

Biologia

Biologia Celular

Organizadores

Paulo Takeo Sano

Lyria Mori

Elaboradoras

Solange Soares de Camargo

Maria Elena Infante-Malachias

1
módulo

Nome do Aluno _____

GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO

Governador: *Geraldo Alckmin*

Secretaria de Estado da Educação de São Paulo

Secretário: *Gabriel Benedito Issac Chalita*

Coordenadoria de Estudos e Normas Pedagógicas – CENP

Coordenadora: *Sonia Maria Silva*

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

Reitor: *Adolpho José Melfi*

Pró-Reitora de Graduação

Sonia Teresinha de Sousa Penin

Pró-Reitor de Cultura e Extensão Universitária

Adilson Avansi Abreu

FUNDAÇÃO DE APOIO À FACULDADE DE EDUCAÇÃO – FAFE

Presidente do Conselho Curador: *Selma Garrido Pimenta*

Diretoria Administrativa: *Anna Maria Pessoa de Carvalho*

Diretoria Financeira: *Silvia Luzia Frateschi Trivelato*

PROGRAMA PRÓ-UNIVERSITÁRIO

Coordenadora Geral: *Eleny Mitrulis*

Vice-coordenadora Geral: *Sonia Maria Vanzella Castellar*

Coordenadora Pedagógica: *Helena Coharik Chamlian*

Coordenadores de Área

Biologia:

Paulo Takeo Sano – Lyria Mori

Física:

Maurício Pietrocola – Nobuko Ueta

Geografia:

Sonia Maria Vanzella Castellar – Elvio Rodrigues Martins

História:

Kátia Maria Abud – Raquel Glezer

Língua Inglesa:

Anna Maria Carmagnani – Walkyria Monte Mór

Língua Portuguesa:

Maria Lúcia Victório de Oliveira Andrade – Neide Luzia de Rezende – Valdir Heitor Barzotto

Matemática:

Antônio Carlos Brolezzi – Elvia Mureb Sallum – Martha S. Monteiro

Química:

Maria Eunice Ribeiro Marcondes – Marcelo Giordan

Produção Editorial

Dreampix Comunicação

Revisão, diagramação, capa e projeto gráfico: *André Jun Nishizawa, Eduardo Higa Sokei, José Muniz Jr. Mariana Pimenta Coan, Mario Guimarães Mucida e Wagner Shimabukuro*



***Cartas ao
Aluno***

Carta da

Pró-Reitoria de Graduação

Caro aluno,

Com muita alegria, a Universidade de São Paulo, por meio de seus estudantes e de seus professores, participa dessa parceria com a Secretaria de Estado da Educação, oferecendo a você o que temos de melhor: conhecimento.

Conhecimento é a chave para o desenvolvimento das pessoas e das nações e freqüentar o ensino superior é a maneira mais efetiva de ampliar conhecimentos de forma sistemática e de se preparar para uma profissão.

Ingressar numa universidade de reconhecida qualidade e gratuita é o desejo de tantos jovens como você. Por isso, a USP, assim como outras universidades públicas, possui um vestibular tão concorrido. Para enfrentar tal concorrência, muitos alunos do ensino médio, inclusive os que estudam em escolas particulares de reconhecida qualidade, fazem cursinhos preparatórios, em geral de alto custo e inacessíveis à maioria dos alunos da escola pública.

O presente programa oferece a você a possibilidade de se preparar para enfrentar com melhores condições um vestibular, retomando aspectos fundamentais da programação do ensino médio. Espera-se, também, que essa revisão, orientada por objetivos educacionais, o auxilie a perceber com clareza o desenvolvimento pessoal que adquiriu ao longo da educação básica. Tomar posse da própria formação certamente lhe dará a segurança necessária para enfrentar qualquer situação de vida e de trabalho.

Enfrente com garra esse programa. Os próximos meses, até os exames em novembro, exigirão de sua parte muita disciplina e estudo diário. Os monitores e os professores da USP, em parceria com os professores de sua escola, estão se dedicando muito para ajudá-lo nessa travessia.

Em nome da comunidade USP, desejo-lhe, meu caro aluno, disposição e vigor para o presente desafio.

Sonia Teresinha de Sousa Penin.

Pró-Reitora de Graduação.

Carta da

Secretaria de Estado da Educação

Caro aluno,

Com a efetiva expansão e a crescente melhoria do ensino médio estadual, os desafios vivenciados por todos os jovens matriculados nas escolas da rede estadual de ensino, no momento de ingressar nas universidades públicas, vêm se inserindo, ao longo dos anos, num contexto aparentemente contraditório.

Se de um lado nota-se um gradual aumento no percentual dos jovens aprovados nos exames vestibulares da Fuvest — o que, indubitavelmente, comprova a qualidade dos estudos públicos oferecidos —, de outro mostra quão desiguais têm sido as condições apresentadas pelos alunos ao concluírem a última etapa da educação básica.

Diante dessa realidade, e com o objetivo de assegurar a esses alunos o patamar de formação básica necessário ao restabelecimento da igualdade de direitos demandados pela continuidade de estudos em nível superior, a Secretaria de Estado da Educação assumiu, em 2004, o compromisso de abrir, no programa denominado Pró-Universitário, 5.000 vagas para alunos matriculados na terceira série do curso regular do ensino médio. É uma proposta de trabalho que busca ampliar e diversificar as oportunidades de aprendizagem de novos conhecimentos e conteúdos de modo a instrumentalizar o aluno para uma efetiva inserção no mundo acadêmico. Tal proposta pedagógica buscará contemplar as diferentes disciplinas do currículo do ensino médio mediante material didático especialmente construído para esse fim.

O Programa não só quer encorajar você, aluno da escola pública, a participar do exame seletivo de ingresso no ensino público superior, como espera se constituir em um efetivo canal interativo entre a escola de ensino médio e a universidade. Num processo de contribuições mútuas, rico e diversificado em subsídios, essa parceria poderá, no caso da estadual paulista, contribuir para o aperfeiçoamento de seu currículo, organização e formação de docentes.

Prof. Sonia Maria Silva

Coordenadora da Coordenadoria de Estudos e Normas Pedagógicas

Apresentação da área

Antes de virar estas páginas, faça uma pausa...

Você se dá conta que, nesse exato momento, enquanto seus olhos percorrem cada letra deste texto, milhões de informações chegam até você pela retina? Pense nisso! Pense também que essas informações, para saírem do papel e alcançarem as células nervosas de seu cérebro, percorrem um caminho longo e fantástico! Caminho que pode começar muito antes do que a gente vê... Pode começar quando essa folha de papel era ainda uma árvore, que fazia parte de uma floresta, que por sua vez abrigava outras árvores e inúmeros animais... Você consegue enxergar tudo isso através dessas páginas? Sim? Não? Vamos ajudá-lo: é sobre essas coisas tão próximas de você que vamos falar aqui...

Você vai saber um pouco mais sobre a célula e seus componentes; sobre o funcionamento de cada uma e do organismo que elas compõem. Aprenderá a respeito de como os seres vivos se organizam e se distribuem nesse nosso planetinha azul. Vamos falar de plantas e de bichos, de vírus e bactérias, de fungos e do ser humano. Sim, do ser humano, de você inclusive! Como você funciona por dentro e por fora. Como suas ações podem ter resultados que vão muito além daqueles que se espera.

E já que falamos de resultados, esperamos que os seus, durante a vida, sejam os melhores! Estamos aqui para colaborar com isso... Porém, não se esqueça: depende muito mais de você! Nós, aqui, só vamos direcionar um pouco seu olhar para algumas coisas importantes, mas quem vai enxergar, de fato, é você! Portanto, não confie só no que está ao longo dessas páginas. Vá além! Leia muito! Jornais, revistas, coisas sobre ciências e sobre o mundo – afinal, ele é grande demais para caber em alguns fascículos! Não se esqueça que acumular conhecimento é o ganho mais efetivo que se pode ter: não se desgasta e ninguém nos tira!

Conte conosco durante essa tarefa. Pode estar certo: torcemos por você!

Apresentação do módulo

A partir de agora, você vai começar a estudar a Biologia a partir daquilo que você já sabe, mas numa abordagem de perguntas e respostas. Este fascículo sobre Biologia Celular vai tratar resumidamente dos conceitos e processos fundamentais que ocorrem na biologia da célula. O fascículo está subdividido em duas unidades: I) Estrutura e Função Celular e II) Metabolismo Celular. São colocadas também questões de vestibulares anteriores relacionadas com os assuntos tratados, questões de execução (Q.E.) e questões para conduzir o seu raciocínio. Tente responder todas elas e fazer os exercícios. Pergunte ao seu monitor caso não compreenda algum assunto. Bom estudo!

Unidade 1

Estrutura e função celular

Morena Tropicana

(Alceu Valença / Vicente Barreto)

Da manga rosa quero o gosto e o sumo,
Melão maduro sapoti joá,
Jaboticaba teu olhar noturno,
Beijo travoso de umbu-cajá.
Pele macia ai carne de caju,
Saliva doce doce mel mel de uruçú,
Linda morena fruta de vez temporana,
Caldo de cana-caiana, vem me desfrutar!

Esta música, do poeta pernambucano Alceu Valença, fala da maciez da pele de uma morena, comparando-a com a polpa ou a *carne* de caju. O que dá esta maciez? De que são feitas a pele humana e a polpa do caju para que possam ser comparadas? O caju é de fato, macio, mas outras frutas são ásperas, como o coco seco. O que as distingue em termos estruturais? Isto é o que veremos nesta unidade do fascículo sobre células, o seu funcionamento e as estruturas que as compõem.

Começemos o nosso estudo usando uma questão de vestibular da Fuvest do ano de 2001:

QUESTÃO DE VESTIBULAR

Qual das alternativas classifica corretamente o vírus HIV, o tronco de uma árvore, a semente de feijão e o plasmódio da malária, quanto à constituição celular?

	Vírus HIV	Tronco de árvore	Semente de feijão	Plasmódio da malária
a)	acelular	acelular	unicelular	unicelular
b)	acelular	multicelular	multicelular	unicelular
c)	acelular	multicelular	unicelular	unicelular
d)	unicelular	acelular	multicelular	acelular
e)	unicelular	acelular	unicelular	acelular

Organizadores

Paulo Takeo Sano

Lyría Mori

Elaboradores

Solange Soares
de Camargo

Maria Elena
Infante-Malachias

Quem respondeu a alternativa “b” mandou bem! Vírus são os únicos seres vivos que não têm células, o resto, tudo, uma ou mais células, porque enquanto alguns seres vivos têm trilhões de células, como a árvore, outros tem uma só como o agente causador da malária, chamado de Plasmódio.

Mas, se somos todos formados por células, o que há em nossas células para sermos tão diferentes?

No geral, podemos dizer que uma célula é uma entidade individual dentro de outras entidades maiores que formarão os tecidos, os órgãos e os sistemas. Quando dizemos individual, queremos dizer que ela é capaz, sozinha, de obter energia e de se reproduzir.

Porque eu sou do tamanho do que vejo
e não do tamanho da minha altura.

Fernando Pessoa

As células são formadas basicamente por uma membrana plasmática, que as separam do ambiente externo, por uma substância gelatinosa chamada de citoplasma, rica em elementos denominados organelas (que apresentaremos mais tarde), e por um núcleo que contém o material genético.

Essas estruturas podem variar de um ser vivo para outro, mas estão sempre presentes, como podemos ver na figura a seguir:

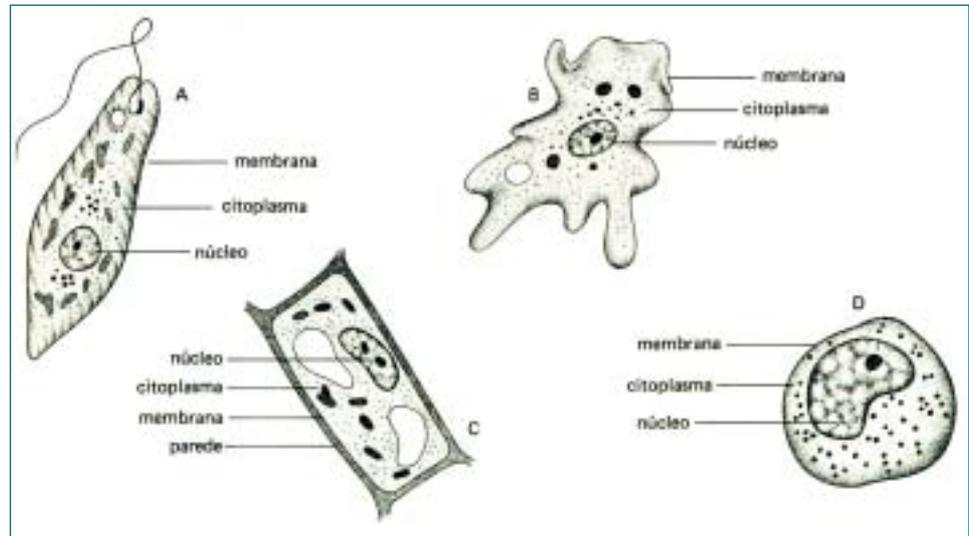


Fig. 1.1 – Variação entre as células dos seres vivos: A - alga unicelular *Euglena*; B - protozoário *Amoeba*; C - célula vegetal jovem de trigo; D - glóbulo branco do sangue humano. Observe que, apesar das diferenças, a estrutura fundamental é um padrão que se repete nestes quatro tipos de célula. (As células não estão na mesma escala de aumento).

Q.E. 1) Observe atentamente a figura anterior. O que há nas células vegetais e que não há nas demais células?

As células vegetais possuem uma parede, cujos componentes principais são a celulose e a pectina. É comum também a presença de lignina ou suberina, dando a ela maior dureza e resistência. Células vegetais com maiores quantidades de lignina, como as do tronco de uma árvore, são mais rígidas que aquelas que fazem parte de tecidos “moles” da planta, como a polpa das frutas.

1) A parede e a membrana celular são a mesma coisa? Como posso distinguir uma estrutura da outra?

Não, parede e membrana não são a mesma coisa. São estruturas que fazem parte do revestimento das células, mas são bem diferentes. A membrana reveste todos os tipos celulares conhecidos, enquanto a parede celular está presente apenas nas plantas e em certas bactérias e algas. A membrana plasmática também apresenta uma constituição química diferente da parede - é lipoprotéica, ou seja, apresenta lipídeos e proteínas em sua composição. Além de proporcionar um aspecto mais fino, esses componentes fazem com que a membrana não seja permeável a todas as substâncias, apresentando uma espécie de seleção sobre o que entra e o que sai da célula. Este fenômeno é chamado de permeabilidade seletiva e é fundamental à vida de todos os seres vivos.

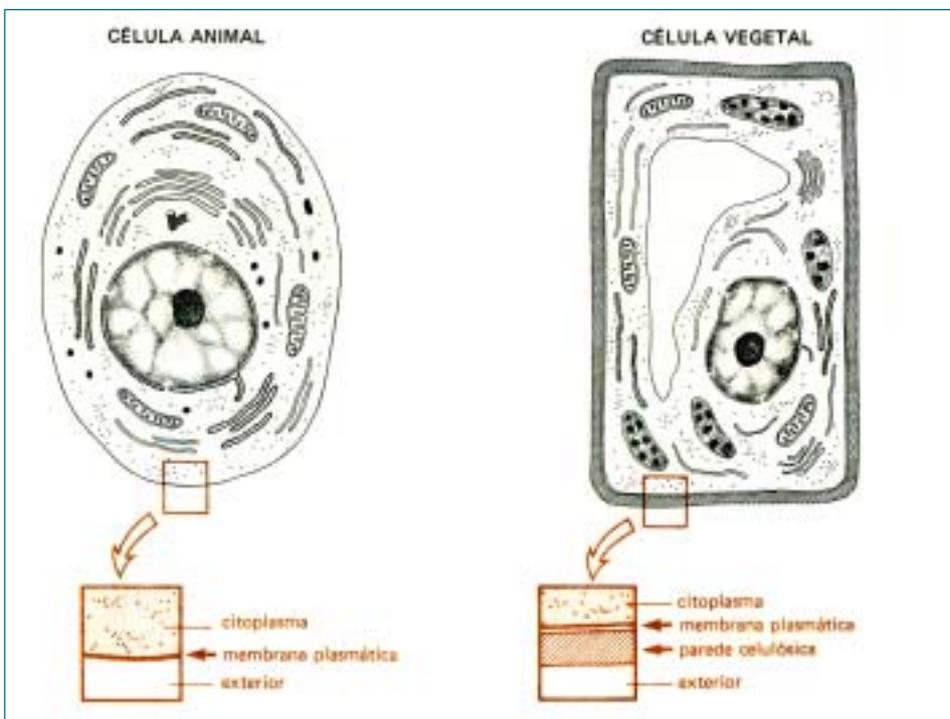


Fig. 1.2

Q.E. 2) Com base na resposta dada à questão anterior, monte uma tabela na qual as diferenças entre a parede celular e a membrana plasmática estejam mais claras.

Q.E. 3) Na sua opinião, qual é a função da parede celular de bactérias? Pesquise a respeito e verifique se o que está nos livros têm alguma relação com o que você havia imaginado.

Q.E. 4) Podemos afirmar que células vegetais, pelo fato de terem um revestimento celular a mais, estão mais protegidas do ataque de vírus e bactérias do que as células animais? Justifique sua resposta.

Q.E. 5) Como é o revestimento que está presente apenas em células animais? Para que ele serve?

2) Considerando o que foi dito anteriormente sobre a permeabilidade seletiva, quais substâncias teriam “carta branca” para atravessar a membrana plasmática e por que isso acontece?

Não podemos dizer que certas moléculas ou substâncias tenham “carta branca” para atravessar a membrana. O que sabemos é que, de modo geral, substâncias pequenas atravessam a membrana de forma muito fácil, enquanto substâncias grandes não o fazem. Por outro lado, substâncias solúveis em lipídeos penetram muito mais facilmente nas células devido à composição lipoprotéica da membrana. Tem se verificado que a capacidade de atravessar a membrana decresce com o aumento do peso molecular, ou seja, com o tamanho da molécula. Substâncias orgânicas com mais de três a cinco átomos de carbono parecem ser incapazes de atravessar a membrana plasmática passivamente, como acontecem com as substâncias menores ou solúveis em lipídios. Existem, no entanto, substâncias com mais de três átomos de carbono e insolúveis em gordura que penetram com relativa facilidade na célula. É o caso de substâncias de grande importância para a célula, como os açúcares, os nucleotídeos e os aminoácidos. Neste caso, estas substâncias são transportadas por um tipo de “facilitador de transporte”, que requer gasto de energia.

Q.E. 6) Estabeleça uma ordem de substâncias quanto ao grau de facilidade em transportar-se pela membrana. O que estaria determinando esta ordem?

Q.E. 7) Sabendo da natureza química da membrana, como você faria para rompê-la, usando um reagente facilmente encontrado em cozinha?

3) Se a membrana plasmática permite, com facilidade, a entrada e saída de substâncias menores que três carbonos, por que o transporte de íons Na^+ e K^+ requer gasto de energia?

Realmente, a membrana plasmática deixa passar livremente estes íons devido ao pequeno tamanho que apresentam. Eles atravessam a membrana por um processo que é chamado de difusão, ou seja, partem de um meio mais concentrado para outro de menor concentração através de um processo passivo que não requer gasto de energia. É pela difusão que o O_2 que respiramos penetra nas células e que os nutrientes minerais presentes no solo são absorvidos pelas células das raízes das plantas. É também por este processo que as células que revestem internamente o intestino dos animais, absorvem nutrientes minerais e pequenas moléculas presentes no alimento digerido. No entanto, como a difusão é um processo de fluxo de mais para menos, chega um momento em que ela pára, pois as concentrações dentro e fora da célula tendem a se igualar.

Quando isso acontece, entram em ação certas proteínas que agem como bombas, jogando coisas para fora ou para dentro, dependendo da necessidade da célula. E o que acontece, por exemplo, com as hemácias do sangue. Essas células apresentam internamente, uma concentração de íons K^+ vinte vezes maior do que a existente no plasma circundante. Por outro lado, no plasma, a concentração de íons Na^+ é vinte vezes maior que no interior das hemácias. Este desequilíbrio permanece por toda a vida dessas células, o que não poderia se dar pelo simples processo de difusão. O que ocorre é que a hemácia constantemente joga K^+ para dentro e Na^+ para fora, e isto só é possí-

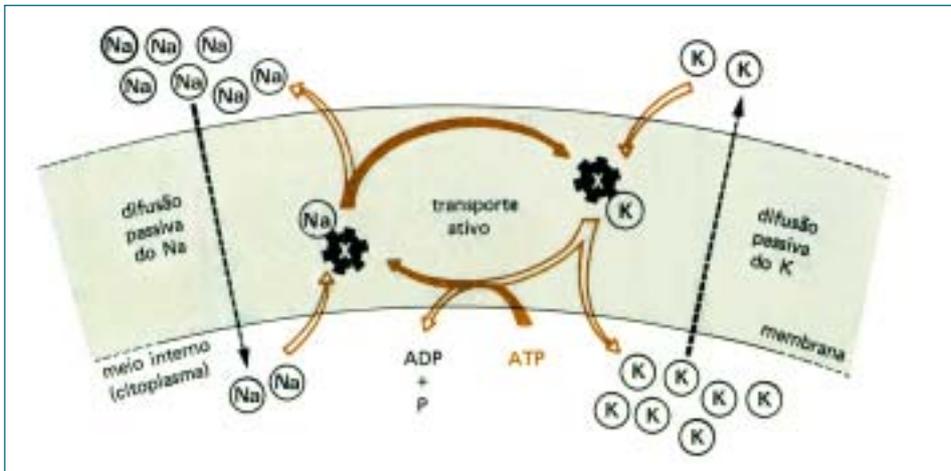


Fig. 1.3 – Esquema do mecanismo proposto por Shaw para explicar as diferenças de concentração de sódio (Na) e potássio (K) entre o plasma e o citoplasma das hemácias. O sódio, que tende a penetrar, é bombeado para fora por uma substância carregadora (x); o potássio, que tende a sair, é bombeado para dentro. Este processo ativo de transporte consome energia da célula, sendo suprido pelo ATP celular.

vel através de um processo que requer gasto de energia, isto é, um processo ativo de transporte.

4) Por que é importante conhecer a membrana plasmática? Que relação ela pode ter com as coisas que eu conheço ou que já ouvi falar?

Com certeza você já deve ter ouvido falar dos pigmeus, aquelas pessoas de baixa estatura que vivem lá na África. Você sabia que o fato deles serem tão pequenos tem relação com a membrana celular? Os cientistas descobriram que esses indivíduos embora produzam quantidade normal do hormônio de crescimento humano, têm baixa estatura devido a uma característica peculiar da membrana de suas células: nela, faltam moléculas de proteínas capazes de se combinar a este hormônio e colocá-lo para dentro da célula. E, sem a entrada desse hormônio, não há crescimento.

5) Além de controlar o que entra e o que sai da célula, existe mais alguma função atribuída à membrana plasmática?

Existe sim, a membrana é o local onde ocorre o mais importante processo metabólico das bactérias, que é a respiração. Na falta das mitocôndrias nesses seres, a membrana desempenha essa função. A membrana também participa de um outro importante processo metabólico das células que é a ingestão de alimentos ou de outras substâncias. Certos seres microscópicos, como o protozoário ameba, alimentam-se através da emissão de pequenas projeções que capturam o alimento. Este processo, chamado de fagocitose (do grego *phagein*, comer), é observado também nas nossas células de defesa chamadas de macrófagos. Essas células englobam bactérias e outros invasores, e em seguida os digerem, tirando-os *de circulação*. Células que revestem a parte interna do intestino também absorvem gotículas de gordura por um processo muito semelhante, chamado de pinocitose (do grego *pinein*, beber).

Q.E. 8) Escreva um pequeno texto, com suas próprias palavras, no qual os conceitos membrana plasmática, pinocitose e fagocitose estejam relacionados.

QUESTÃO DE VESTIBULAR

(U.F. Santa Maria - RS) Hemácias humanas foram colocadas em um meio com concentrações diferentes. Pelo formato das células I, II e III, sabe-se que os meios classificam, respectivamente, como:

- a) hipertônico; isotônico; hipotônico.
- b) hipotônico; hipertônico; isotônico.
- c) hipotônico; isotônico; hipertônico.
- d) isotônico; hipotônico; hipertônico.
- e) isotônico; hipertônico; hipotônico.



Olhando as três hemácias representadas, podemos notar que a última é maior, a do meio é menor, enquanto a primeira parece ter um tamanho normal. Se a primeira, que está no meio I, está com aspecto normal, é sinal que não está perdendo e nem ganhando água além do que lhe é normal, logo, o meio em que ela se encontra deve ser de mesma concentração que o seu interior, isto é, isotônico. No meio II, além de menor, a célula está com aspecto enrugado, sinal que perdeu água para o meio por osmose, logo, o meio deve estar hipertônico. Em III, a célula está muito maior que as demais, provavelmente porque entrou muita água na célula; isso aconteceria se o meio fosse hipotônico, isto é, se externamente tiver uma quantidade de água maior que o interior da célula. Concluímos, portanto, que a resposta correta é alternativa “e”.

QUESTÃO DE VESTIBULAR

30) Pesquisadores norte-americanos produziram uma variedade de tomate transgênico que sobrevive em solos até 50 vezes mais salinos do que o tolerado pelas plantas normais. Essas plantas geneticamente modificadas produzem maior quantidade de uma proteína de membrana que bombeia íons sódio para o interior do vacúolo. Com base em tais informações, pode-se concluir que plantas normais não conseguem sobreviver em solos muito salinos porque, neles, as plantas normais

- a) absorvem água do ambiente por osmose.
- b) perdem água para o ambiente por osmose.
- c) absorvem sal do ambiente por difusão.
- d) perdem sal para o ambiente por difusão.
- e) perdem água e absorvem sal por transporte ativo.

Quando as células são colocadas em um meio no qual a concentração de íons é maior fora do que dentro, o que ocorre é o transporte destes sais, passivamente para dentro das células, pelo processo já discutido nas duas páginas anteriores e chamado de difusão. Ao mesmo tempo em que isto acontece, a água presente no interior da célula também sai pelo mesmo motivo: está em maior concentração dentro do que fora. Este processo de difusão da água é chamado de osmose. Ou seja, ao mesmo tempo que entram íons Na⁺ por difusão, sai água da célula por osmose. Isto leva à desidratação das células com conseqüente morte da planta. No entanto, as plantas citadas no enunciado foram modificadas geneticamente, produzindo maior quantidade de uma proteína de membrana que bombeia íons sódio para o interior do vacúolo. Fazendo isso, o interior da célula fica mais “salgado” que o exterior. Conseqüentemente, a célula perde menos água por osmose e sobrevive mais a este ambiente. Com base nessas informações, concluímos que a alternativa correta para

a questão é a “b”, ou seja, as plantas normais morrem porque perdem água para o ambiente por osmose.

Q.E. 9) Observe atentamente a figura 1.2, veja se consegue identificar o retículo endoplasmático, com o que você o compararia?

6) Que analogia podemos fazer para entender melhor o que é e para que serve o retículo endoplasmático?

O retículo endoplasmático poderia ser comparado a uma rede de distribuição de substâncias pelo citoplasma celular. Um exemplo é a absorção de gordura pelas células intestinais. As gotículas de gordura, englobadas pela membrana celular por pinocitose, atravessam a célula, de um lado para outro, por esses minúsculos canais. Além de transportar substâncias, o retículo também armazena. Em ovos de certos insetos, por exemplo, reservas de proteínas ficam armazenadas nesses canalículos, formando os grânulos de vitelo que vão nutrir o embrião durante o seu desenvolvimento.

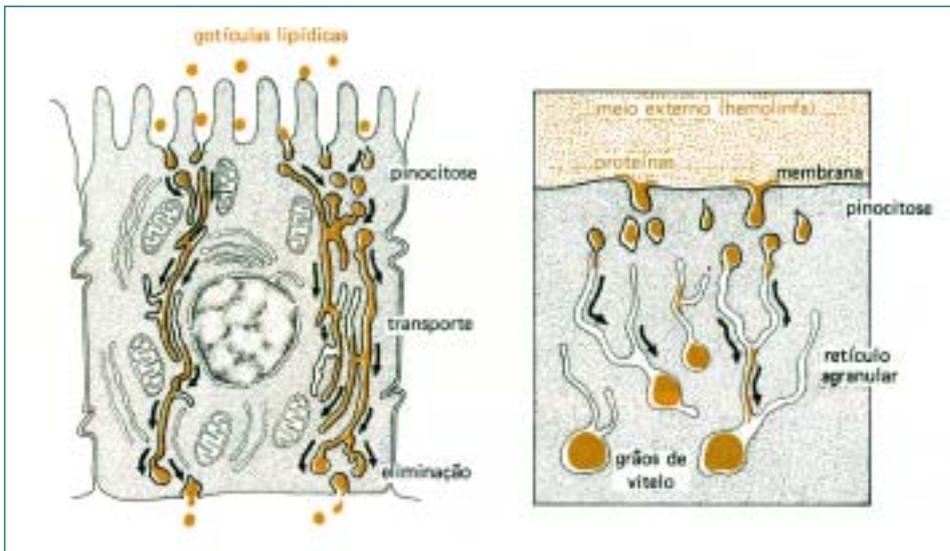


Fig. 1.4 – À esquerda, célula do revestimento intestinal de mamífero, cujo retículo está efetuando o transporte de gorduras captadas por pinocitose até a base da célula, onde serão eliminadas na linfa. À direita, detalhe do citoplasma de um ovócito (futuro óvulo) de grilo. As proteínas captadas por pinocitose são transportadas para as cavidades do retículo endoplasmático, onde formarão os grânulos de vitelo. (Desenho à direita baseado em Berkaloff *et al. Biologia e fisiologia celular*. São Paulo, Edgard Blücher Ed./Edusp, 1972.)

7) De onde vem o nome retículo endoplasmático e por que a Biologia tem nomes tão difíceis? E só pra dificultar a vida da gente, não teria um nome mais fácil?

O nome retículo vem de *retis* ou rede e endoplasmático é porque encontra-se dentro do plasma celular ou do citoplasma. Tratam-se de canais em formas de tubos achatados que percorrem todo o citoplasma. Esses canais são delimitados por membranas lipoprotéicas semelhantes à membrana plasmática. A Biologia tem alguns nomes que são pouco comuns para você porque muitos devem conter a explicação sobre o que são no próprio nome, e isto não pode ser privilégio de uma língua ou de outra, porque a linguagem da Biologia, assim como de toda a Ciência deve ser entendida por todos. Para que isto aconteça, recorre-se a línguas-mães, como o latim ou o grego. Se você quiser

outro nome para o retículo, pode se usar ergastoplasma, mas nesse caso, esse nome só deve ser usado para o r.e. rugoso, isto é, aquele que apresenta ribossomos aderidos a sua superfície. Este nome foi dado porque se descobriu que substâncias podem ser elaboradas nesta estrutura (do grego *ergazomai* = elaborar).

QUESTÃO DE VESTIBULAR

Em artigo publicado no suplemento Mais!, do jornal Folha de S. Paulo, de 6 de agosto de 2000, José Reis relata que pesquisadores canadenses demonstraram que a alga unicelular *Cryptomonas* resulta da fusão de dois organismos, um dos quais englobou o outro ao longo da evolução. Isso não é novidade no mundo vivo. Como relata José Reis: “[...] É hoje corrente em Biologia, após haver sido muito contestada inicialmente, a noção de que certas organelas [...] são remanescentes de células que em tempos idos foram ingeridas por célula mais desenvolvida. Dá-se a esta o nome de hospedeira e o de endossimbiontes às organelas que outrora teriam sido livres.” São exemplos de endossimbiontes em células animais e em células de plantas, respectivamente,

- a) aparelho de Golgi e centríolos.
- b) centríolos e vacúolos.
- c) lisossomos e cloroplastos.
- d) mitocôndrias e vacúolos
- e) mitocôndrias e cloroplastos.

Se você respondeu a letra “e”, é porque já deve ter ouvido falar a respeito. Na sua opinião, por que as organelas citadas são consideradas endossimbiontes que num passado remoto teriam sido livres?

Q.E. 10) Pesquise a respeito da hipótese de endossimbiose. Quais argumentos são empregados para confirmar e para negar esta hipótese?

QUESTÃO DE VESTIBULAR

39) Células animais, quando privadas de alimento, passam a degradar partes de si mesmas como fonte de matéria-prima para sobreviver. A organela citoplasmática diretamente responsável por essa degradação é

- a) o aparelho de Golgi.
- b) o centríolo.
- c) o lisossomo.
- d) a mitocôndria.
- e) o ribossomo.

O lisossomo (do grego *lise*, quebra, destruição) é uma pequena bolsa cheia de enzimas. Uma vez tendo feito a fagocitose (ou a pinocitose), os lisossomos de uma célula fundem-se ao fagossomo (ou ao pinossomo) com a intenção de digeri-lo.

QUESTÃO DE VESTIBULAR

Q.01) Certas doenças hereditárias decorrem da falta de enzimas lisossômicas. Nesses casos, substâncias orgânicas complexas acumulam-se no interior dos lisossomos e formam grandes inclusões que prejudicam o funcionamento das células.

- O que são lisossomos e como eles contribuem para o bom funcionamento de nossas células?
- Como se explica que as doenças lisossômicas sejam hereditárias se os lisossomos não são estruturas transmissíveis de pais para filhos?

Um exemplo de doença causada por mau-funcionamento dos lisossomos é a doença de Tay-Sachs. A falta de um tipo de enzima nessas estruturas torna a pessoa incapaz de digerir e reaproveitar uma substância presente na própria membrana plasmática. O acúmulo dessa substância leva a um retardo mental grave, com morte prematura. Os lisossomos surgem como se fossem pequenos brotos liberados do sistema golgiense, isto é, não apresentam capacidade de replicação autônoma, como acontece com os cloroplastos ou as mitocôndrias. Assim sendo não constituem, de fato, estruturas transmissíveis de pais para filhos. No entanto, as enzimas contidas nos lisossomos são codificadas por genes que estão presentes nos cromossomos, lá no núcleo das células. E estes sim, são transmitidos pelas gerações, sendo por isso, uma doença hereditária.

QUESTÃO DE VESTIBULAR

No processo de fecundação humana, milhares de espermatozóides movimentam-se para alcançar o óvulo. Caso se pretendesse reduzir esta movimentação, o que poderíamos fazer?

- Privá-los de seus ribossomos
- Diminuir o número de suas mitocôndrias
- Aumentar o tamanho do seu núcleo
- Diminuir a área ocupada pelo Golgi
- Aumentar a permeabilidade da membrana plasmática.

Quem respondeu a alternativa “b” foi objetivo e lembrou-se que a mitocôndria é que fornece a energia para o movimento. Logo, diminuindo-se o número de mitocôndrias diminui também a energia que esta célula teria para se movimentar. É por isso que nos espermatozóides existem tantas mitocôndrias, principalmente próximo a sua cauda.

8) É verdade que a planta respira a noite e faz fotossíntese de dia? Que relação essas coisas têm com a mitocôndria e o cloroplasto?

Não, não é verdade. Se ela respira, respira o tempo todo, caso contrário, morreria, e se ela faz fotossíntese, por que isto não poderia ocorrer ao mesmo tempo em que ocorre a respiração? Os dois processos são independentes, ocorrendo inclusive em regiões diferentes da célula. A respiração acontece nas mitocôndrias, enquanto a fotossíntese, nos cloroplastos. Na respiração, o O_2 é consumido enquanto o CO_2 é liberado. Na fotossíntese, os cloroplastos captam a energia da luz e a utilizam para converter o CO_2 e a água em moléculas de glicose e O_2 . Por isso, a fotossíntese acontece de dia, quando há luz, mas a respiração acontece tanto de dia como de noite.

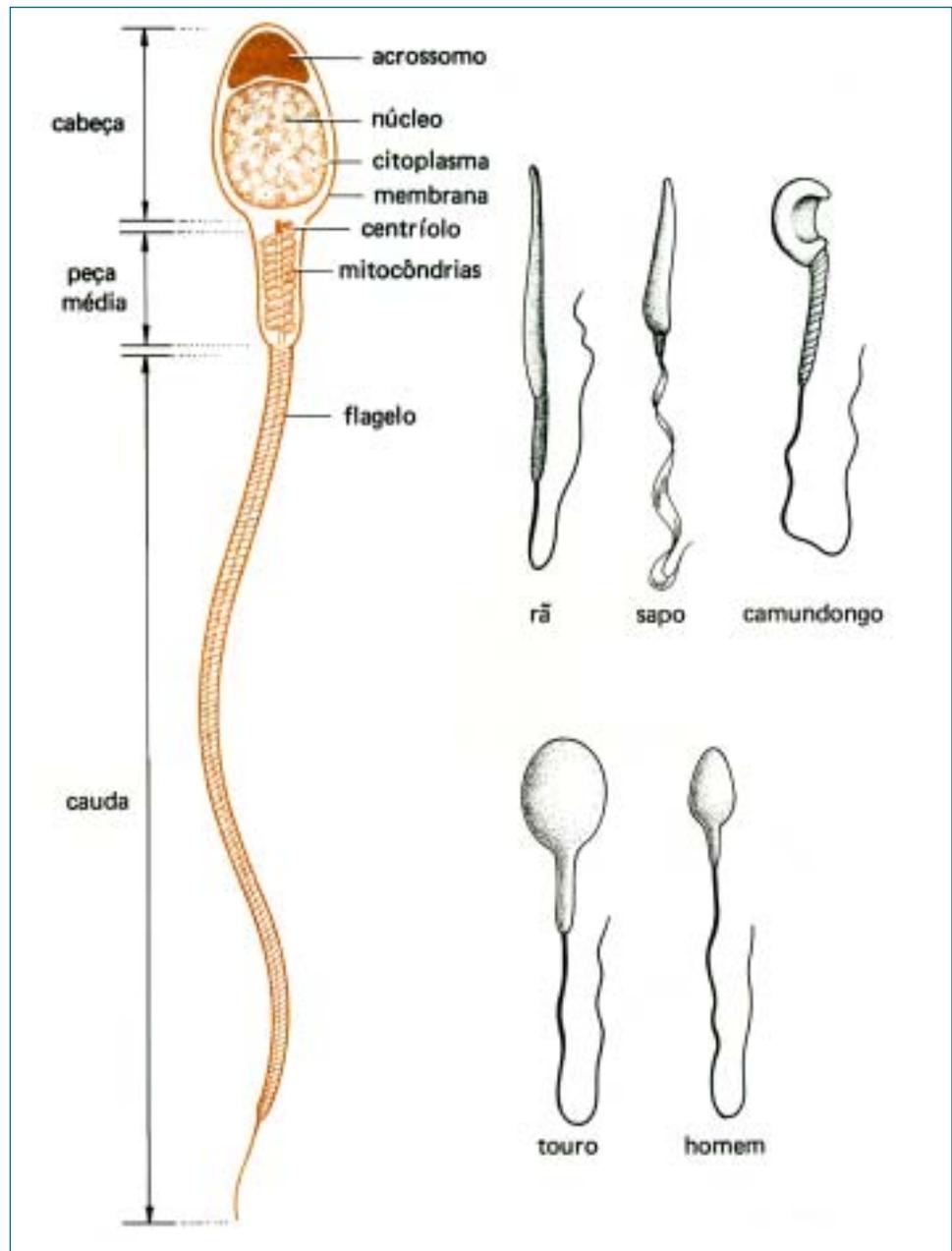


Fig. 1.5 – À esquerda, diagrama das partes de um espermatozóide. À direita, aspecto geral de espermatozóides de alguns animais, não representados na mesma escala. Na verdade, o espermatozóide do camundongo mede 125 μm de comprimento, enquanto o humano tem cerca de 53 μm . (Figuras à direita modificadas de desenhos de Houillon. *Sexualidade*. São Paulo, Edgard Blücher Ed./Edusp, 1972.)

Q.E. 11) Observe a figura da célula vegetal anteriormente representada e identifique as estruturas representadas pelas mitocôndrias e pelos cloroplastos. O que há de semelhanças e diferenças entre essas estruturas?

Q.E. 12) Nos cloroplastos, ocorre à reação da mais fundamental importância para a vida das plantas (e, indiretamente para a vida de todos os animais). Por que esta afirmação é verdadeira? O que significa neste caso, o termo “indiretamente”?

Q.E. 13) Estabeleça as relações funcionais entre cloroplastos e mitocôndrias numa mesma célula vegetal.

9) Podemos dizer que o DNA das células encontra-se somente no núcleo?

Não, não podemos, pois como sabemos, há DNA nas mitocôndrias, nos cloroplastos e até nos centríolos!

QUESTÃO DE VESTIBULAR

89) As mitocôndrias são consideradas as “casas de força” das células vivas. Tal analogia refere-se ao fato de as mitocôndrias.

- a) estocarem moléculas de ATP produzidas na digestão dos alimentos.
- b) produzirem ATP com utilização de energia liberada na oxidação de moléculas orgânicas.
- c) consumirem moléculas de ATP na síntese de glicogênio ou de amido a partir de glicose.
- d) serem capazes de absorver energia luminosa utilizada na síntese de ATP.
- e) produzirem ATP a partir da energia liberada na síntese de amido ou de glicogênio.

O núcleo de uma célula é a sua parte mais importante, sem a qual, ela não existiria. Trata-se de uma estrutura esférica, única e central e completamente independente do citoplasma, uma vez que é separada deste por uma membrana chamada carioteca, que não permite qualquer tipo de comunicação entre o que está dentro e o que está fora.

Q.E. 14) O parágrafo acima contém algumas afirmações sobre o núcleo celular que não estão corretas. Você saberia identificá-las e explicar porque não estão corretas?

Q.E. 15) Reescreva o parágrafo sobre o núcleo celular, corrigindo-o.

Durante as décadas de 1950 e 1960, os pesquisadores concluíram que os genes são informações escritas em linguagem codificada, comparável a do computador. Os cromossomos seriam equivalentes a disquetes ou fitas magnéticas, nas quais estão gravadas todas as instruções para a célula viver. Uma célula sem núcleo é como um computador sem os programas: não teria as instruções para funcionar.

(Texto extraído de Amabis e Martho, 2001, Conceitos de Biologia, vol. 1, p. 138)

O núcleo celular é importante, de fato, mas algumas células como as hemácias, não tem núcleo, pois eles são perdidos no processo de formação destas células. Então, dizer que sem eles a célula não existiria, deixa de ser uma verdade se lembrarmos das hemácias. É dito também que o núcleo é sempre esférico e central. Pesquise um pouco e você vai ver que existem núcleos com formatos bem variados (e engraçados!), cujo número por célula nem sempre é um, mas o pior erro deste parágrafo é dizer que o núcleo não tem comunicação com o citoplasma. O núcleo é um sistema em contínuo intercâmbio com o citoplasma: coisas entram e coisas saem. Pesquise sobre o papel dos poros da carioteca que você vai se surpreender.

Q.E. 16) Faça um desenho de um computador, relacionando-o com o núcleo celular, seguindo o que está escrito no parágrafo anterior.

Q.E. 17) Como é possível que as hemácias sobrevivam sem núcleo? Quanto tempo vive uma hemácia? Procure se informar em livros de Biologia e veja se isto tem alguma relação com o tempo de vida dela.

QUESTÃO DE VESTIBULAR

Qual das alternativas se refere a um cromossomo?

- a) um conjunto de moléculas de DNA com todas as informações genéticas da espécie.
- b) uma única molécula de DNA com informação genética para algumas proteínas.
- c) um segmento de molécula de DNA com informação para uma cadeia polipeptídica.
- d) uma única molécula de RNA com informação para uma cadeia polipeptídica.
- e) uma seqüência de três bases nitrogenadas do RNA mensageiro correspondente a um aminoácido na cadeia polipeptídica.

Embora a resposta a esta questão possa parecer estranha para algumas pessoas, o correto é que em cada cromossomo existe apenas uma molécula de DNA, que de tão grande, guarda as informações para muitas proteínas. Não se esqueça que os genes estão nos cromossomos, logo, numa mesma molécula de DNA, podem existir milhares de genes.

QUESTÃO DE VESTIBULAR

Pontas de raízes são utilizadas para o estudo dos cromossomos de plantas por apresentarem células

- a) com cromossomos gigantes do tipo politênico.
- b) com grande número de mitocôndrias.
- c) dotadas de nucléolos bem desenvolvidos.
- d) em divisão mitótica.
- e) em processo de diferenciação.

Células de raízes de cebola são bastante empregadas porque estão em constante divisão, portanto, alternativa “d”.

QUESTÃO DE VESTIBULAR

Um pesquisador estudou uma célula ao microscópio eletrônico, verificando a ausência de núcleo e de compartimentos membranosos. Com base nessas observações, ele concluiu que a célula pertence a

- a) uma bactéria.
- b) uma planta.
- c) um animal.
- d) um fungo.
- e) um vírus.

Se ao microscópio eletrônico não foi possível observar o núcleo e nem compartimentos membranosos internos, como o retículo endoplasmático, o lisossomo e o sistema golgiense, concluímos que se trata de uma célula que não apresenta tais componentes. Plantas, animais e fungos não podem ser, pois se tratam de organismos eucariontes, isto é que apresentam núcleo celu-

lar delimitado por membrana, além das demais organelas. Também não pode ser um vírus, uma vez que vírus não são células e o enunciado já diz que o pesquisador “estudou uma célula”. Logo, a alternativa correta, por exclusão, é a “a”, ou seja, bactéria. As bactérias são seres vivos que só podem ser visto ao microscópico, devido às suas dimensões muito pequenas. Também são chamados de procariontes, cujo termo provém da palavra prótos, que significa “primitivo” e *kárrion*, que significa núcleo. Tratam-se, portanto, de organismos que apresentam um núcleo primitivo no qual o material genético não se encontra envolvido por membranas, como acontece com as células eucarióticas.

Q.E. 18) Monte uma tabela na qual as diferenças entre seres procariontes e eucariontes estejam bem claras.

Q.E. 19) De acordo com a tabela montada na questão anterior, responda: É possível incluir os vírus em alguns desses grandes grupos? Por quê?

QUESTÃO DE VESTIBULAR

Uma maneira de se obter um clone de ovelha é transferir o núcleo de uma célula somática de uma ovelha adulta A para um óvulo de uma outra ovelha B do qual foi previamente eliminado o núcleo. O embrião resultante é implantado no útero de uma terceira ovelha C, onde origina um novo indivíduo. Acerca do material genético desse novo indivíduo, pode-se afirmar que

- o DNA nuclear e o mitocondrial são iguais aos da ovelha A.
- o DNA nuclear e o mitocondrial são iguais aos da ovelha B.
- o DNA nuclear e o mitocondrial são iguais aos da ovelha C.
- o DNA nuclear é igual ao da ovelha A, mas o DNA mitocondrial é igual ao da ovelha B.
- o DNA nuclear é igual ao da ovelha A, mas o DNA mitocondrial é igual ao da ovelha C.

“Quantos somos, não o sei...

Somos um, talvez dois; três talvez, quatro; cinco, talvez nada.

Talvez a multiplicação de cinco em cinco mil e cujos restos encheriam doze Terras.]

Quantos, não sei... Só sei que somos muitos - o desespero da dízima infinita.]

E que somos belos como deuses mas somos trágicos.”

(Vinícius de Moraes)

Talvez um dos eventos biológicos mais significativos para a manutenção da vida na Terra seja o da multiplicação celular. É ela que garante, por exemplo, que uma bactéria, um protozoário ou uma alga dê origem a outros indivíduos iguais e consigam colonizar e dominar ambientes. É a multiplicação celular que garante também que nós, organismos formados por trilhões de células, mantenhamos um número constante de células e consigamos repor o que diariamente perdemos, seja pela descamação da nossa pele, seja pela morte natural de centenas de milhares de hemácias em nosso sangue. Mas, como isto acontece? De que forma, uma célula dá origem a outra? Que nome recebe este processo biológico tão importante? Que relação há entre este processo e a formação de tumores? É o que veremos agora.

10) Se uma célula dá origem a outra, qual o primeiro evento que deve acontecer para que tudo que há numa célula tenha também na outra?

A primeira coisa que deve acontecer para que uma célula dê origem à outra, é a duplicação de tudo que há dentro dela. Assim é que se duplicam: as mitocôndrias, os centríolos, os cloroplastos (se for uma célula vegetal) e todas as estruturas que têm dentro do núcleo celular.

Aliás, o que tem dentro do núcleo, talvez seja o mais importante, por isso o grande enfoque nos livros didáticos sobre o que acontece lá dentro.

Cromossomos duplicam-se para depois dividir. Lógica matemática, não? Então, se há 46 cromossomos numa célula somática (com exceção dos gametas, todas as demais células do nosso corpo são somáticas, *soma*=corpo), antes que ela se divida, é necessário que os 46 cromossomos se dupliquem... Quer dizer então que a célula fica com 92 cromossomos? Não, não é bem assim. Eles se duplicam, mas ficam presos por uma região do cromossomo que é chamada de centrômero, e é este “estar preso pelo centrômero” que dá o aspecto de “X” que normalmente observamos nos livros didáticos.

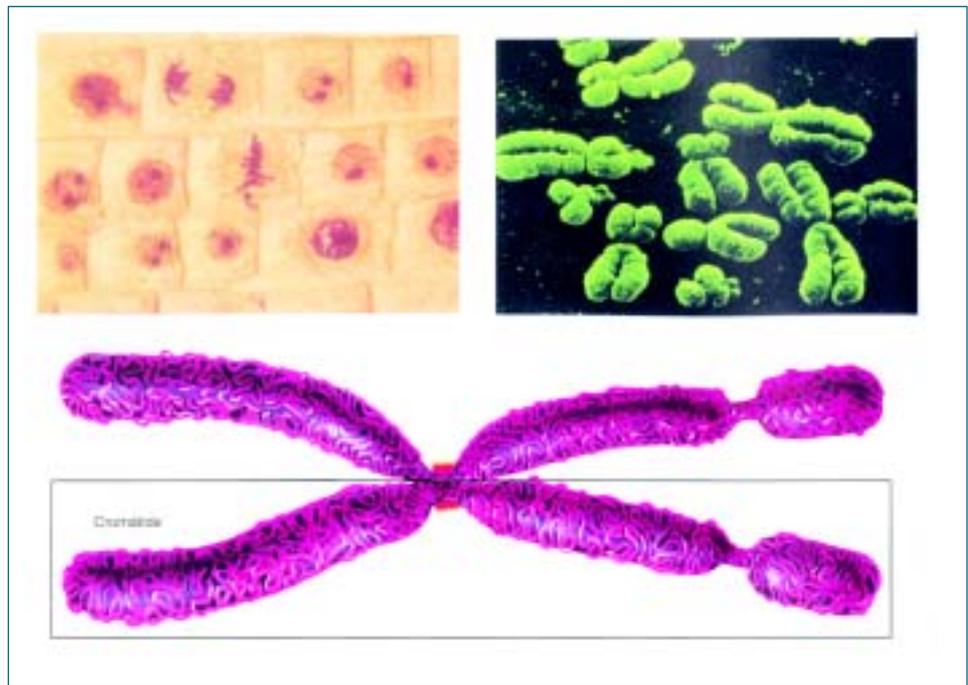


Fig. 1.6 – Acima, à esquerda, fotomicrografia ao microscópio óptico de células de raiz de cebola (aumento \cong 800 vezes). As células foram coradas para evidenciar núcleos interfásicos e cromossomos das células em divisão. Acima, à direita, fotomicrografia ao microscópio eletrônico de varredura mostrando cromossomos humanos condensados (aumento \cong 5.000 vezes). A seguir, representação esquemática de um cromossomo condensado.

Cada cromátide nada mais é do que um cromossomo depois que foi duplicado. Como ele está preso à sua cópia pelo centrômero, ele passa a se chamar cromátide e não mais cromossomo. Essa duplicação ocorre numa fase do ciclo celular que é chamada de intérfase. Depois da intérfase é que ocorre a separação, não só das cromátides como das outras estruturas celulares. Numa determinada fase do processo, os cromossomos migram para a região do meio da célula e ligam-se aos fusos mitóticos, que nas células animais são prolongamentos dos centríolos. Em seguida, esses fusos se encurtam e as cromátides se separam. Refaz-se se a membrana que reveste o núcleo e dividem-se as organelas já duplicadas, como os centríolos e as mitocôndrias. Desta forma, cada célula filha fica com o mesmo número de organelas e de cromossomos da célula-mãe.

11) Células vegetais e animais se dividem do mesmo modo?

Quanto aos princípios que regem a divisão celular sim, os dois tipos celulares se dividem do mesmo modo. O que muda são certos acabamentos ou detalhes que envolvem as estruturas de cada uma dessas células. Os vegetais, por exemplo, não têm centríolos, mesmo assim, formam-se os fusos mitóticos que se ligam às cromátides. Por outro lado, devido à presença da parede celular nas plantas, ela começa a se formar antes da separação final do citoplasma. Vesículas, provenientes provavelmente do Golgi e carregadas de pectina, vão sendo depositadas entre os dois núcleos formados, constituindo uma placa que depois dará origem à parede celular.

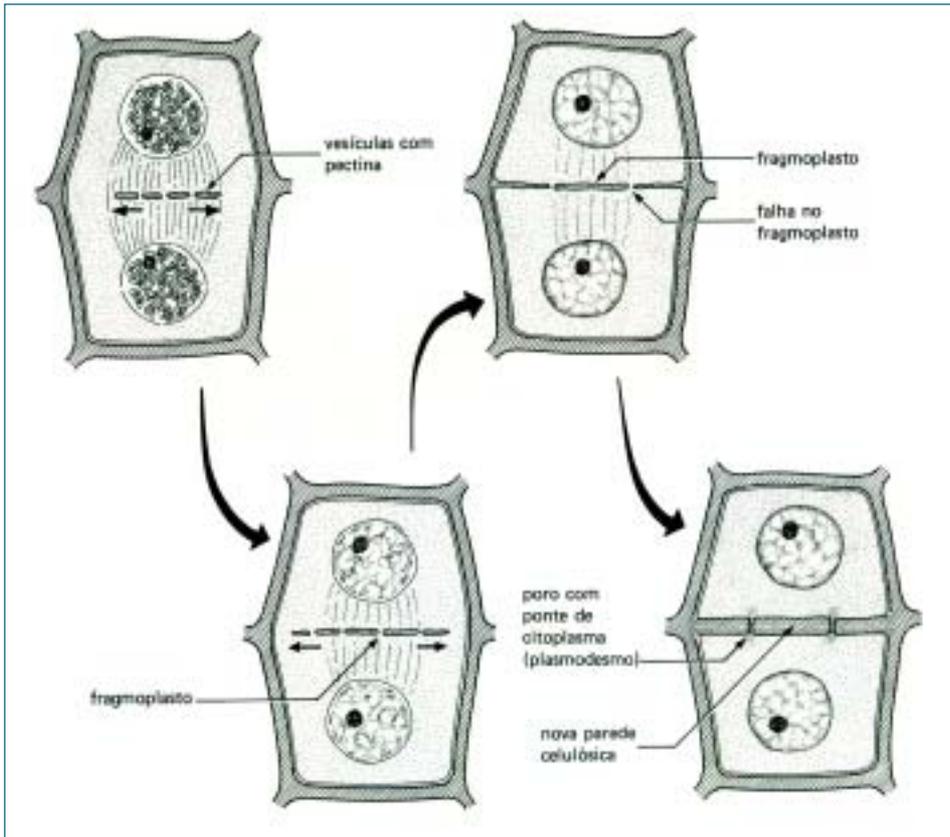


Fig. 1.7 – Nas células vegetais, após a divisão nuclear, a separação do citoplasma difere muito da ocorrida nas células animais. Nos vegetais, a citocinese é centrífuga, resultando do fenômeno primário de deposição de vesículas com pectina do centro para a periferia da célula. Acompanhe as explicações do texto. (Figura modificada de Berkaloff *et al. Biologia e fisiologia celular*. São Paulo, Edgard Blücher Ed./Edusp, 1972.)

Q.E. 20) Sabendo que uma célula humana tem 46 cromossomos, quantas moléculas de DNA há em uma célula que está antes da intérfase, no início e no fim da divisão celular?

QUESTÃO DE VESTIBULAR

37) A vinblastina é um quimioterápico usado no tratamento de pacientes com câncer. Sabendo-se que essa substância impede a formação de microtúbulos, pode-se concluir que sua interferência no processo de multiplicação celular ocorre na

- condensação dos cromossomos.
- descondensação dos cromossomos.
- duplicação dos cromossomos.
- migração dos cromossomos.
- reorganização dos nucléolos.

O câncer é uma doença que apresenta grande relação com a mitose, pois é um descontrole no processo de divisão mitótica que faz as células se dividirem sem parar e formar os tumores. A vinblastina atua como um quimioterápico porque ela impede a formação dos microtúbulos, que fazem parte do fuso mitótico. Sem fuso, não há a separação ou migração dos cromossomos para as células-filhas, e sem esta migração correta, a divisão celular ou mitose é bloqueada. Bloqueando-se a mitose, controla-se o desenvolvimento do tumor, por isto, a alternativa correta é a “d”.

QUESTÃO DE VESTIBULAR

Um cromossomo é formado por uma longa molécula de DNA associada a proteínas. Isso permite afirmar que o núcleo de uma célula somática humana em ...A... possui ...B... moléculas de DNA. Qual das alternativas indica os termos que substituem corretamente as letras A e B?

- a) A = início de intérfase (G1); B = 46.
- b) A = fim de intérfase (G2); B = 23.
- c) A = início de mitose (prófase); B = 46.
- d) A = fim de mitose (telófase); B = 23.
- e) A = qualquer fase do ciclo celular; B = 92.

SUGESTÃO DE ATIVIDADES:

I - Para se compreender melhor o que é a membrana plasmática, faça uma bola de massa de modelar do tamanho de um limão e introduza nela vários palitos de fósforo, cobrindo toda a superfície. Envolve-a com um fio de Nylon. Em seguida, prepare num balde uma mistura de detergente e água (1:1) e mergulhe a estrutura montada, puxando-a pelo fio de Nylon. O que se forma entre os palitos, circundando a bola é muito semelhante a uma membrana plasmática, incluindo a sua espessura.

Seguindo esta analogia, responda:

- a) Sabendo que a parte mais externa representa a membrana plasmática, o que representaria a bola central?
- b) O espaço entre a superfície da bola central e a estrutura que representa a membrana plasmática está ocupado pelo ar. Esta região seria uma boa analogia com o citoplasma? Por quê?

II - Monte um modelo de célula. Usando balões e canudinhos de refrigerante, pode-se representar células eucarióticas e procarióticas, destacando as suas principais características. Quais são as principais características a serem representadas?

III - Monte outro modelo de célula, usando como materiais uma vasilha de plástico preenchida com uma gelatina (gel para cabelo também serve!). Separe pequenos objetos, como fios de lã, macarrões parafuso, tampas de garrafas pet, entre outros, e represente as organelas estudadas. Utilize como modelo a célula da figura 1.2, mas não se esqueça que o que está representado na figura está num plano bidimensional e o que será representado, está em três dimensões e isso deve fazer diferença!

IV - Relatos de Viagem

Finalmente conseguimos visitar uma célula. É um pequeno mundo, totalmente cercado por uma **fronteira** bem controlada, que regula tudo que entra e que sai...

Há um incrível trânsito de matérias-primas e de energia nas fronteiras dessa cidade, pois sua vida depende totalmente de **produtos importados**. É verdade, também que há alguns **produtos internos** que são exportados e, segundo se diz são muito requisitados no exterior.

O lugar é organizado, como já tínhamos ouvido dizer. Há **túneis e canais** que levam a todas as partes, garantindo um trânsito rápido e fácil. Além disso, esses canais estão diretamente ligados às **fábricas**, nas quais são produzidas **matérias-primas necessárias ao dia-a-dia** e também **produtos para exportação**; estes são levados a **centros de armazenamento e de estocagem**, onde ficam até a hora de serem exportados.

Há **encarregados de limpeza e de consertos**, que eliminam os resíduos e mantêm tudo limpo e em perfeito funcionamento. Mas, o que chama mesmo a atenção, são as **usinas de produção de energia**. Perguntando porque havia tantas, soube que aqui se adota um modelo descentralizado: em vez de uma única usina grande, há **dezenas ou centenas de pequenas usinas**, distribuídas por toda parte. **A energia da matéria-prima que chega a uma usina** é extraída e convertida em pequenos pacotes energéticos, com um rótulo onde se lê: “*”. Usa-se * em todos os lugares, como uma espécie de “moeda energética local”, com a qual se faz qualquer coisa.

(Amabis e Martho, 2001, Conceitos de Biologia, vol. 1, p. 97).

Com o conhecimento adquirido até agora, como você substituiria as expressões em negrito por estruturas presentes nas células? No final do texto, há o nome de uma substância que foi omitida por um asterisco. Que substância é essa?

Unidade 2

Metabolismo

celular

Organizadores

Paulo Takeo Sano

Lyria Mori

Elaboradores

Solange Soares
de Camargo

Maria Elena
Infante-Malachias

Muito legal essa viagem pela célula não é? Mas será que você conseguiu lembrar do nome da substância “*” que aparece no final do texto anterior. Se não, fique tranquilo, vamos lembrar juntos. O nome da substância misteriosa que é produzida por todas aquelas pequenas usinas de energia (mitocôndrias) e que serve de moeda de troca energética para a célula é Adenosina tri fosfato mais conhecida como ATP.

1) Mas que substância é mesmo esse ATP?

Essa substância é um nucleotídeo constituído por uma base nitrogenada (a adenina), por um açúcar (a ribose) e por três grupamentos fosfato, por isso e chamada tri-fosfato. A adenina ao se unir a ribose forma a adenosina. Se apenas um fosfato se ligar a adenosina, teremos então o monofosfato de adenosina: AMP (que é super importante para o sistema nervoso dos organismos!); a ligação a um segundo fosfato vai originar o difosfato de adenosina (ADP) e, ao ligar-se a um terceiro fosfato teremos o famoso trifosfato de adenosina ou ATP (a sigla vêm do inglês *Adenosine Triphosphate*).

2) Por que o ATP é um bom armazenador de energia? Isso têm a ver com os 3 fosfatos que ele carrega?

Boa pergunta! Sim, a característica do ATP ser um ótimo armazenador de energia tem tudo a ver com os fosfatos. As ligações dos fosfatos (entre eles) são ligações de alta energia, permitindo acumulá-la em grande quantidade. Outra coisa muito importante é que o ATP pode “ceder” essa energia à maioria dos processos vitais realizados pela célula, ou seja, ela não somente armazena como principalmente transfere de maneira eficaz, a energia acumulada. Olhando para a figura 7.2 (Conceitos de Biologia), podemos identificar a estrutura do ATP.

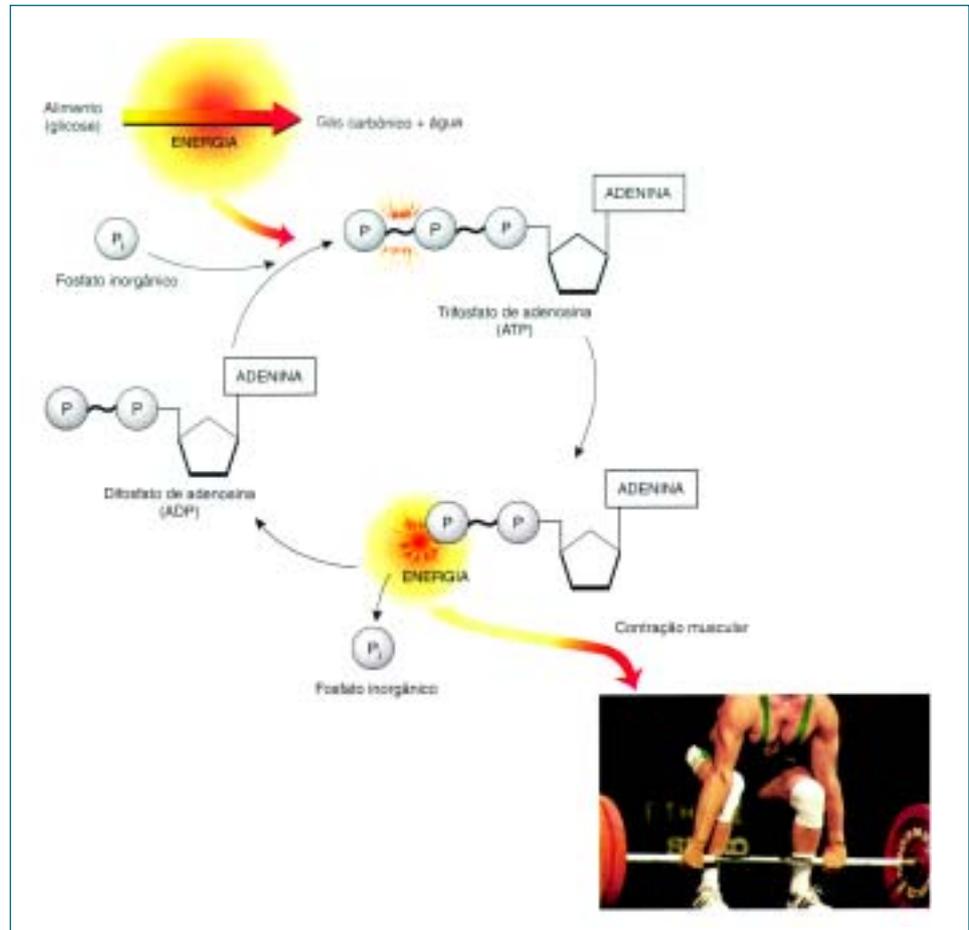


Fig. 2.1 – Representação esquemática do papel do ATP como “moeda energética” da célula. As reações catabólicas liberam energia, que é armazenada nas moléculas de ATP. A célula utiliza essa energia armazenada para realizar trabalho, por exemplo para a união de aminoácidos, para a fabricação das proteínas, no transporte de substâncias através da membrana plasmática, na contração muscular etc.

Q.E. 1) Na figura anterior está indicado que o alimento é o que dá energia, mas, a energia não é liberada pelo ATP? Explique:

Tudo bem, para saber como é obtida essa “moeda forte”, ou seja, o ATP nas células, vamos dar uma olhadinha no nosso dia-a-dia. É comum ouvir mães e, principalmente vovós, falando “*come menino, para você ficar bem forte e com muita energia*”. Nos comerciais as propagandas nos dizem que se comemos alguns alimentos achocolatados e cereais teremos energia de sobra até para realizar as manobras mais radicais! Bom, tudo bem, mas a primeira pergunta que surge é:

3) Será que a energia que o nosso corpo precisa para realizar todas as muitas atividades que realiza provêm dos alimentos?

Sim, sem dúvida, os alimentos que ingerimos fornecem a energia necessária para que as nossas células, e o nosso organismo possam realizar as suas funções.

4) Isso ocorre com todos os alimentos? Mesmo com a alface que a mãe obriga a comer?

Sim, todos os alimentos fornecem energia ao nosso organismo em forma de ATP, incluindo o alface, o jiló, o quiabo e por aí vai. Existem alimentos mais e outros menos energéticos, mas vamos por parte.

Q.E. 2) Como você imagina que isso ocorre? Pare um pouco, pense e tente “inventar” uma explicação, anote a sua explicação no caderno. No final compare a sua explicação com o que realmente ocorre.

Em princípio TODOS os alimentos que ingerimos devem ser degradados em moléculas mais simples a serem utilizadas pelas células, utilizando reações exotérmicas (*exo*=exterior e *térmica* vem de calor: energia), ou seja, reações que produzem energia.

Dito de uma outra forma, todos os alimentos que ingerimos estão reduzidos, isto é, possuem elétrons que podem ser doados, e precisam ser transformados (os alimentos) em substâncias bem mais simples que sejam capazes de receber elétrons (substâncias oxidadas). Lembre-se: quando acontece uma reação química em que moléculas são degradadas, os átomos se reassociam formando outras moléculas. Então para que os nutrientes que ingerimos sejam oxidados, estes precisam reagir com o gás oxigênio (O_2), liberando energia. Parte dessa energia é armazenada no ATP, que você já conhece muito bem! Para ser utilizada nos processos celulares.

5) Até aqui tudo bem, mas estamos falando de nutrientes e de O_2 . Isso não foi visto quando falamos de fotossíntese? Uma coisa tem a ver com a outra?

É claro que têm tudo a ver! Lembra o que acontece durante o dia na fotossíntese? (pode relembrar nas primeiras páginas deste fascículo) as plantas produzem glicose e O_2 . O oxigênio será utilizado na respiração celular (que ocorre na mitocôndria); e quando comemos aquela alface ou aquela batatinha frita (hmm, está me dando fome!) estamos ingerindo glicose que é um carboidrato, entre outros nutrientes. Logo falaremos desses outros nutrientes.

Quando uma molécula de glicose reage com 6 moléculas de oxigênio, formam-se 6 moléculas de gás carbônico (CO_2) e 6 de água (H_2O). A energia liberada nesse processo é suficiente para a fabricação de cerca de 38 moléculas de ATP: isto ocorre a partir de 38 moléculas de ADP e 38 fosfatos.

TUDO esse processo a partir dos nutrientes, utilizando O_2 para obter energia em forma de ATP e produzir CO_2 e H_2O é chamado de respiração celular ou respiração aeróbica por utilizar o oxigênio atmosférico.

Q.E. 3) Até aqui está tudo claro, mas, de que forma a batata frita que você come vai se transformar em ATP?

Para obter a energia da batatinha frita (que está reduzida) o organismo precisa oxidá-la completamente, para finalmente obter a energia em forma de ATP. Esse processo todo chama-se respiração celular e ocorre principalmente dentro das mitocôndrias (as pequenas usinas) da célula. Esse processo é formado por três etapas importantíssimas. Mas, antes de ver as etapas, vamos tentar responder umas questões:

QUESTÃO DE VESTIBULAR

O trifosfato de adenosina (ATP) é um:

- a) ácido nucléico.
- b) lipídio.
- c) monossacarídeo.
- d) nucleotídeo.

É claro que você respondeu acertadamente que o ATP é um nucleotídeo

QUESTÃO DE VESTIBULAR

Quando uma proteína se desnatura, ela:

- a) modifica sua estrutura primária.
- b) modifica sua estrutura espacial.
- c) altera a ligação entre seus átomos.
- d) tem suas ligações peptídicas quebradas.

Se respondeu que o isótopo de O_2 está na água, você está certo! Lembra que o processo de produção de energia termina com os nutrientes finalmente transformados em CO_2 e H_2O .

Então vamos tentar responder agora a seguinte questão:

QUESTÃO DE VESTIBULAR

Qual das alternativas indica corretamente os compartimentos celulares nos quais ocorrem as diversas etapas da respiração celular?

	Ciclo de Krebs	Glicólise	Fosforilação oxidativa
a)	Citosol	Mitocôndria	Citosol
b)	Mitocôndria	Citosol	Mitocôndria
c)	Mitocôndria	Citosol	Mitocôndria
d)	Mitocôndria	Mitocôndria	Mitocôndria

Estávamos falando que o processo de respiração celular têm três etapas: glicólise, ciclo de Krebs e fosforilação oxidativa. Bom, em primeiro lugar, a glicose é degradada através de várias enzimas específicas num total de 10 reações a duas moléculas menores o ácido pirúvico ou piruvato. Este processo chamado glicólise ocorre no citoplasma celular (especificamente no citosol ou líquido citoplasmático). Para que a glicose possa ser ativada a célula gasta 2 ATP, esse “investimento” é pago com juros, pois a cada molécula de glicose são produzidos pela glicólise 4 ATPs. Isto significa que o rendimento total da glicólise são 2 ATP (Produz 4, mas gasta 2, o “saldo” são 2 ATPs). Na glicólise também são liberados elétrons energizados e íons H^+ .

Os ácidos pirúvicos e os íons H^+ produzidos durante a glicólise são conduzidos para dentro da mitocôndria, onde libertarão sua energia restante. O ácido pirúvico libera uma molécula de gás carbônico e uma de acetil. A molécula de acetil inicia uma série de oito reações (lembra que estamos dentro da mitocôndria) chamada de ciclo de Krebs ou ciclo do ácido cítrico. Os produtos finais do ciclo de Krebs são 2 CO_2 além de mais elétrons energizados e íons H^+ .

6) Os elétrons energizados e íons H^+ devem ser muito importantes, pois são produzidos tanto na glicólise como no ciclo de Krebs. Isto é verdade? Por quê?

Sim, é verdade, estes elétrons energizados e íons H^+ passam por substâncias transportadoras que ficam literalmente “enfileiradas” na membrana interna da mitocôndria formando a chamada cadeia respiratória ou cadeia de trans-

porte de elétrons. Este transporte de elétrons permite que eles liberem gradativamente o excesso de energia. Essa energia é utilizada para forçar os íons H^+ para o espaço entre as duas membranas mitocondriais. Os íons H^+ acumulados nesse espaço são difundidos de novo para dentro da matriz mitocondrial. Essa passagem de íons H^+ produz muita energia, pois fosforila ADP para formar ATP, esse processo é chamado de fosforilação oxidativa.

Bom, agora dá para responder a questão anterior não dá? A alternativa correta é a c.

Q.E. 4) Agora preste atenção ao desenho a seguir e veja bem quantos ATP são produzidos em cada etapa da respiração celular.

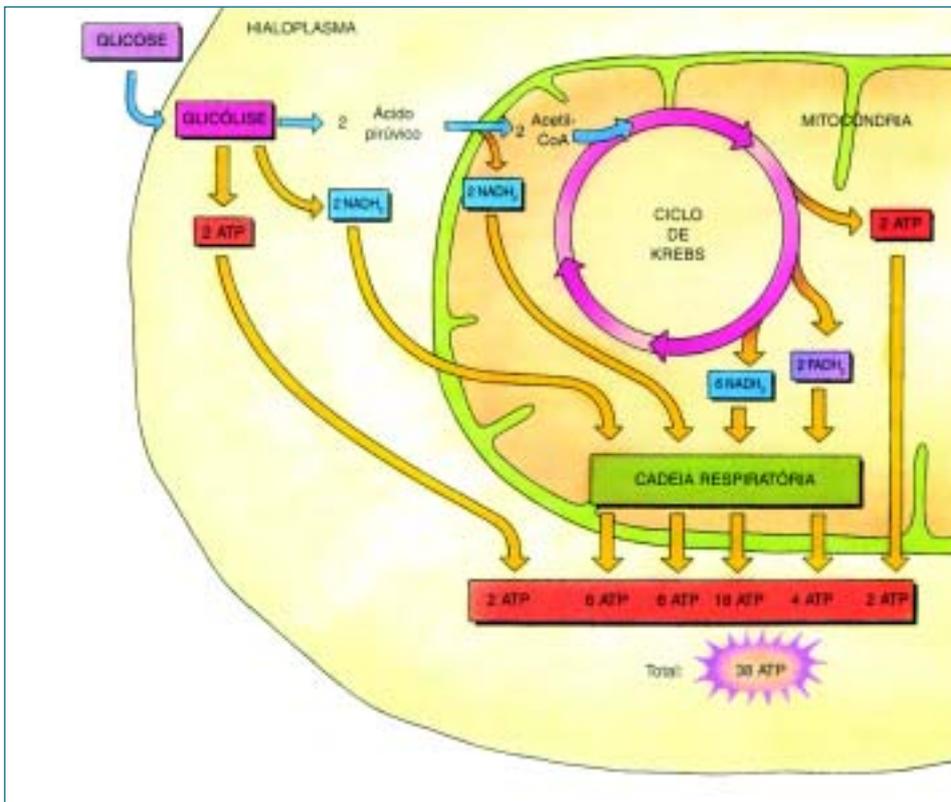


Fig. 2.2 – Localização das etapas da respiração celular e produção do ATP. A glicólise ocorre no citosol enquanto o ciclo de Krebs e a cadeia respiratória ocorrem na mitocôndria.

Q.E. 5) Todo o processo da respiração aeróbica ocorre quando há oxigênio atmosférico que pode ser utilizado. O que ocorre quando não há oxigênio?

Muitos fungos e bactérias vivem em ambientes pobres em O_2 , a obtenção de energia se dá pela degradação parcial de moléculas orgânicas a moléculas menores. Este processo é a fermentação. As células do nosso corpo também podem realizar a fermentação quando falta O_2 para a respiração celular. Este processo também começa com a degradação da glicose, a glicólise produzindo 2 ácidos pirúvicos, e liberando energia para um “saldo” de 2 ATP. Em seguida o ácido pirúvico pode-se transformar em ácido lático ou etanol e CO_2 .

Então vamos responder a questão a seguir:

QUESTÃO DE VESTIBULAR

Fisiologistas esportivas em um centro de treinamento olímpico desejam monitorar os atletas para determinar a partir de que ponto seus músculos passam a trabalhar anaerobicamente. Eles podem fazer isso investigando o aumento, nos músculos, de:

- a) ATP.
- b) ADP.
- c) gás carbônico.
- d) ácido lático.

Como você já deve ter ouvido falar, os esportistas podem acumular ácido lático nos seus músculos. Este processo é denominado de fermentação láctica, e além das células musculares pode ser realizado por algumas bactérias, por exemplo, as bactérias que fermentam o leite.

Em outra situação o ácido pirúvico proveniente da glicólise transforma-se em etanol (álcool etílico) e CO_2 , este processo de fermentação alcoólica é realizado por alguns fungos, como o fermento de pão ou o fungo de padaria *Saccharomyces cerevisiae*. Há milênios a humanidade utiliza as leveduras para produzir bebidas alcoólicas e na produção de pão. Observe os detalhes da fermentação láctica e alcoólica na figura a seguir:

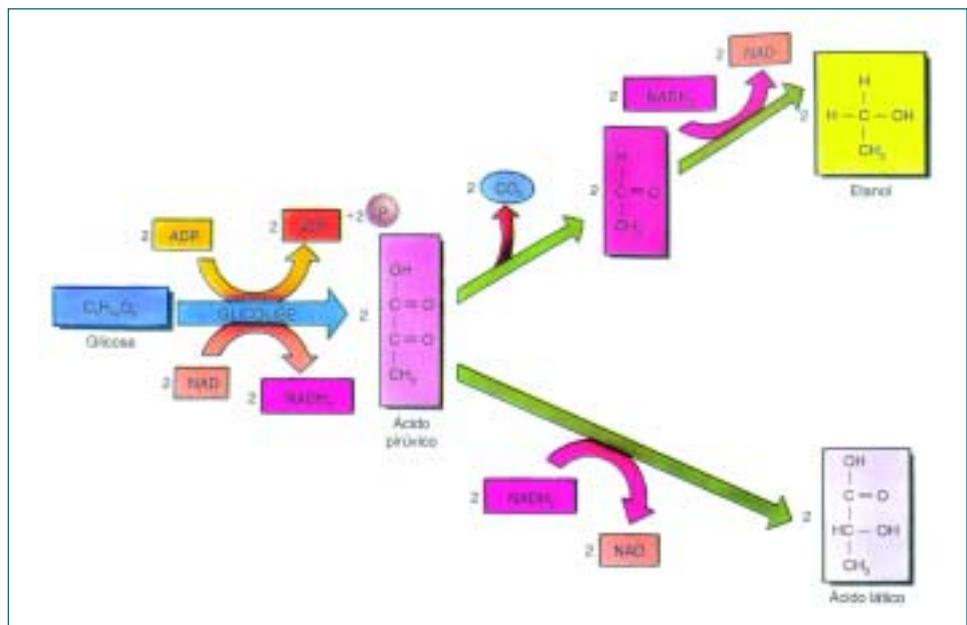


Fig. 2.3 – Representação esquemática das principais etapas da fermentação láctica e da fermentação alcoólica.

Q.E. 6) Compare o processo de respiração aeróbica com o da fermentação sob os seguintes aspectos:

- a) Reagentes e produtos finais de cada um.
- b) Rendimento energético de cada um.
- c) Como se explica o fato de o rendimento energético da respiração aeróbica ser tão superior ao da fermentação?

Quando iniciamos esta conversa sobre a obtenção de energia através dos alimentos, você nem imaginava que a sua avó estava certa quando dizia “Come menino, para ter mais energia, mais força!” Que senhora sabida, hein? Como

you already studied, the whole process of cellular respiration begins with the degradation of glucose in glycolysis.

Q.E. 7) Try to rewrite the whole process with your own words. Compare your text with the one at the beginning, when you had to “invent” a story to explain the energy production. Compare the two texts, which one is better?

Q.E. 8) Think about the following: through the radiant energy of the sun, plants perform photosynthesis to produce food and O_2 . Other living organisms, finally, through cellular respiration, obtain energy in the form of ATP. Have you ever heard of the first law of thermodynamics? Read about it or talk to your monitor and relate it to the previous sentence.

Continuing, we know that you don't just ingest glucose in your diet! So let's study which substances are present in cells, and consequently, in food?

Q.E. 9) Write in your notebook the substances that you believe make up living matter. As we already know, living organisms are made of matter and matter is made of atoms.

7) The atoms that form the matter of living organisms are different from those that form non-living matter?

No, although in living matter certain types of atoms predominate. They are identical to those found in non-living matter.

Atoms are units that compose molecules. A molecule can be formed by two, three or thousands of atoms, for example, the water molecule is formed by two hydrogen atoms (H) and one oxygen atom (O), while the DNA molecule (which you have heard a lot about) has thousands of carbon atoms (C) among thousands of other chemical elements. When living matter is analyzed in relation to the atoms that form it, the most abundant are: carbon (C), hydrogen (H), oxygen (O), nitrogen (N), phosphorus (P) and sulfur (S).

8) If the atoms of non-living matter are the same as those of living matter, is there any of them that makes the difference?

Living matter is made of organic molecules, and the carbon atom (C) forms the basic structure of all of them. In these molecules, carbon atoms are joined in a sequence forming carbon chains. Carbon can form bonds with other atoms and in this way form different organic molecules.

Q.E. 10) Try to explain what it means to form bonds with other atoms?

Atoms almost never find themselves alone, they are joined to other atoms by bonds. A covalent bond occurs in the outermost layer of the atom (between the outer electrons) and is very strong and stable. The hydrogen atom (H) can only form one covalent bond, the oxygen atom (O) two; the nitrogen atom (N) three; and the carbon atom (C) can form four covalent bonds! It is for this reason that the carbon atom forms carbon skeletons in organic molecules.

Vamos agora responder uma questão:

QUESTÃO DE VESTIBULAR

Os elementos químicos mais abundantes na matéria viva são:

- a) carbono, hidrogênio, oxigênio e cloro.
- b) carbono, hidrogênio, fósforo e enxofre.
- c) carbono, hidrogênio, oxigênio e nitrogênio.
- d) carbono, hidrogênio, cloro e sódio.

Muito bem para quem respondeu a alternativa c. Os elementos químicos mais importantes da matéria viva já sabemos, mas quais serão as moléculas mais importantes?

QUESTÃO DE VESTIBULAR

A substância química mais abundante em um ser vivo é:

- a) água.
- b) açúcar.
- c) DNA.
- d) lipídio.
- e) proteína.

Q.E. 11) Para responder esta questão, pare um momento e pense no que você costuma comer. Que tipo de substância está presente nos alimentos?

A matéria que compõe os seres vivos revela abundância de água (75 a 85% do peso de qualquer ser vivo).

QUESTÃO DE VESTIBULAR

As substâncias orgânicas mais abundantes em uma pessoa são, em ordem decrescente da esquerda para a direita:

- a) ácidos nucleicos, proteínas, glicídios e lipídios.
- b) lipídios, glicídios, proteínas e ácidos nucleicos.
- c) proteínas, glicídios, ácidos nucleicos e lipídios.
- d) proteínas, lipídios, glicídios e ácidos nucleicos.

Se você respondeu a alternativa d, está sabendo bem. As substâncias que formam a matéria orgânica e que estão presentes nos alimentos por ordem de abundância são: proteínas, lipídeos, açúcares e ácidos nucleicos.

As proteínas são moléculas muito grandes chamadas de macromoléculas, formada por unidades menores unidas como as contas de um colar: os amino-ácidos. Observe a figura a seguir:

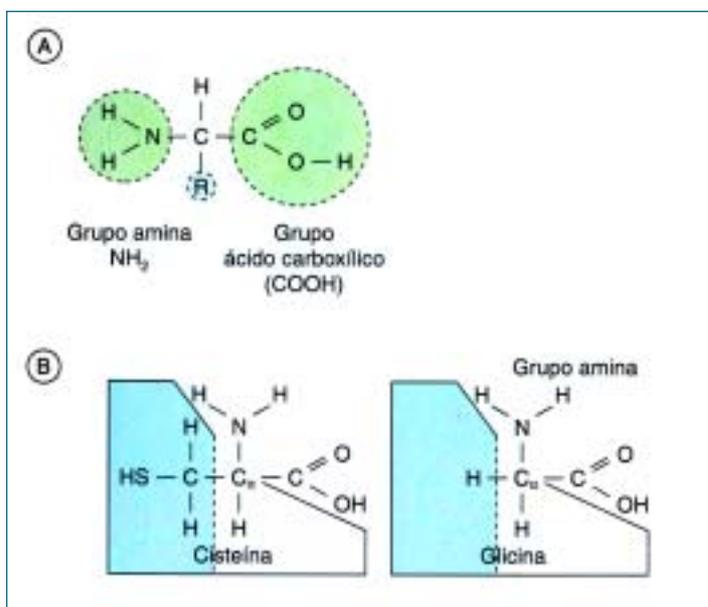


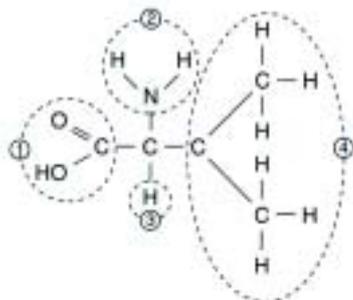
Fig. 2.4 – Representação esquemática das principais etapas da fermentação láctica e da fermentação alcoólica.

O aminoácido tem um átomo central de carbono, e, unidos a ele quatro grupamentos característicos de todo aminoácido.

QUESTÃO DE VESTIBULAR

Observe a fórmula do aminoácido valina, encontrado nas proteínas dos seres vivos. Note que há partes da molécula destacadas e numeradas. Sobre esses destaques responda:

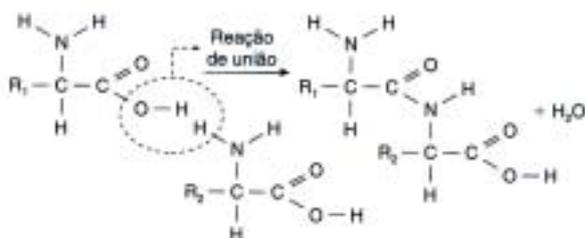
- O que representam os números 1, 2, 3 e 4?
- Qual desses grupos destacados varia de acordo com o aminoácido?



Um dos grupamentos corresponde a um átomo de hidrogênio, outro é um grupamento amino (NH_2), outro um grupamento de natureza ácida, a carboxila (COOH), daí o nome aminoácido. O quarto grupamento é o radical que determina o tipo de aminoácido (existem 20 tipos).

QUESTÃO DE VESTIBULAR

(Mogi-SP) Para formar proteínas, a célula une aminoácidos, como está esquematizado entre 2 deles nesta questão:



QUESTÃO DE VESTIBULAR (CONTINUAÇÃO)

Responda:

- Como se chama a ligação entre dois aminoácidos?
- Em que partes das moléculas dos aminoácidos se dá a ligação?
- Qual o nome da molécula resultante desta ligação entre dois aminoácidos?
- Qual o significado de R1 e R2 nas moléculas dos aminoácidos?

Para formar um peptídeo (mais de um aminoácido) e depois uma proteína (uma longa cadeia de aminoácidos); estes têm que formar uma ligação peptídica entre o nitrogênio do grupo amino de um aminoácido e o carbono do grupo carboxila de outro aminoácido.

Q.E. 12) Então responda o que diferencia uma proteína da outra? Escreva no seu caderno.

QUESTÃO DE VESTIBULAR

(E.F.O. Alfenas-MG) Num polipeptídeo que possui 84 ligações peptídicas, os respectivos números de aminoácidos e de grupamento(s) amino terminal e grupamento(s) ácido terminal são:

- 84, 1, 1.
- 85, 1, 1.
- 85, 84, 84.
- 84, 85, 85.
- 1, 85, 85.

Se você respondeu a alternativa b, parabéns!

As proteínas diferem quanto ao tipo e ao número de aminoácidos que as compõem e quanto à seqüência em que estes aminoácidos estão unidos. Cada uma das nossas células têm pelo menos 3 mil tipos diferentes de proteínas!! Que atuam em todos os processos vitais, desde a produção de energia até a fabricação e destruição de substâncias intracelulares.

Q.E. 13) Pesquise e anote no seu caderno as diferentes funções que as proteínas podem ter na célula e nos organismos vivos.

QUESTÃO DE VESTIBULAR

Quando uma proteína se desnatura, ela:

- modifica sua estrutura primária.
- modifica sua estrutura espacial.
- altera a ligação entre seus átomos.
- tem suas ligações peptídicas quebradas.

A resposta é b, pois as moléculas polipeptídicas são longas e filamentosas, enrolando-se e dobrando-se de modo a formar sua estrutura espacial. Quando uma proteína é aquecida, ela se desenrola e perde a sua estrutura espacial. Essa alteração é chamada de desnaturação.

9) A desnaturação só ocorre por causa da temperatura elevada?

Não, existem outros fatores que podem desnaturar a proteína tais como: o grau de acidez do meio e a concentração de sais, entre outros fatores.

Q.E. 14) Pesquise os níveis de enrolamento das proteínas, converse com o seu monitor sobre o resultado da sua pesquisa, anote no seu caderninho.

Q.E. 15) Pergunta: você já sabe como e onde são formadas as proteínas. Faça um esquema no seu caderno e explique.

As proteínas são formadas pelos ribossomos da célula, estas, uma vez desligadas dos ribossomos, entram no retículo endoplasmático rugoso (RER) onde são transferidas para o aparelho de Golgi. Nesta “viagem” pelo RER e pelo Golgi as proteínas são identificadas, modificadas e empacotadas em pequenas bolsas membranosas podendo atuar dentro da própria célula ou no meio externo (veja a figura a seguir).

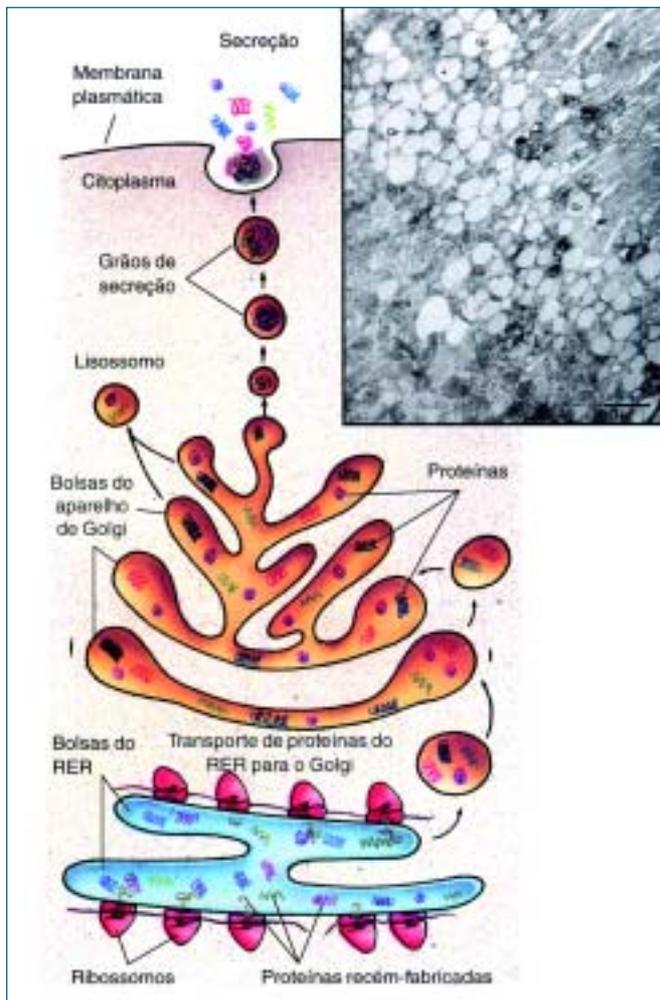


Fig. 2.5 – O retículo endoplasmático rugoso (RER) e o aparelho de Golgi funcionam de modo integrado. Proteínas produzidas pelos ribossomos penetram no RER, de onde são transferidas para o aparelho de Golgi. Neste, as proteínas são identificadas, modificadas e empacotadas em pequenas bolsas membranosas, que podem atuar dentro da própria célula ou no meio externo. A fotomicrografia eletrônica mostra a região apical de uma célula animal, repleta de grãos de secreção prontos para ser eliminados (aumento \cong 6.600 vezes).

10) As proteínas são de fato as moléculas orgânicas mais abundantes nos seres vivos. E quanto às outras?

Voltando a nossa conversa sobre a composição da matéria viva, em segundo lugar (em termos de abundância) estão as gorduras:

A principal característica das gorduras ou lipídios é que são insolúveis em água e há três tipos principais:

- Glicerídeos: são os óleos e as gorduras, sendo todos eles formados por uma molécula de glicerol (um álcool de três carbonos) e ácidos graxos. Os glicerídeos são usados como reserva de energia.
- Ceras: longas moléculas de ácidos graxos unidas a moléculas de álcool de cadeia longa. São altamente insolúveis e impermeabilizam a superfície das folhas das plantas, reduzindo a perda de água pela transpiração.
- Esteróides: constituem uma categoria “especial” de lipídeos. São compostos de quatro anéis de carbono, interligados com átomos de hidrogênio (H) e oxigênio (O). O vilão colesterol é um esteróide.

Se você lembra, a membrana celular é formada por um tipo especial de lipídeo (um tipo de glicerídeo) os fosfolipídeos que são constituídos por duas cadeias de ácidos graxos e um átomo de fósforo.

QUESTÃO DE VESTIBULAR

(Vunesp) São considerados oses ou monossacarídeos.

- maltose e glicose
- sacarose e maltose
- amido e glicogênio
- glicose e frutose
- amido e sacarose

A alternativa “d” é a correta. A glicose (fundamental para a obtenção de energia pela célula, lembra?) e a frutose são monossacarídeos, isto é, as unidades básicas que compõem o terceiro tipo de molécula mais abundante nos seres vivos: os açúcares, carboidratos ou hidratos de carbono. Estes sempre são formados por carbono, hidrogênio e oxigênio. Nas células vivas os açúcares formam cadeias fechadas. Os monossacarídeos podem se unir para formar moléculas mais complexas: a união da glicose com a frutose origina um dissacarídeo chamado de sacarose (açúcar da cana). Cadeias mais longas são chamadas de polissacarídeos, como o amido nas plantas e o glicogênio nos animais.

QUESTÃO DE VESTIBULAR

(UFPA) “Geneticistas e bioquímicos estão criando uma nova revolução na Medicina, é a terapia gênica. Os genes, que são em torno de 50.000 a 100.000, são formados por milhões de moléculas menores, os _____, que compõem a molécula de _____. Implantar um gene significa colocar, no lugar exato, um conjunto completo de _____.” (Superinteressante, nov. 97)

A alternativa que contém as palavras que completam, corretamente, as lacunas do texto acima é:

- aminoácidos, proteínas, enzimas.
- ácidos graxos, lipídeos, ácidos graxos.
- nucleosídeos, RNA, pentoses.
- nucleotídeos, DNA, nucleotídeos.
- fosfatos, pentoses, bases

Os ácidos nucléicos formam o DNA, a molécula que carrega toda as informações genéticas dos seres vivos! O nome deriva deles terem sido encontrados no núcleo das células.

QUESTÃO DE VESTIBULAR

Assinale a alternativa correta sobre os ácidos nucléicos (I e II) cujos resultados da análise estão mostrados na tabela a seguir.

	I	II
Tipo de açúcar	Desoxirribose	Ribose
Tipo de base nitrogenada	Adenina	Adenina
	Timina	Uracila
	Citosina	Citosina
	Guanina	Guanina

- a) trata-se de DNA em ambos os casos.
 b) trata-se de RNA em ambos os casos.
 c) o ácido nucléico I é DNA e o II, RNA.
 d) o ácido nucléico é RNA e o II, DNA.

Existem dois tipos de ácidos nucléicos: o DNA (ácido desoxirribonucléico) e o RNA (ácido ribonucléico). Ambos possuem uma estrutura básica chamada nucleotídeo, constituída por uma base nitrogenada, um açúcar, e pelo ácido fosfórico. Os açúcares são a desoxirribose para o DNA e a ribose para o RNA. As bases adenina e guanina são púricas e as bases citosina e timina são pirimídicas.

Q.E. 16) Com todas essas moléculas orgânicas, a célula pode realizar o seu metabolismo. O que é para você o metabolismo? Escreva a sua definição no caderno e depois leia:

Resumindo, o metabolismo celular é o conjunto de todas as reações químicas ocorridas nas células dos seres vivos, é o que lhes permite crescer, manter a sua identidade e se reproduzir.

Depois de tudo o que temos estudado juntos, e relembando o diário de viagem onde visitamos a “cidadela” (uma célula) por dentro, responda:

11) De onde vem o nome célula?

Pude perceber, com extraordinária clareza que ele (o pedaço de cortiça) era todo perfurado e poroso, assemelhando-se muito, quanto a isto, a um favo de mel (...) Além disso, esses poros, ou **células**, não eram muito fundos e sim constituídos de um grande número de pequenas caixas (...)

Descrição feita em 1665 por Robert Hooke ao observar ao microscópio cortes muito finos de cortiça. Sua descrição enfatiza que o material era formado por inúmeras e pequenas caixas ou células ocas.

11) Por que a Teoria Celular é uma idéia unificadora dentro da Biologia?

Porque ela permitiu vislumbrar um princípio básico em meio a toda a diversidade dos seres vivos: apesar de variarem em uma série de aspectos, TODOS os seres vivos são formados por células. A Teoria Celular foi estabelecida entre os anos de 1838 e 1839 por dois pesquisadores Matthias Schleiden e Theodor Schwann, baseados nas próprias observações e na de vários outros cientistas: “Todos os seres vivos – animais, vegetais ou protozoários – são compostos por células e por produtos dessas células”.

Se pararmos um pouco e pensarmos, a vida na terra está toda interconectada. Pense na seguinte questão: Será possível que um átomo de carbono pertencente a um extinto *Tiranossauro* faça parte de alguma molécula orgânica das minhas células?

Q.E. 17) Explique o que você pensa ao respeito do que acabou de ler. Não é fantástico?

Boa viagem e Bons estudos!

Bibliografia

Amabis, J.M e Martho, G. (2001). *Conceitos de Biologia*. Vol. 1. Origem da vida, citologia, histologia e embriologia. Editora Moderna, São Paulo, SP.

Martho, G. e Amabis, J.M. (1988). *A Ciência da Biologia*. Editora Moderna, São Paulo, SP.

NOTA DAS AUTORAS

Todo o texto deste fascículo foi uma adaptação de textos encontrados nos dois livros acima citados, com a devida autorização dos autores. As figuras são cópias xerográficas dos dois livros citados.

Anotações

Anotações

Anotações

Anotações