

Coleção Química no Cotidiano
Volume 6

Lídia Moreira Lima
Carlos Alberto Manssour Fraga
Eliezer J. Barreiro

Química na Saúde

Coleção Química no Cotidiano
Volume 6

Química na Saúde

Lídia Moreira Lima

Carlos Alberto Manssour Fraga

Eliezer J. Barreiro



QUÍMICA PARA UM MUNDO MELHOR

São Paulo | Sociedade Brasileira de Química | 2010

**Projeto Comemorativo da Sociedade Brasileira de Química
Ano Internacional da Química-2011 (AIQ-2011)**

Coordenadores do projeto

Claudia Moraes de Rezende e Rodrigo Octavio Mendonça Alves de Souza

Editora-chefe

Claudia Moraes de Rezende

Revisores

Ana Carolina Lourenço Amorim, Joana Moraes de Rezende e Claudia Moraes de Rezende

Arte gráfica e editoração

Cabeça de Papel Projetos e Design LTDA (www.cabecadepapel.com)

Ilustrações

Henrique Persechini (henriquepersechini@gmail.com)

Ficha Catalográfica

Wanda Coelho e Silva (CRB/7 46) e Sandra Beatriz Goulart da Silveira (CRB/7 4168)

Universidade do Estado do Rio de Janeiro

L732q Lima, Lídia Moreira.

Química na saúde. / Lídia Moreira Lima, Carlos Alberto Manssour Fraga, Eliezer J. Barreiro. – São Paulo: Sociedade Brasileira de Química, 2010.

68p. il. - (Coleção Química no cotidiano, v. 6)

ISBN 978-85-64099-07-4

1. Química. 2. Saúde. I. Fraga, Carlos Alberto Manssour. II. Barreiro, Eliezer J. III. Título. IV. Série

CDD 540

547

CDU 54

547

Todos os direitos reservados – É proibida a reprodução total ou parcial, de qualquer forma ou por outro meio.

A violação dos direitos de autor (Lei nº 5.988/73) é crime estabelecido pelo artigo 184 do Código Penal.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia de Fármacos e Medicamentos (INCT-INOFAR, www.inct-inofar.ccs.ufrj.br/), ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq, www.cnpq.br/) e a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro (FAPERJ, www.faperj.br/).

Apresentação

O livro “Química e Saúde” é de fácil compreensão e leitura agradável. Escrito em linguagem simples, direta e didática, será útil para estudantes e professores do Ensino Médio, por levar para a sala de aula um livro que trata a ciência de uma maneira muito atraente para os leitores. Com estrutura sequencial lógica, o livro aborda o tema saúde através da química, desde a fecundação do óvulo pelo espermatozoide aos fármacos de última geração usados no tratamento de doenças e, em muito, responsáveis pelo aumento da longevidade de homens e mulheres.

Bem elaborado e muito bem ilustrado, “Química e Saúde” é uma viagem pelo mundo das moléculas. Os autores mostram que com apenas quatro moléculas, como blocos de construção, os desoxirribonucleotídeos adenina, timina, citosina e guanina, simbolizados pelas letras **A, T, C e G**, que se agrupam em pares em bilhões de degraus de uma escada em espiral, são formados os DNAs que diferem de indivíduo para indivíduo, o que nos torna únicos no planeta. O DNA é alfabeto genético da vida.

Ansiedade e prazer são sensações complexas que também podem ser analisadas pela ótica das fórmulas químicas. Uma das razões que faz o chocolate ser tão consumido por crianças e adultos é que ele aumenta a produção no cérebro do neurotransmissor serotonina, que está associado à

sensação de prazer. O mesmo pode ser dito das endorfinas, neuropeptídeos produzidos no cérebro em resposta a atividades físicas.

Daí os atletas estarem quase sempre bem dispostos e alegres durante as competições esportivas.

Ao lerem o livro, os leitores saberão o que são moléculas salva-vidas e por que farmacêuticos e químicos têm que estudar tanto para se dedicarem à descoberta de novos fármacos.

Parabéns aos autores que, ao se dedicarem à elaboração do livro “Química e Saúde”, contribuem com seu conhecimento científico para a formação de estudantes e professores do Ensino Médio no Brasil. Que o exemplo de Lídia, Manssour e Eliezer seja seguido por outros pesquisadores brasileiros. Ao fazerem isto estão colocando a ciência em prol da educação. De todo bom cientista se exige uma redação limpa e livre de jargões. Fazer se entender com simplicidade é uma arte e demonstração de conhecimento sólido. Os autores, com o livro “Química e Saúde”, atingiram seus objetivos.

Angelo C. Pinto

Professor Titular

UFRJ

Sobre os autores



Lídia Moreira Lima

É farmacêutica formada pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ, 1994). Possui Título de Doutor em Ciências pela UFRJ (1997) e Pós-Doutoramento pela Universidade de Navarra (UNAV, Pamplona, Espanha). É professora adjunta da Faculdade de Farmácia da UFRJ, lecionando em disciplinas de graduação e pós-graduação na área da Química Medicinal. É bolsista de produtividade do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), Jovem Cientista do Nossa Estado da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro (FAPERJ) e atual Secretária da Sociedade Brasileira de Química Regional do Rio de Janeiro (SBQ-Rio, www.uff.br/sbqrrio/). Orienta estudantes de iniciação científica, mestrado e doutorado na especialidade da Química Medicinal, em projetos de pesquisa que visam contribuir para a descoberta de novos fármacos de classes terapêuticas diversas, a exemplo dos antiinflamatórios, antiasmáticos, antineoplásicos, antivirais e antiparasitários.

*Universidade Federal do Rio de Janeiro, Centro de Ciências da Saúde, Laboratório de Avaliação e Síntese de Substâncias Bioativas (LASSBio®, <http://www.farmacia.ufrj.br/lassbio/>), Bloco B subsolo. CAIXA POSTAL: 68024, CEP: 21944-970, Rio de Janeiro, Brasil
lidia@pharma.ufrj.br*



Eliezer J. Barreiro

É nascido em Botafogo, bairro da Cidade do Rio de Janeiro, em maio de 1947. É farmacêutico formado em 1971, pela Universidade Federal do Rio de Janeiro e Mestre em Ciências em Química de Produtos Naturais pelo Centro de Pesquisas de Produtos Naturais (atual Núcleo de Pesquisas de Produtos Naturais) da mesma Universidade Federal do Rio de Janeiro, em 1973. Concluiu o doutorado em Ciências de Estado (Docteur-Ès-Sciences d'État), especialidade em Chimie Médicale na Université Scientifique et Médicale de Grenoble (depois Université Joseph Fourier), França, em 1978, tendo tido como orientadores os Professores Benjamin Gilbert (UFRJ) e Pierre Crabbé (USMG), no mestrado e no doutorado, respectivamente. É Professor Titular da Universidade Federal do Rio de Janeiro, desde 1986. Publicou mais de 210 artigos em periódicos especializados e indexados, incluindo artigos de revisão (e.g. com > 100 citações). Agraciado com a comenda Grã-Cruz da Ordem Nacional do Mérito Científico (2010), membro titular da Academia Brasileira de Ciências (2005) e pesquisador IA do CNPq. Autor do livro Química Medicinal: as Bases moleculares da ação dos fármacos.



Carlos Alberto Manssour Fraga

É farmacêutico, formado pela Faculdade de Farmácia da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) em 1988, Mestre (1991) e Doutor (1994) em Química Orgânica pelo Instituto de Química da UFRJ. Atualmente é Professor Associado da Faculdade de Farmácia da UFRJ, onde desde 1992 atua como docente. É orientador do quadro permanente dos Programas de Pós-Graduação em Química Orgânica do Instituto de Química da UFRJ e de Pós-Graduação em Farmacologia e Química Medicinal do Instituto de Ciências Biomédicas da UFRJ, por onde já orientou mais de 30 teses e dissertações na área da Química Medicinal. Pesquisador 1C do CNPq desde março de 2004 e Cientista do Nossa Estado da FAPERJ, contribuiu como autor/inventor de mais de 130 artigos científicos em periódicos internacionais indexados e 15 patentes nacionais e internacionais na área de fármacos. Desenvolve suas atividades de pesquisa no Laboratório de Avaliação e Síntese de Substâncias Bioativas (LASSBio) da UFRJ, atuando nas áreas de Química Farmacêutica Medicinal, Síntese e Tecnologia Químico-Farmacêutica de protótipos bioativos candidatos a fármacos.

Prefácio

A obra “Química na Saúde” faz parte de uma série de livros de divulgação comemorativos do Ano Internacional da Química-2011 (www.quimica2011.org.br/), organizados pela Sociedade Brasileira de Química (SBQ, www.s bq.org.br/).

Tem como público alvo estudantes do nível médio e, como objetivo, incentivar o interesse e o aprendizado de Química, através da demonstração da importância vital de processos e moléculas químicas para a vida humana, desde sua concepção até a chegada à terceira idade.

Os autores

Índice

1. Fecundação e formação do genoma	17
2. Cordão umbilical e aleitamento materno	20
3 Moléculas que alimentam	22
4. Moléculas energéticas	38
5. Moléculas higienizadoras	42
6. Moléculas da sexualidade	49
7. Moléculas da ansiedade, bem-estar, alegria e sono	55
8. Moléculas salva-vidas	58
9. Considerações finais	65
10. Referências	66

1

Fecundação e formação do genoma

A vida humana se inicia a partir do processo de fecundação, quando o espermatozoide (**A**) penetra o ovócito (**B**). Esse processo é facilitado através de uma reação química conhecida por hidrólise (*i.e.* reação de quebra de uma ligação química por adição de molécula de água). Essa reação é catalisada por enzimas liberadas pelos espermatozoides, que rompem a barreira química existente sobre a membrana dos ovócitos (*i.e.* gameta feminino), permitindo sua fusão com a membrana do gameta masculino (*i.e.* espermatozoide), dando origem a uma nova célula (*i.e.* o zigoto ou embrião) (**C**) (Figura 1).

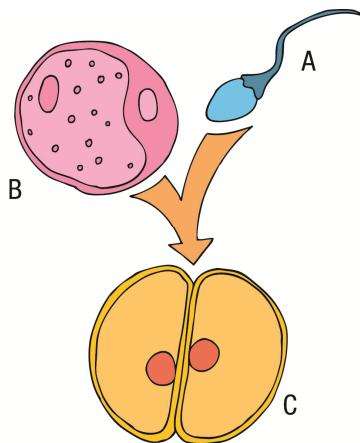


Figura 1- Representação da fecundação humana

Todos os seres vivos são formados por células e cada célula contém seus componentes genéticos próprios, representados pelo ADN ou ácido desoxirribonucleico. Assim, as características físicas do novo indivíduo (*e.g.* cor da pele e olhos, estatura, tipo e cor de cabelo) (Figura 2), formado como foi descrito no parágrafo anterior, são determinadas através das informações codificadas em seu ADN (*i.e.* em seu genoma). O ADN é uma substância química formada a partir de ligações múltiplas e ordenadas, entre quatro tipos de blocos de construção, denominados desoxirribonucleotídeos, simbolizados por quatro letras: A, T, C e G, as quais se repetem milhões de vezes formando uma cadeia de ADN (D) (Figura 3).



Figura 2- Representação da diversidade das características físicas dos indivíduos.

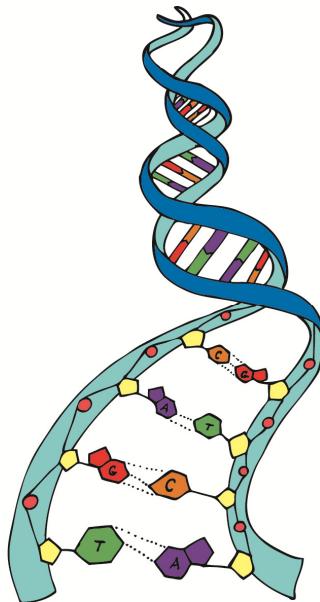


Figura 3- Ácido desoxirribonucleico.

Logo, um novo genoma se origina pela fecundação. As células sexuais (*i.e.* espermatozoide e ovócito) possuem apenas metade do genoma do indivíduo. Essa metade não é nem masculina nem feminina, mas uma combinação delas.

No ser humano, as combinações possíveis são da ordem de 3 bilhões elevado ao quadrado! Portanto, a probabilidade de repetir uma combinação é praticamente nula, o que faz com que cada indivíduo possua uma seqüência única de ADN, o que o torna igualmente único.

2

Cordão umbilical e aleitamento materno

Enquanto o novo ser está em formação, sabemos que o cordão umbilical é a ligação entre o bebê e a placenta. O cordão umbilical é constituído de duas artérias e uma veia, onde as artérias levam o sangue com impurezas do bebê para que faça trocas com o organismo da mãe (Figura 4). A placenta possibilita que os nutrientes cheguem da mamãe ao bebê, e também que as trocas gasosas sejam feitas, permitindo suprimento de oxigênio (O_2) (gás químico essencial à vida na terra) e a remoção de gás carbônico (CO_2).



Figura 4- Representação do cordão umbilical.

Após o nascimento, a alimentação do bebê é feita através do aleitamento materno (Figura 5). O leite materno é um alimento completo e saudável, rico em água e compostos químicos de várias classes, tais como carboidratos, proteínas, gorduras e vitaminas, contendo, ainda, anticorpos e glóbulos brancos, que servem para a defesa do bebê.



Figura 5- O aleitamento materno é fundamental para a saúde do bebê.

3

Moléculas que alimentam

Nosso crescimento, saúde e bem-estar são dependentes de uma alimentação saudável (Figura 6).

As frutas e os vegetais, sementes e grãos, laticínios e carnes são tipos de alimentos. Cada qual é constituído por um ou mais nutrientes, tais como as vitaminas, carboidratos, lipídeos (gorduras), proteínas, sais minerais e água, que são substâncias químicas essenciais ao bom funcionamento de nosso organismo. Vamos falar um pouco sobre cada uma delas de agora em diante.



Figura 6- Saúde e bem-estar são dependentes de uma alimentação saudável.

Os carboidratos também são conhecidos como açúcares. São substâncias químicas constituídas pelos elementos carbono, hidrogênio, e oxigênio, dando origem à classe de compostos orgânicos, comuns na natureza, representada pelos açúcares simples, o amido e a celulose (Figura 7). Eles possuem, como principal função biológica, o fornecimento de energia.



Figura 7- A presença dos carboidratos na nossa alimentação.

O amido é um produto de reserva nutritiva vegetal, encontrado em raízes do tipo tuberosa (mandioca, batata doce, cará), caules do tipo tubérculo (batatinha), frutos e sementes (Figura 8). Constitui um polímero de glicose (mais ou menos 1400 unidades de glicose), unidas através de ligações químicas, chamadas de ligação glicosídica (Figura 9).



Figura 8- Exemplos de alimentos ricos em carboidrato

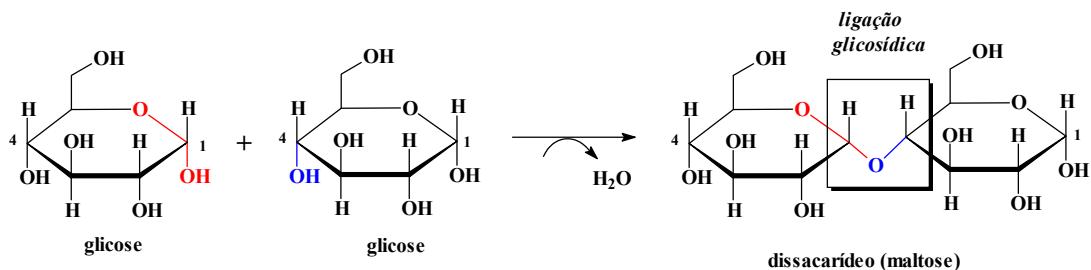


Figura 9- Ilustração esquemática da formação de uma ligação glicosídica a partir da ligação química entre 2 moléculas de glicose.

As proteínas são macromoléculas, também de natureza orgânica, formadas pela sequência de vários aminoácidos, unidos por ligações peptídicas. Ou seja, uma ligação química entre o grupo amino (RNH_2) de uma molécula com o grupo carboxila ($\text{R}_1\text{CO}_2\text{H}$) de outra molécula, resultando na formação de um grupo amida (RNHCOR_1) e na liberação de uma molécula de água (H_2O) (Figura 10). Elas possuem diversos papéis no nosso organismo, desempenhando várias funções, como a estrutural (o colágeno, por exemplo), hormonal, enzimática e imunológica, entre outras. As proteínas constituem o principal componente dos tecidos estruturais a exemplo da pele, também sendo encontradas em outros tecidos conjuntivos como tendões e ligamentos. As principais fontes de proteínas são carnes, peixes, ovos e laticínios, podendo ser encontradas também em alimentos vegetais: alguns grãos, sementes e cereais (Figura 11).

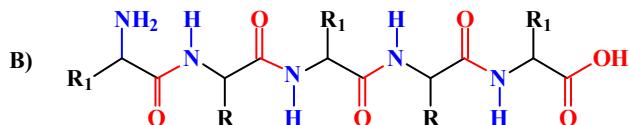
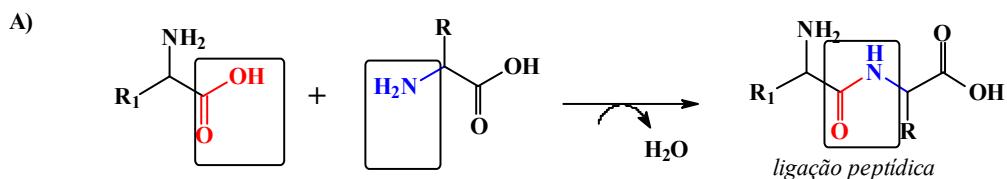


Figura 10- Formação da ligação peptídica (A). Estrutura genérica de um peptídeo (B)

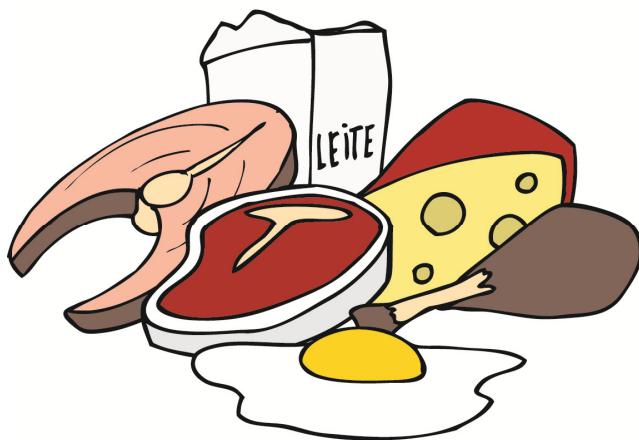


Figura 11- Exemplos das principais fontes de proteínas.

As proteínas são consumidas pelo organismo e formam, através do metabolismo, aminoácidos e pequenos peptídeos, por ação de enzimas chamadas proteases, presentes no intestino. Os aminoácidos são moléculas orgânicas formadas pela ligação química entre um grupo carboxila (CO_2H), um carbono alfa ($\text{C}\alpha$) e um grupo amino (NH_2) (Figura 12). Eles são transformados quimicamente, a fim de serem utilizados como fonte de energia, convertidos em uréia (a forma em que os aminoácidos não utilizados são eliminados) ou podem funcionar como substrato para a síntese de outras proteínas (Figura 13).

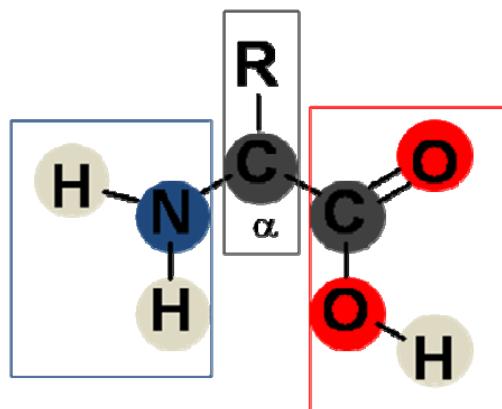


Figura 12- Estrutura geral de um aminoácido.

Quadrante em azul destaca a presença do grupo amino (NH_2) e quadrante em vermelho do grupo carboxila (CO_2H), separados através do carbono- α .

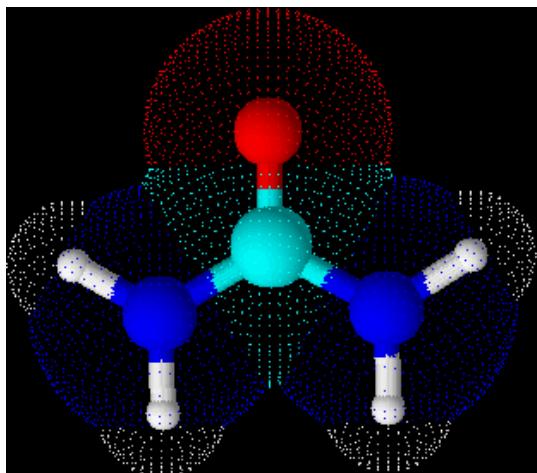


Figura 13- Estrutura 3D da ureia. Vermelho = Oxigênio (O); Azul = Nitrogênio (N); Ciano = Carbono (C); Branco = Hidrogênio (H)

Uma proteína pode conter milhares de aminoácidos. Sua sequência é determinada pela informação genética que está contida no genoma de cada ser vivo, isto é, de seu ADN.

A insulina é uma proteína sintetizada em humanos e outros mamíferos a partir da reação de hidrólise, catalisada por enzimas proteolíticas (que quebram as ligações peptídicas), sobre o substrato proinsulina. Possui como principal papel fisiológico o controle dos níveis de glicose (açúcar) sanguíneo. A falta de insulina ou a resistência a ela é o fator responsável pelo aparecimento do diabetes tipo 1 e 2 (Figura 14).

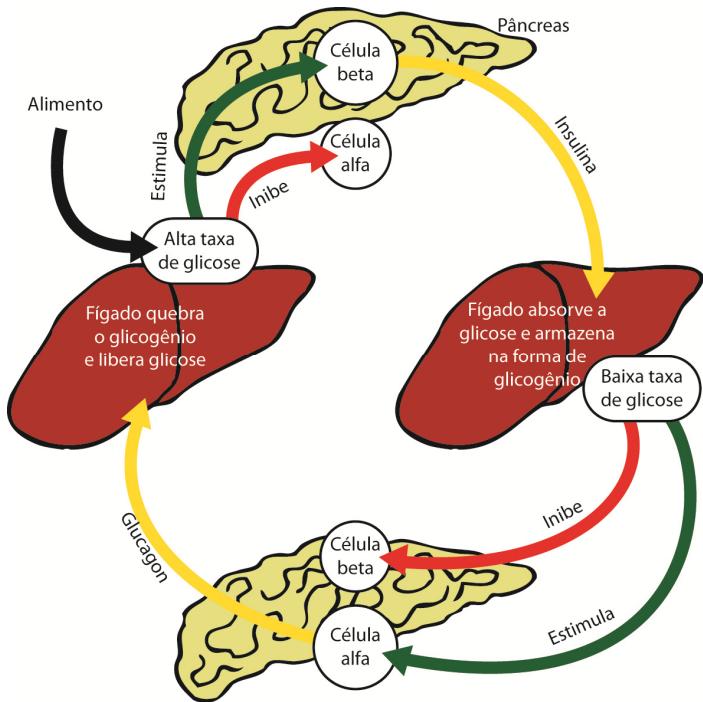


Figura 14- Ilustração sobre o metabolismo da glicose no organismo e a presença da insulina.

A hemoglobina (Hb) é outro exemplo de proteína do sangue que exerce um papel vital em nosso organismo. Trata-se de uma proteína que contém ferro (*i.e.* metaloproteína) e está presente nos glóbulos vermelhos. Ela se liga a uma molécula essencial à vida na Terra, que é o oxigênio atmosférico (O_2). O oxigênio inspirado ou absorvido (via respiração cutânea, que não ocorre nos seres humanos) se liga ao átomo de Ferro (Fe) da

hemoglobina, formando um complexo conhecido por oxiemoglobina (HbO_2). Nessa forma, o oxigênio é transportado e, posteriormente, liberado aos diferentes tecidos que recebem irrigação de vasos sanguíneos, assegurando sua oxigenação e sobrevida (Figura 15).

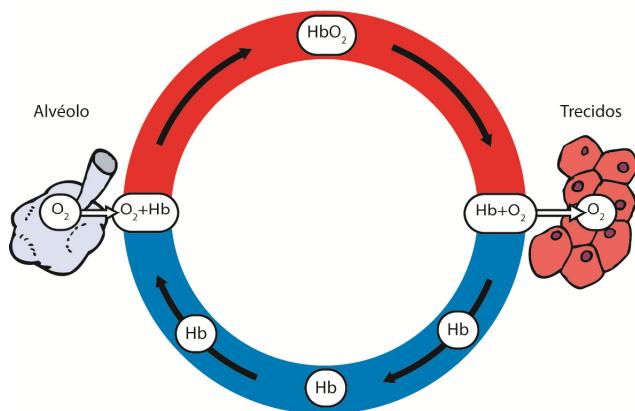


Figura 15- Ilustração sobre a fixação do oxigênio no organismo na presença da hemoglobina.

Os lipídeos são biomoléculas compostas por átomos de carbono (C), hidrogênio (H) e oxigênio (O). São fisicamente caracterizados por serem insolúveis em água e solúveis em solventes orgânicos. Essa característica hidrofóbica, ou de baixa solubilidade em água, faz com que os lipídeos estabeleçam uma interface importante entre o meio interno e externo da célula.

Os lipídeos podem ser classificados em óleos (substâncias insaturadas) e gorduras (substâncias saturadas), e são encontrados em alimentos de origem vegetal e animal (Figura 16).

Entende-se por substância insaturada todo e qualquer composto químico que contenha, em sua estrutura, uma ou mais ligações do tipo dupla ($C=C$) ou tripla ($C\equiv C$). A presença dessas ligações confere à estrutura do composto um arranjo característico, dificultando as interações intermoleculares (*i.e* forças que mantém as moléculas de um determinado composto unidas entre si). A organização dessas moléculas é de grande importância para a flexibilidade (fluidez) das membranas celulares. Por outro lado, as interações são mais favorecidas em compostos saturados, cuja estrutura química é constituída por ligações simples ($C-C$). Por esse motivo, as gorduras têm uma consistência mais rígida.

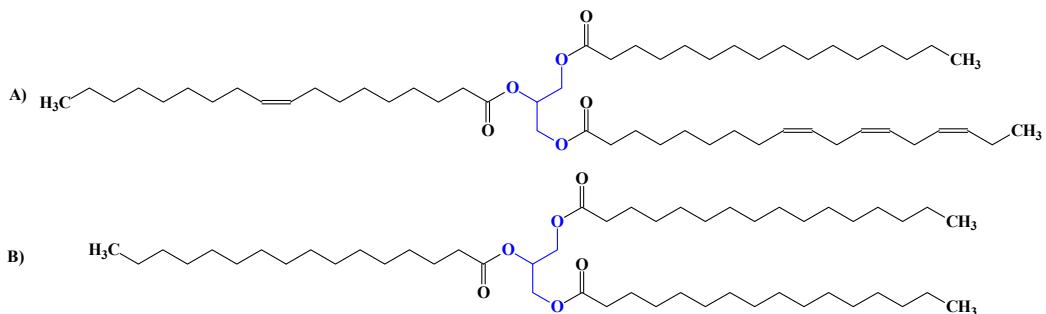


Figura 16- Exemplo de um lipídeo ou triglicerídeo insaturado (A) e saturado (B)

Alguns alimentos ricos em lipídeos são: manteiga, margarina, abacate, frituras, doces, biscoitos recheados, carnes gordas, queijo amarelo, leite integral, requeijão e embutidos (Figura 17). São importantes fontes energéticas e contribuem na composição da membrana plasmática das células.

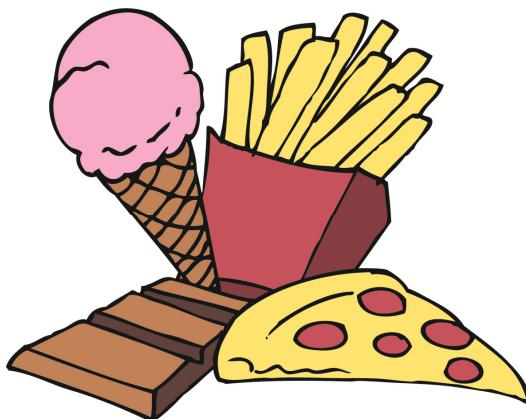


Figura 17- Exemplos de alimentos ricos em lipídeos.

Os sais minerais são elementos químicos presentes na tabela periódica, essenciais ao organismo humano (Figura 18). A ingestão de cálcio (Ca) e fósforo (P) é essencial para a formação do esqueleto e dos dentes. O consumo adequado de ferro (Fe), iodo (I), flúor (F) e zinco (Zn) evitam e previnem o surgimento de doenças como a anemia ferropriva (tipo mais comum), o bôcio, as cáries e os resfriados, respectivamente.

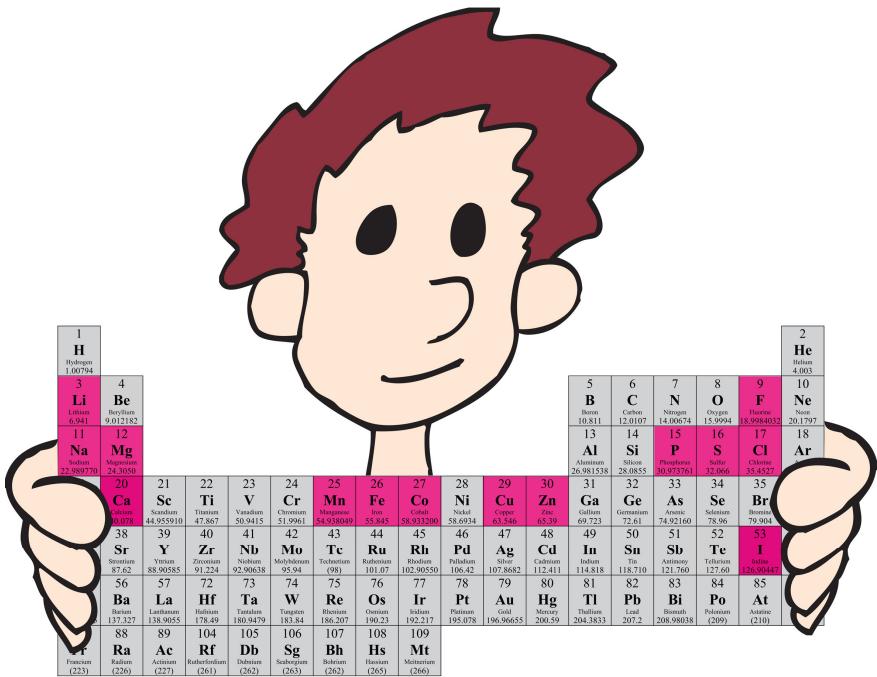


Figura 18- Ilustração da tabela periódica e dos sais minerais.

O excesso de alguns minerais em nosso organismo está relacionado ao aparecimento de algumas enfermidades, a exemplo da hipertensão (popularmente conhecida como pressão alta) provocada pelo excesso na ingestão diária do sódio (Na).

As frutas constituem a principal fonte de sais minerais e devem ser consumidas com regularidade.

As vitaminas, assim como os sais minerais, são compostos químicos essenciais ao bom funcionamento do organismo. Podem ser lipossolúveis (quando solúveis em lipídeos, absorvidas pelo intestino e transportadas pelo

sistema linfático) ou hidrossolúveis (quando solúveis em água, absorvidas pelo intestino e transportadas pelo sistema circulatório). A falta de vitaminas no organismo provoca doenças denominadas avitaminoses e o excesso provoca problemas chamados hipervitaminoses. Observe, então, que ingerir vitaminas em excesso pode não ser saudável. As frutas e os legumes são as principais fontes de vitaminas (Figura 19).

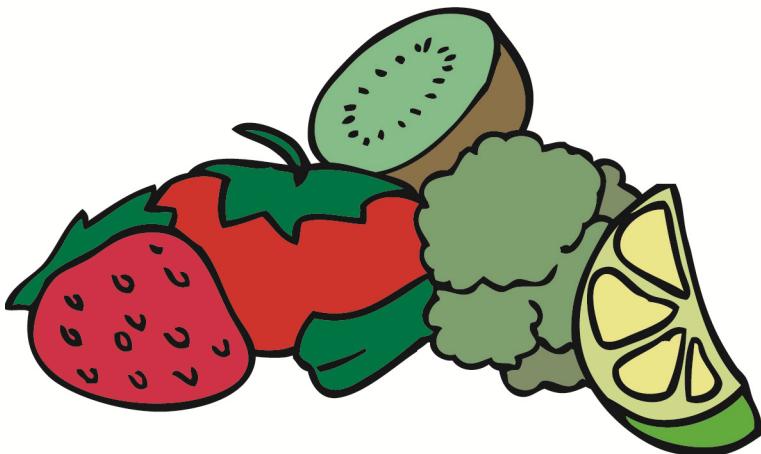


Figura 19- Exemplos de alimentos ricos em vitaminas.

Diferente das demais vitaminas, o calciferol ou vitamina D é raramente obtido a partir da dieta (com exceção para a dieta rica em óleo de fígado de bacalhau). Ela é sintetizada em nosso organismo através de um processo químico conhecido por fotorradiiação. Nesse processo, a luz solar converte o colesterol em vitamina D (Figura 20). Essa vitamina atua como um hormônio

que mantém as concentrações de cálcio (Ca) e fósforo (P) no sangue, através do aumento ou diminuição da absorção desses minerais no intestino delgado. A vitamina D também regula o metabolismo ósseo e a deposição de cálcio nos ossos. Sua deficiência provoca raquitismo em crianças e osteoporose em adultos.

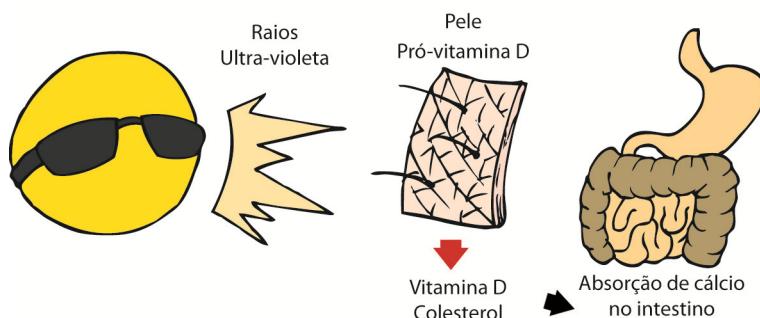


Figura 20- Ilustração sobre o processo de absorção da vitamina D e do Ca no organismo.

A vitamina C ou ácido ascórbico (Figura 21) é vital para o funcionamento das células, e isso é particularmente evidente no tecido conjuntivo, durante a formação do colágeno, a proteína que dá resistência aos ossos, dentes, tendões e paredes dos vasos sanguíneos. Ela atua junto (isto é, ela funciona como cofator) com duas enzimas essenciais na produção do colágeno: a lisil e a prolil-hidroxilases, que catalisam a reação de hidroxilação [*i.e.* a inserção de um grupo hidroxila (OH)] de resíduos dos

aminoácidos prolina e lisina, presentes nas cadeias polipeptídicas que constituem a proteína colágeno. Essas modificações permitem a formação e estabilização do colágeno na forma de tripla hélice (como uma trança). A lisil e a prolij-hidroxilase são enzimas férricas. A vitamina C, como cofator, previne a oxidação do ferro e, portanto, protege as enzimas contra a autoinativação.

A vitamina C é obtida principalmente a partir do consumo de frutas cítricas e exerce importante ação antioxidante (*i.e.* impede a oxidação de outras substâncias químicas). É, portanto, utilizada pela indústria alimentícia como conservante e acidulante, e pela indústria farmacêutica como fármaco, na prevenção de resfriados e de danos celulares e teciduais ocasionados pela formação de radicais livres.

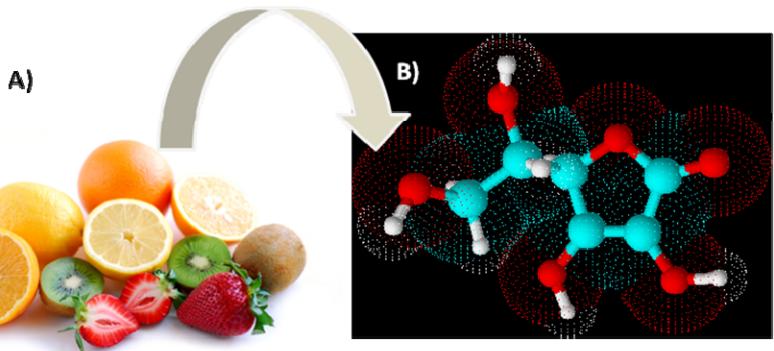


Figura 21- A) Fontes de vitamina C; B) Estrutura 3D do ácido ascórbico (Vitamina C). Vermelho = Oxigênio (O); Ciano = Carbono (C); Branco = Hidrogênio (H)

Embora os carboidratos, as proteínas, os lipídeos, os sais minerais e as vitaminas sejam moléculas essenciais à saúde, o consumo exagerado desses nutrientes pode ser danoso ao nosso organismo. O excesso no consumo de carboidratos ou açúcares, por exemplo, contribui para o surgimento da obesidade (Figura 22) e do diabetes, doença metabólica caracterizada por um aumento anormal de glicose ou açúcar no sangue.

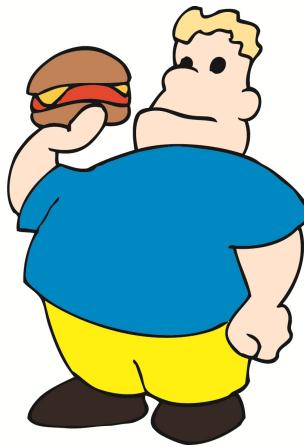


Figura 22- Ilustração sobre a obesidade e a alimentação incorreta.

4

Moléculas energéticas

As atividades físicas realizadas durante a infância, adolescência, vida adulta ou na terceira idade precisam de energia (Figura 23). Para obter energia, nosso organismo recorre primeiro aos carboidratos (açúcares) e, posteriormente, aos lipídeos. Por essa razão, a prática regular de exercícios físicos, leva, entre outros benefícios, à perda de gordura, através da reação química conhecida por lipólise, e consequentemente à perda de peso, contribuindo para evitar a obesidade.



Figura 23- As atividades físicas são vitais em todas as fases da vida.

Nossas células obtêm energia através de reações químicas que envolvem as macromoléculas orgânicas (*i.e.* carboidratos, lipídeos e proteínas), resultando na obtenção de moléculas menores e na formação de gás carbônico, água e energia (por reação de quebra oxidativa). A energia liberada é armazenada nas células através de substâncias intermediárias de alta energia, como a adenosina trifosfato ou ATP. O ATP é formado pela união de uma base (*i.e.* adenina) e um açúcar (*i.e.* ribose), quimicamente ligado a três radicais fosfato (Figura 24).

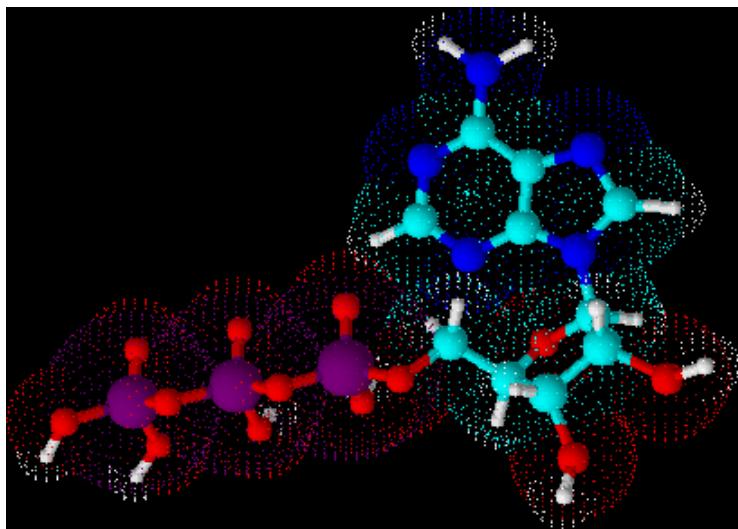


Figura 24- Estrutura 3D do ATP. Roxo= Fósforo (P) Vermelho = Oxigênio (O); Azul = Nitrogênio (N); Ciano = Carbono (C); Branco = Hidrogênio (H)

Atividades cotidianas importantes, como andar e estudar, demandam consumo de energia e sinalizam a necessidade da célula em utilizar ATP, que através da transferência de um grupo fosfato para outra substância química, libera energia (Figura 25).



Figura 25- O bom rendimento nos estudos depende de uma boa alimentação como fonte de energia.

5

Moléculas higienizadoras

Ao lado das substâncias químicas endógenas (aqueles que o próprio corpo produz) e das obtidas através da dieta ou da respiração, que exercem papel vital na composição, manutenção e regulação dos tecidos e órgãos, várias outras exógenas exercem papel central na saúde e bem-estar dos seres humanos.

A higiene, em seu sentido mais comum, significa limpeza, asseio (Figura 26). Num sentido mais amplo, compreende todos os hábitos e condutas que auxiliam a prevenir doenças, manter a saúde e o bem-estar dos indivíduos, sendo uma prática de grande benefício para os seres humanos.

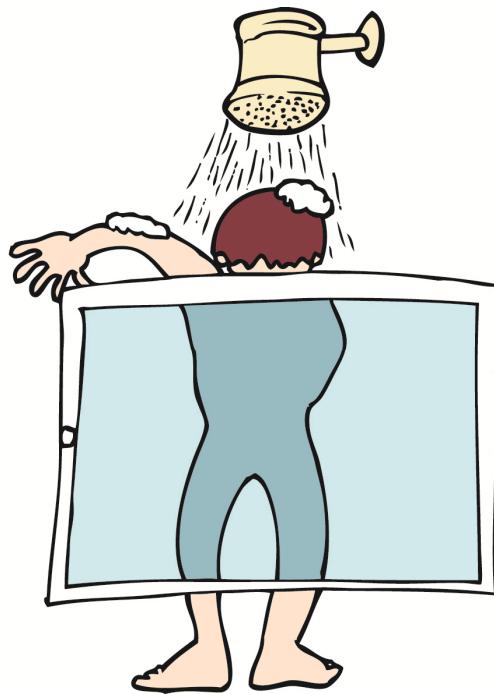


Figura 26- A higiene é um hábito fundamental na prevenção de doenças.

Atividades comuns como tomar banho, lavar as mãos e escovar os dentes são hábitos saudáveis, que preservam a saúde do corpo e dos dentes, mas que somente são possíveis pelo uso de substâncias químicas e seus produtos, a exemplo da água, sabonete, pasta de dentes e xampu, entre outros.



Figura 27- Você se lembra do “Castelo Rá-tim-bum: lava uma, lava a outra mão...”?

O sabão, por exemplo, é um produto industrializado obtido a partir da reação química entre uma base forte (e.g. NaOH) e um ácido graxo, existente em óleos ou gorduras, num processo conhecido por saponificação (Figura 28). É um sal de ácido carboxílico e, por possuir uma longa cadeia carbônica em sua estrutura molecular, o sabão é capaz de se solubilizar tanto em meios polares (como a água) quanto em meios apolares (como a gasolina). Por isso, é capaz de carregar a gordura quando se lava a louça com água. É

também utilizado como matéria-prima para a fabricação de sabonetes, que são considerados sabões neutros, e que contêm glicerina, óleos, perfumes e corantes.

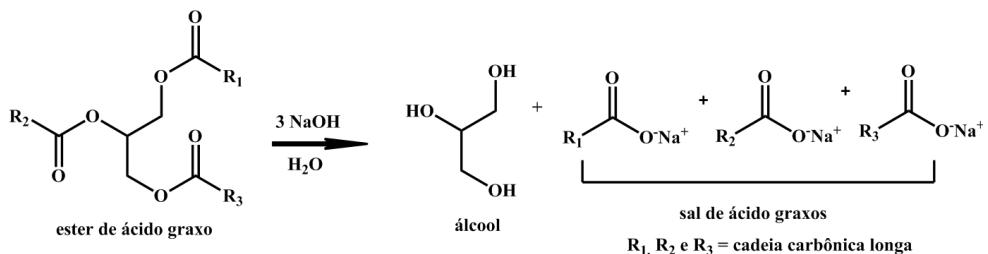


Figura 28- Ilustração do processo de saponificação

A pasta de dente utilizada em conjunto com a escova de dente tem um papel importante na higiene bucal (Figura 29). Ela ajuda na prevenção da cárie e da placa bacteriana. É constituída por uma mistura de compostos químicos, a exemplo de peroxidifosfato, bicarbonato de sódio e opcionalmente um agente provedor de flúor.



Figura 29- A escovação dos dentes ajuda na prevenção da cárie e da placa bacteriana.

Os fios dentais são armas poderosas contra as cáries e as placas bacterianas (Figura 30). Eles são constituídos de várias fibras sobrepostas de náilon (do inglês: *nylon*), nome genérico dado à classe química das poliamidas, um polímero sintético. Sobre essas fibras é possível adicionar outras substâncias químicas, produzindo as versões de fios dentais encerados e com sabores.

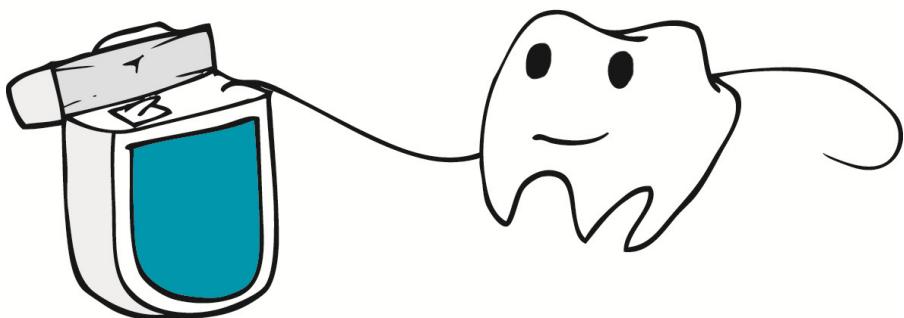


Figura 30- O fio dental é uma arma poderosa para a higiene bucal e deve ser usado diariamente.

Outro tipo de molécula higienizadora são os antissépticos, substâncias utilizadas no sentido de degradar ou inibir a proliferação de microrganismos presentes na superfície da pele e nas mucosas. São usados para desinfetar ferimentos, evitando ou reduzindo o risco de infecção por ação de bactérias ou germes. Um dos antissépticos mais utilizados é o etanol hidratado. O etanol, também conhecido como álcool etílico ($\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$) ou popularmente como “álcool”, é uma substância química – constituída por ligações entre átomos de carbono (C), hidrogênio (H) e oxigênio (O) (Figura 31) – frequentemente obtida pela fermentação de açúcares. O álcool a 70% (*i.e.* mistura hidroalcoólica com 30% água), oferece um amplo espectro de ação microbicida e é recomendado como medida de higienização diária das mãos.

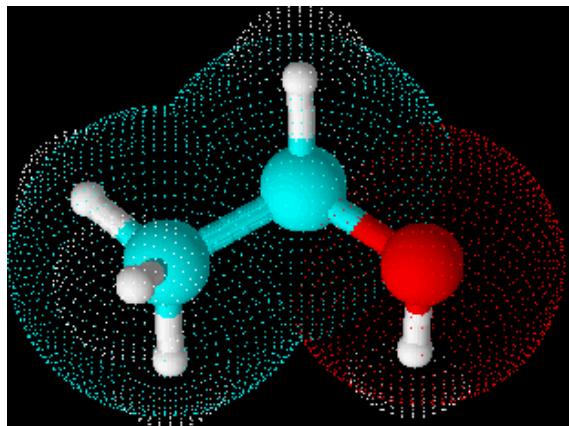


Figura 31- Estrutura 3D do álcool etílico (etanol). Vermelho = Oxigênio (O); Ciano = Carbono (C); Branco = Hidrogênio (H)

6

Moléculas da sexualidade

Na passagem da infância para a adolescência ocorre uma série de mudanças biológicas e fisiológicas que caracterizam a puberdade. Nessa fase, aparecem as características sexuais secundárias, tais como o desenvolvimento das glândulas mamárias (seios), o aparecimento de pelos na região pubiana e nas axilas, o surgimento de acnes (espinhas), entre outras (Figura 32). Essas mudanças são decorrentes da produção, nos ovários, de uma substância química denominada estrogênio. O estrogênio é um hormônio esteróide sintetizado nos ovários, a partir de uma série de transformações químicas sobre a estrutura do colesterol (Figura 33).

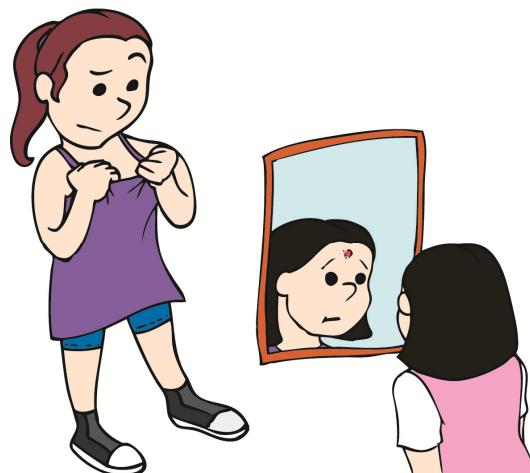


Figura 32- Imagens simbólicas da puberdade feminina.

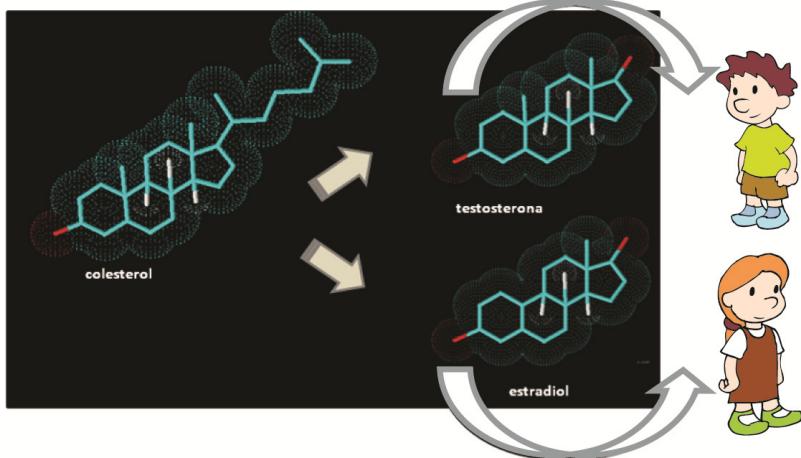


Figura 33- Estrutura 3D do colesterol e dos hormônios sexuais masculino (i.e. testosterona) e feminino (i.e. estradiol). Vermelho = Oxigênio (O); Azul = Nitrogênio (N); Ciano = Carbono (C); Branco = Hidrogênio (H)

A chegada da puberdade em indivíduos do sexo masculino é igualmente marcada por uma série de transformações fisiológicas que incluem: o aparecimento de pelos na região pubiana, axilas e rosto, mudanças da voz, o crescimento corporal e a primeira ejaculação (Figura 34). Essas transformações são igualmente dependentes da produção de um hormônio esteroide, denominado testosterona. A testosterona é sintetizada nos testículos, através de uma série de reações químicas, catalisadas por enzimas, sobre a estrutura do precursor colesterol (Figura 33).

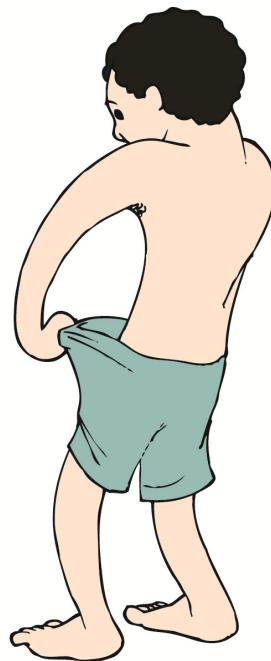


Figura 34- Imagem simbólica da puberdade masculina.

Com a chegada da sexualidade, a prática do sexo torna-se uma realidade e a química uma amiga constante do sexo seguro. O preservativo masculino (*i.e.* camisinha) é o método contraceptivo mais utilizado em todo o mundo (Figura 35). Seu uso evita a gravidez indesejada e reduz o risco de transmissão de diversas doenças sexualmente transmissíveis (DSTs), tais como a gonorreia, a sífilis e a AIDS. Ele é fabricado a partir de duas fontes: o látex (produto natural extraído de seringueiras, cuja composição é rica em compostos químicos da classe dos hidrocarbonetos, particularmente isopreno, conhecido como monômero da borracha) ou o poliuretano

(compostos químicos de elevada massa molecular, resultantes de reações químicas de polimerização entre unidades de diisocianato e polióis).

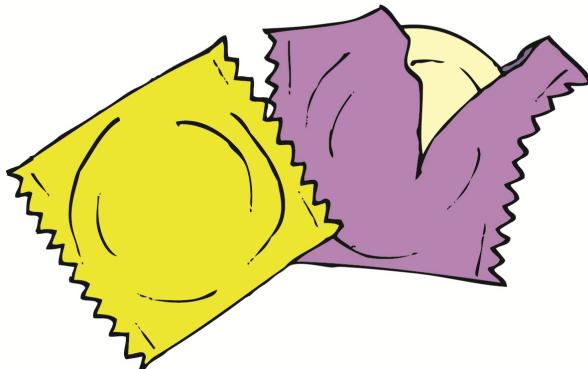


Figura 35- A camisinha é o método contraceptivo mais utilizado em todo o mundo.

Com o casamento, uma nova família é constituída. A decisão sobre o momento certo para a chegada do bebê pode ser planejada e a química tem um papel importante nessa etapa. Os preservativos (masculino ou feminino) e os anticoncepcionais orais são exemplos de produtos químicos, com propriedades contraceptivas que auxiliam no planejamento familiar (Figura 36).



Figura 36- O casal deve estar preparado para ter seu bebê no momento desejado. Os anticoncepcionais orais ajudam no planejamento familiar.

A progesterona é uma substância química relacionada às etapas de preparação e manutenção da gravidez. Ela é o segundo hormônio feminino, produzida a partir da puberdade pelos ovários e cujas funções biológicas principais incluem a preparação do útero para a etapa de implantação do embrião e das glândulas mamárias para um eventual processo de amamentação (Figura 37).

Uma vez ocorrida a fecundação, uma molécula típica e exclusiva da gravidez é formada, a gonadotrofina coriônica humana (hCG). O hCG é o principal marcador para os testes de gravidez. Trata-se de uma glicoproteína (proteína que contém unidades de açúcar) hormonal, cuja função é manter o corpo lúteo, que é uma estrutura temporária existente em mamíferos, e que está envolvida na produção de progesteronas e estrógenos no ovário durante o primeiro trimestre da gestação.

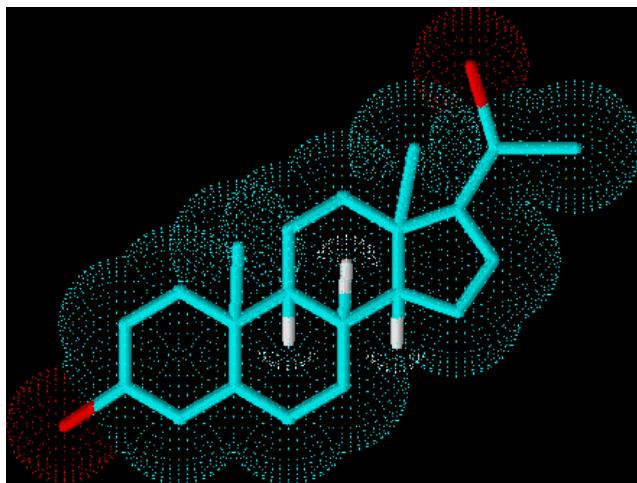


Figura 37- Estrutura 3D da progesterona, hormônio sexual feminino.

Vermelho = Oxigênio (O); Ciano = Carbono (C); Branco = Hidrogênio (H)

7

Moléculas da ansiedade, bem-estar, alegria e sono

Sentimentos como ansiedade e medo podem estar associados a anormalidades químicas no cérebro ou distúrbios hormonais. Os hormônios são substâncias químicas específicas, fabricadas pelo sistema endócrino (um conjunto de glândulas do organismo) ou por neurônios altamente especializados, que exercem efeitos em tecidos e em órgãos distantes do local em que foram produzidos.

Substâncias químicas estão frequentemente relacionadas ao sentimento de felicidade e alegria, a exemplo dos neurotransmissores serotonina (Figura 38) e endorfina. A endorfina (Figura 39), por exemplo, é uma substância química natural, da classe dos neuropeptídos, produzida pelo cérebro em resposta a atividade física, que confere ao indivíduo a sensação de prazer e bem-estar, além de possuir uma potente ação analgésica. Quatro tipos de endorfinas são sintetizadas no corpo humano: *alfa* (α), *beta* (β), *gama* (γ) e *sigma* (σ) endorfinas. As quatro têm diferentes números (16 a 31) e tipos de aminoácidos em sua estrutura peptídica.

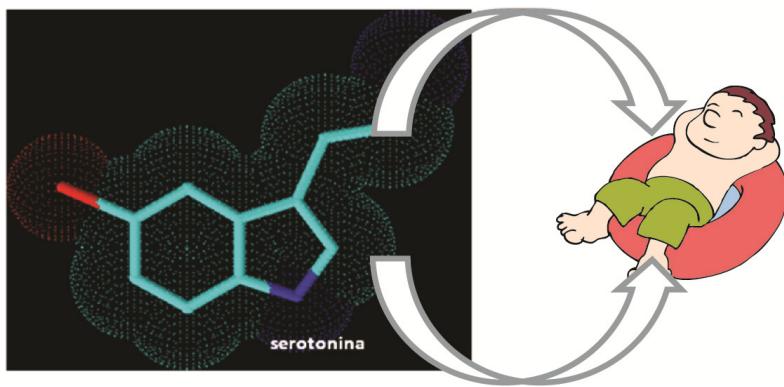


Figura 38- Estrutura 3D da serotonina, hormônio do bem-estar. Vermelho = Oxigênio (O); Azul = Nitrogênio (N); Ciano = Carbono (C); Branco = Hidrogênio (H)

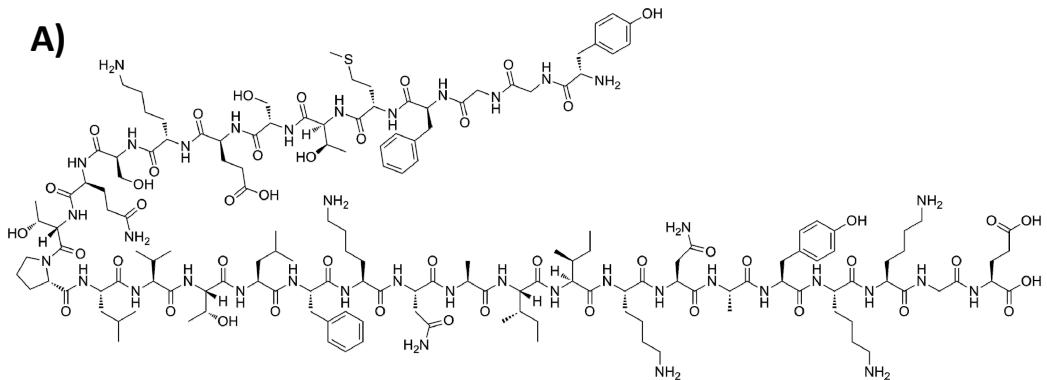


Figura 39- Estrutura 2D da endorfina (A) e sua sequência primária de aminoácidos (B).

A melatonina é um neuro-hormônio endógeno, que tem como principal função regular o sono (Figura 40). Ela é produzida a partir de um aminoácido chamado triptofano, normalmente ingerido numa alimentação equilibrada, que é quimicamente transformado em serotonina, e essa convertida à melatonina (Figura 41).

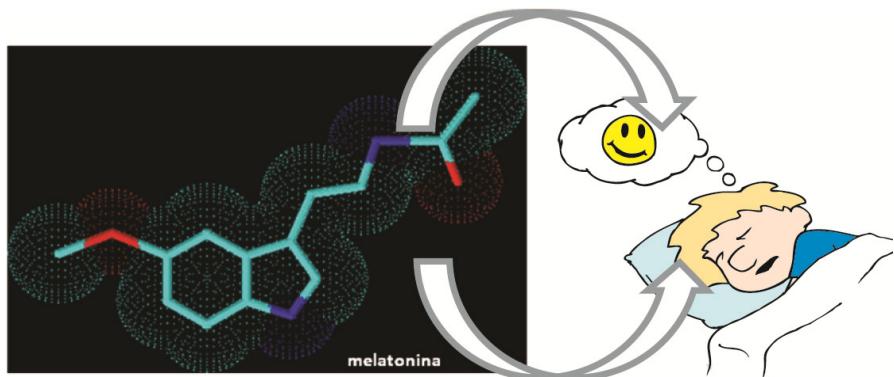


Figura 40- Estrutura 3D da melatonina, hormônio do sono. Vermelho = Oxigênio (O); Azul = Nitrogênio (N); Ciano = Carbono (C); Branco = Hidrogênio(H).

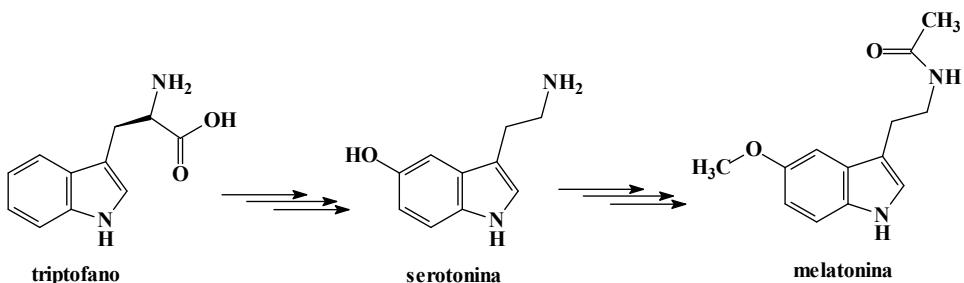


Figura 41- Obtenção da melatonina a partir do aminoácido triptofano e do intermediário serotoninina.

8

Moléculas salva-vidas

Ao longo de todas as etapas da vida humana, o indivíduo está sujeito a adquirir várias doenças, de grau e intensidade variáveis, que são tratadas ou curadas através do uso de medicamentos, os quais contêm o fármaco (Figura 42).



Figura 42- As doenças devem ser tratadas através do uso de medicamentos, que contêm o fármaco.

Os medicamentos, segundo decreto Lei nº 176 de 30 de agosto de 2006, são definidos como “toda a substância ou associação de substâncias apresentada como possuindo propriedades curativas ou preventivas de doenças em seres humanos ou dos seus sintomas ou que possa ser utilizada ou administrada no ser humano com vista a estabelecer um diagnóstico médico ou, exercendo uma ação farmacológica, imunológica ou metabólica, a restaurar, corrigir ou modificar funções fisiológicas”. Ou seja, o medicamento é um produto farmacêutico elaborado com finalidade profilática (de prevenção), paliativa (de alívio temporário) ou curativa, que possua como princípio ativo o fármaco.

Os fármacos são moléculas químicas, majoritariamente de natureza orgânica, de estrutura conhecida e definida, e com propriedades farmacológicas. São obtidos de fonte natural (*i.e.* produtos vegetais, marinhos, fungos e outros) ou sintética (produzidos em laboratório), e são planejados para tratar e curar uma determinada doença, sendo uma ferramenta importante para a manutenção e preservação da saúde.

Um exemplo bem conhecido é o dos antibióticos, fármacos utilizados no tratamento de infecções bacterianas. A penicilina G (Figura 43), o primeiro antibiótico descoberto (em 1928) e utilizado terapeuticamente a partir de 1942, é obtida de fonte natural a partir da fermentação de fungos (*i.e. Penicillium notatum*). Sua descoberta é um marco histórico na área médica, tendo contribuído de forma ímpar para a diminuição da mortalidade

associada à septicemia, infecção geral grave do organismo causada por germes patogênicos.

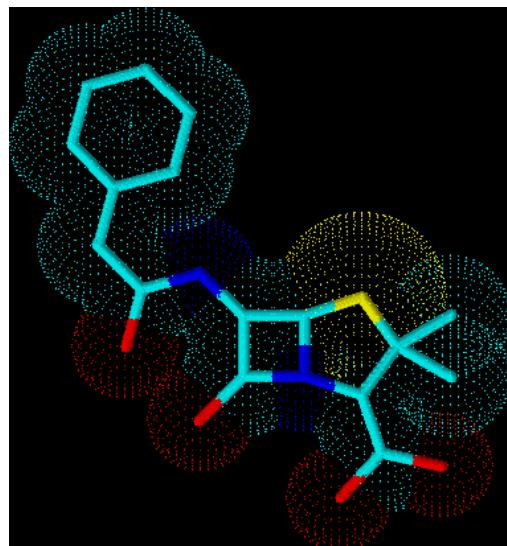


Figura 43- Estrutura 3D da penicilina G. Vermelho = Oxigênio (O); Azul = Nitrogênio (N); Ciano = Carbono (C); Branco = Hidrogênio (H); Amarelo = Enxofre (S).

A química é uma aliada importante no diagnóstico precoce de várias doenças, através de kits diagnósticos, exames radiológicos e exames de imagem, tais como a ultrassonografia e a tomografia computadorizada.

Pessoas diagnosticadas com diabetes, por exemplo, podem medir os níveis de glicose sanguíneos, utilizando um dispositivo conhecido como

glicosímetro (Figura 44). O dispositivo é baseado em reações eletroquímicas (*i.e.* reações que envolvem transferência de elétrons entre substâncias) entre a glicose e a enzima glicose oxidase (**H**), que catalisa a transformação química da glicose em ácido glucônico e peróxido de hidrogênio. O aparelho mede a variação dos níveis de oxigênio, que está diretamente relacionada à quantidade de glicose na amostra de sangue.

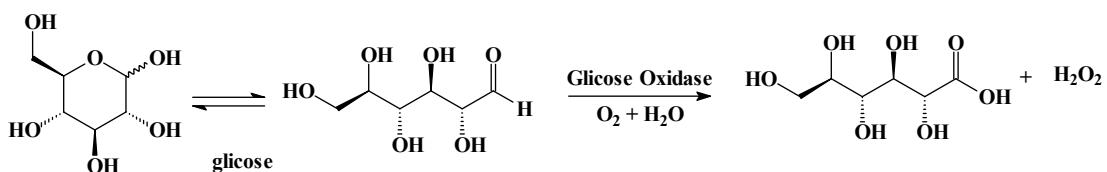


Figura 44- Reação química relacionada à medição dos níveis de glicose sanguíneo, através do uso de glicosímetros portáteis.

Os acidentes representam a principal causa de fratura óssea, que são frequentemente diagnosticadas através de exames radiográficos. Esses exames utilizam raios-X, isto é, emissões eletromagnéticas de natureza semelhante à luz visível (Figura 45). A detecção dos raios-X pode ser feita de diversas maneiras, sendo a principal a impressão de chapas fotográficas, que permitem seu uso medicinal na avaliação de tecidos e órgãos e no diagnóstico de diversas condições patológicas (*e.g.* fraturas, doenças ósseas, tuberculose pulmonar, etc.).

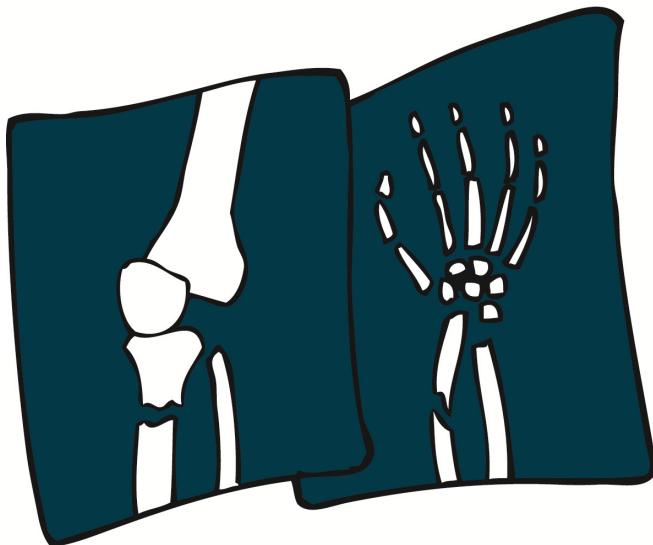


Figura 45- Ilustração de radiografia, obtida por exame de raios-X.

Confirmado o diagnóstico de fratura, a imobilização da área lesionada é uma prática médica usual. O gesso é frequentemente utilizado para essa finalidade. Ele é um material constituído de sulfato de cálcio semi-hidratado, obtido a partir de um mineral conhecido por gipsita (sulfato de cálcio dihidratado). Após o processo de calcinação [*i.e.* processo de aquecimento de um composto químico para liberar determinados elementos existentes em sua composição, frequentemente água e CO₂] e moagem, origina-se um pó branco comercializado como gesso (Figura 46). Quando misturado à água, obtém-se uma massa de fácil moldagem e rápido endurecimento, que possui diversas aplicações terapêuticas e industriais.

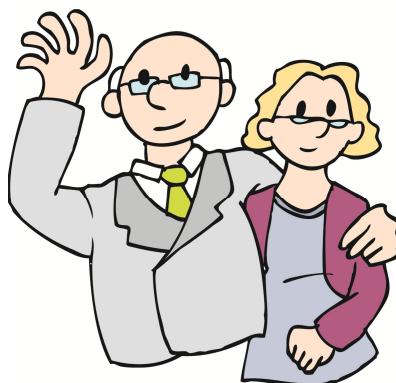


Figura 46- Processo de calcinação utilizado na transformação da gipsita em gesso

9

Considerações Finais

Em resumo, a química é uma aliada inconteste de uma vida saudável e segura. Funções orgânicas vitais, como a respiração, são processos essencialmente químicos. Da alimentação extraímos os nutrientes (*i.e.* carboidratos, vitaminas, sais minerais, proteínas e lipídeos), que através de transformações químicas endógenas (*i.e.* metabólicas) são convertidos em moléculas essenciais ao equilíbrio bioquímico celular e ao armazenamento de energia. Fenômenos e princípios químicos são utilizados nos métodos diagnósticos modernos e no processo de descoberta e desenvolvimento de fármacos para o tratamento das mais diversas doenças. A química tem papel importante na longevidade dos seres humanos, e com os avanços que proporciona assegura uma velhice saudável.



10

Referências

- 1- POIAN, A.T., CARVALHO-ALVES, P.C. Hormônios e Metabolismo: Integração e Correlações Clínicas. 1^a Ed. Rio de Janeiro: Ed. Atheneu, 2003.
- 2- MARIA, C. A. B. (2008) Bioquímica Básica: Introdução à Bioquímica dos Hormônios. 1^a Ed. Rio de Janeiro: Ed. Interciênciac, 2008.
- 3- COULTATE, T. P. Alimentos: A Química de Seus Componentes. 3^a Ed. Porto Alegre : Ed. Artmed, 2004.
- 4- SCHWARCZ, J. Barbies, Bambolês e Bolas de Bilhar. Tradução de José Gradel. 1^a Ed. Rio de Janeiro: Ed. Jorge Zahar, 2009.
- 5- PINTO, M. M. M. Química do Amor e do Sexo. 1^a Ed. Porto: Ed. Lidel, 2009.
- 6- MANELA-AZULAY, M., MANDARIM-DE-LACERDA, C. A., PEREZ, M. A., FILGUEIRA, A. L., Cuzzi, T. Vitamina C. Anais Brasileiros de Dermatologia, v. 78, p.265-274, 2003.



International Year of
CHEMISTRY
2011

QUÍMICA PARA UM MUNDO MELHOR

www.quimica2011.org.br