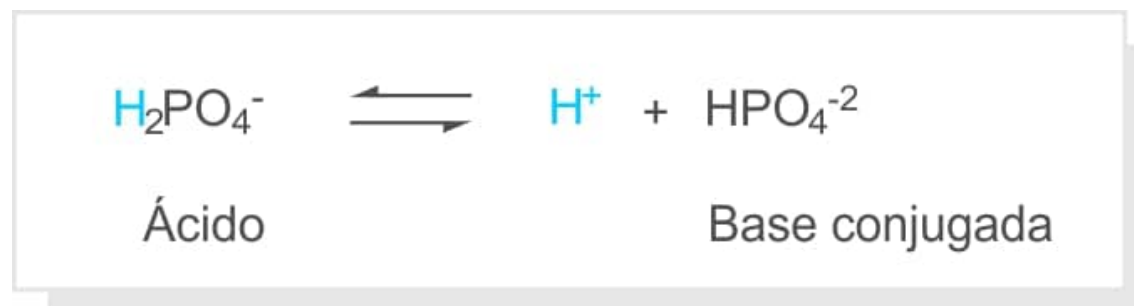
SISTEMA TAMPÃO

É um sistema aquoso que tende a resistir às alterações no pH mesmo quando pequenas quantidades de uma substância ácida (H^+) ou básica (OH^-) são adicionadas. Geralmente, o sistema tampão consiste em um ácido fraco (doador de H^+) e sua base conjugada (acceptor de H^+).

Dois tampões biológicos são especialmente importantes: sistema fosfato e sistema bicarbonato. O sistema de tamponamento **fosfato**, que atua no **citoplasma** de todas as

células, consiste no ácido H_2PO_4^- (doador de próton) e em sua base conjugada HPO_4^{2-} (aceptor de próton), como mostra o **Esquema 6**.

Esquema 6. Tampão fosfato.

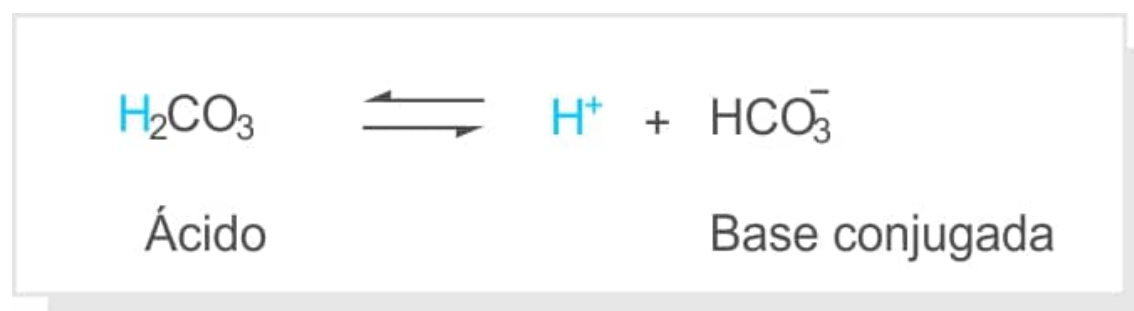


Fonte: EnsigneMe.

O sistema tampão fosfato é efetivo em pH próximo a 6,86. Sendo assim, tende a resistir às alterações de pH no intervalo entre 5,9 e 7,9. Por esse motivo, é tão importante nos fluidos biológicos, já que a maioria dos compartimentos citoplasmáticos apresentam pH no intervalo de 6.9 a 7.4.

Outro sistema de tamponamento essencial nos organismos multicelulares é o sistema **bicarbonato**, que atua evitando variações bruscas de pH no **plasma sanguíneo**. Esse sistema consiste em ácido carbônico (H_2CO_3) e sua base conjugada, o íon bicarbonato (HCO_2^-) (**Esquema 7**).

Esquema 7. Tampão bicarbonato.



Fonte: EnsiMe.

O plasma sanguíneo humano normalmente apresenta um pH próximo a 7,4. Se muitos íons H^+ se formarem, ocorrerá uma alteração no equilíbrio representado no Esquema 7, de maneira que a reação será deslocada para a esquerda, pois o íon bicarbonato (HCO_3^-) absorverá o H^+ formado, gerando ácido carbônico (H_2CO_3).

⊕ SAIBA MAIS

Se as concentrações de H^+ diminuïrem no plasma, o equilíbrio químico será deslocado para a direita, de forma que o ácido carbônico (H_2CO_3) se dissociará, gerando H^+ para a solução. É dessa maneira que o sistema tampão evita as variações no pH, mantendo-o constante.

Esse controle biológico do pH nas células e nos fluidos do corpo, exercido pelos sistemas de tamponamento, é de importância central em todos os aspectos do metabolismo e das atividades celulares nos seres vivos.

VERIFICANDO O APRENDIZADO

1. (UDESC/2009): "CHUVA ÁCIDA" É UM TERMO QUE SE REFERE À PRECIPITAÇÃO, A PARTIR DA ATMOSFERA, DE CHUVA COM QUANTIDADES DE ÁCIDOS NÍTRICO E SULFÚRICO MAIORES QUE O NORMAL. OS PRECURSORES DA CHUVA ÁCIDA VÊM TANTO DE FONTES NATURAIS, TAIS COMO VULCÕES E VEGETAÇÃO EM DECOMPOSIÇÃO, COMO DE PROCESSOS INDUSTRIAIS, PRINCIPALMENTE EMISSÕES DE DIÓXIDO DE ENXOFRE E ÓXIDOS DE NITROGÊNIO RESULTANTES DA QUEIMA DE COMBUSTÍVEIS FÓSSEIS.

O PH DA ÁGUA DA CHUVA CONSIDERADO NORMAL É DE 5,5 (DEVIDO À PRESENÇA DE ÁCIDO CARBÔNICO PROVENIENTE DA SOLUBILIZAÇÃO DE DIÓXIDO DE CARBONO). UM QUÍMICO MONITORANDO UMA REGIÃO ALTAMENTE INDUSTRIALIZADA OBSERVOU QUE O PH DA ÁGUA DA CHUVA ERA IGUAL A 4,5.

CONSIDERANDO QUE A ACIDEZ ESTÁ RELACIONADA COM A CONCENTRAÇÃO DE H_3O^+ , É CORRETO AFIRMAR QUE A ÁGUA COM PH 4,5 ERA:

☐ **A) Duas vezes mais básica que o normal.**

- B) Duas vezes mais ácida que o normal.
- C) Dez vezes mais básica que o normal.
- D) Dez vezes mais ácida que o normal.
- E) Cem vezes mais ácida que o normal.

2. SOLUÇÃO-TAMPÃO É UMA SOLUÇÃO QUE TEM O EFEITO DE MANTER O PH DO MEIO APROXIMADAMENTE CONSTANTE, QUANDO NELE SÃO INTRODUZIDOS ÍONS H_3O^+ OU OH^- . PARA PRODUZIR UMA SOLUÇÃO-TAMPÃO, DEVE-SE MISTURAR:

- A) CH_3COOH e H_2SO_4
- B) NH_4OH e KOH
- C) CH_3COOH e $\text{CH}_3\text{COO}^-\text{Na}^+$
- D) KOH e NaCl
- E) CH_3COOH e NH_4OH

GABARITO

1. (Udesc/2009): "Chuva ácida" é um termo que se refere à precipitação, a partir da atmosfera, de chuva com quantidades de ácidos nítrico e sulfúrico maiores que o normal. Os precursores da chuva ácida vêm tanto de fontes naturais, tais como vulcões e vegetação em decomposição, como de processos industriais, principalmente emissões de dióxido de enxofre e óxidos de nitrogênio resultantes da queima de combustíveis fósseis.

O pH da água da chuva considerado normal é de 5,5 (devido à presença de ácido carbônico proveniente da solubilização de dióxido de carbono). Um químico monitorando uma região altamente industrializada observou que o pH da água da chuva era igual a 4,5.

Considerando que a acidez está relacionada com a concentração de H_3O^+ , é correto afirmar que a água com pH 4,5 era:

A alternativa "**D**" está correta.

Para resolver essa questão, precisamos lembrar que a escala de pH é logarítmica. Podemos calcular a concentração de H_3O^+ tanto para a água da chuva considerada normal (pH 5,5) como para a chuva de uma área fortemente industrializada (pH 4,5). Para isso, basta utilizar a fórmula $\text{pH} = -\log [\text{H}^+]$.

Para a chuva normal: $5,5 = -\log [\text{H}^+]$

Logo, $[\text{H}^+] = 10^{-5,5}$

Para a chuva da área industrializada: $4,5 = -\log [\text{H}^+]$

Logo, $[\text{H}^+] = 10^{-4,5}$

Sendo assim, a chuva com pH 4,5 é dez vezes mais ácida do que a normal.

2. Solução-tampão é uma solução que tem o efeito de manter o pH do meio aproximadamente constante, quando nele são introduzidos íons H_3O^+ ou OH^- . Para produzir uma solução-tampão, deve-se misturar:

A alternativa "**C**" está correta.

As soluções-tampão são constituídas por um ácido fraco (ou uma base fraca) e pelo sal do seu par conjugado. Sendo assim, para obter um sistema de tamponamento, devemos misturar CH_3COOH e $\text{CH}_3\text{COO}^-\text{Na}^+$.

CONCLUSÃO

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste tema, vimos que a ciência da Bioquímica tem como principal objetivo explicar, em termos moleculares, as estruturas, os mecanismos e os processos químicos compartilhados por todos os seres vivos. Apesar de sua aplicação em diversas áreas do conhecimento (área da saúde, ciências biológicas e área tecnológica), a preocupação final da Bioquímica é explicar a própria vida, sendo, por isso, tão multidisciplinar e fascinante.

Para ouvir um *podcast* sobre o assunto, acesse a versão online deste conteúdo.



REFERÊNCIAS

ATKINS, P. W.; JONES, L. **Princípios de Química**: questionando a vida moderna e o meio ambiente. 3. Ed. Porto Alegre: Bookman, 2006.

ESTEVES, F. A. **Fundamentos de Limnologia**. 3. ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2011.

JUNQUEIRA, L. C. U.; CARNEIRO, J. **Biologia Celular e Molecular**. 8. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2005

MURRAY, R. K.; GRANNER, D. K.; RODWELL, V. W. H. **Bioquímica ilustrada de Harper**. 27. ed. São Paulo: McGraw-Hill, 2007.

NELSON, D. L.; COX, M. M. **Lehninger**: princípios de Bioquímica. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2011.

SACKHEIM, G. I.; LEHMAN, D. D. **Química e Bioquímica para ciências farmacêuticas**. 8. ed. São Paulo: Manole, 2001.

PELTIER, S. *et al.* **Enhanced Oral Paclitaxel Bioavailability After Administration of Paclitaxel-Loaded Lipid Nanocapsule**. *Pharmaceutical Research*, v. 23, n. 6, p. 1243–1250, 2006.

SANTIAGO, J. C. C. *et al.* **Compostos orgânicos versus inorgânicos**: um estudo sobre as propriedades físico-químicas entre essas duas classes de compostos. *Enciclopédia Biosfera*, v. 11, n. 21, p. 2015-2636, 2015.

SOLOMONS, T. W. G.; FRYHLE, C. B. **Química Orgânica**. 10. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2012. v. 1 e 2.

VOET, D.; VOET, J. G.; PRATT, C. W. **Fundamentos de Bioquímica**: a vida em nível molecular. 4. ed. Porto Alegre: Artmed, 2014.

EXPLORE+

Para você que se interessou pelo universo da Bioquímica e deseja explorar um pouco mais o assunto, leia o artigo *Uma breve história da bioquímica, escrito por Rebeca Benkendorf e publicado pelo Jornal Momento Químico*.

Leia também sobre a origem vida no trabalho de Augusto Manineli e Daniel Santa Cruz Damineli, publicado em 2007 pela revista *Estudos Avançados*.

Sobre a condição vital, reflita sobre como podemos classificar os vírus lendo o artigo *Vírus: ser vivo ou não? Eis a questão!*, escrito por U. O. Meneguetti e Valdir Alves Facundo e publicado pela *Revista de Epidemiologia e Controle de Infecção* em 2014.

CONTEUDISTA

