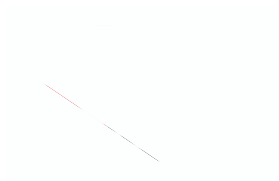




caderno do
PROFESSOR

BIOLOGIA



ensino médio
2ª SÉRIE
volume 1 - 2009





GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO

Governador
José Serra

Vice-Governador
Alberto Goldman

Secretária da Educação
Maria Helena Guimarães de Castro

Secretária-Adjunta
Iara Gloria Areias Prado

Chefe de Gabinete
Fernando Padula

Coordenadora de Estudos e Normas
Pedagógicas
Valéria de Souza

Coordenador de Ensino da Região
Metropolitana da Grande São Paulo
José Benedito de Oliveira

Coordenadora de Ensino do Interior
Aparecida Edna de Matos

Presidente da Fundação para o
Desenvolvimento da Educação – FDE
Fábio Bonini Simões de Lima

EXECUÇÃO

Coordenação Geral
Maria Inês Fini

Concepção
Guiomar Namó de Mello

Lino de Macedo
Luís Carlos de Menezes

Maria Inês Fini
Ruy Berger

GESTÃO

Fundação Carlos Alberto Vanzolini
Presidente do Conselho Curador:
Antonio Rafael Namur Muscat

Presidente da Diretoria Executiva:
Mauro Zilbovicius

Diretor de Gestão de Tecnologias
aplicadas à Educação:
Guilherme Ary Plonski

Coordenadoras Executivas de Projetos:
Beatriz Scavazza e Angela Sprenger

APOIO

CENP – Coordenadoria de Estudos e Normas
Pedagógicas

Coordenação do Desenvolvimento dos Conteúdos Programáticos e dos Cadernos dos Professores

Ghisleine Trigo Silveira

AUTORES

Ciências Humanas e suas Tecnologias

Filosofia: Paulo Miceli, Luiza Christov, Adilton
Luís Martins e Renê José Trentin Silveira

Geografia: Angela Corrêa da Silva, Jaime Tadeu
Oliva, Raul Borges Guimarães, Regina Araujo,
Regina Célia Bega dos Santos e Sérgio Adas

História: Paulo Miceli, Diego López Silva,
Glaydson José da Silva, Mônica Lungov Bugelli e
Raquel dos Santos Funari

Sociologia: Heloisa Helena Teixeira de Souza
Martins, Marcelo Santos Masset Lacombe,
Melissa de Mattos Pimenta e Stella Christina
Schrijnemaekers

Ciências da Natureza e suas Tecnologias

Biologia: Ghisleine Trigo Silveira, Fabiola Bovo
Mendonça, Felipe Bandoni de Oliveira, Lucilene
Aparecida Esperante Limp, Maria Augusta
Querubim Rodrigues Pereira, Olga Aguilar Santana,
Paulo Roberto da Cunha, Rodrigo Venturoso
Mendes da Silveira e Solange Soares de Camargo

Ciências: Ghisleine Trigo Silveira, Cristina
Leite, João Carlos Miguel Tomaz Micheletti Neto,
Julio César Foschini Lisboa, Lucilene Aparecida
Esperante Limp, Máira Batistoni e Silva, Maria
Augusta Querubim Rodrigues Pereira, Paulo
Rogério Miranda Correia, Renata Alves Ribeiro,
Ricardo Rechi Aguiar, Rosana dos Santos Jordão,
Simone Jaconetti Ydi e Yassuko Hosoume

Física: Luis Carlos de Menezes, Sonia Salem,
Estevam Rouxinol, Guilherme Brockington, Ivã
Gurgel, Luís Paulo de Carvalho Piassi, Marcelo de
Carvalho Bonetti, Maurício Pietrocola Pinto de
Oliveira, Maxwell Roger da Purificação Siqueira e
Yassuko Hosoume

Química: Denilse Moraes Zambom, Fabio Luiz de
Souza, Hebe Ribeiro da Cruz Peixoto, Isis Valença
de Sousa Santos, Luciane Hiromi Akahoshi,
Maria Eunice Ribeiro Marcondes, Maria Fernanda
Penteado Lamas e Yvone Mussa Esperidião

Linguagens, Códigos e suas Tecnologias

Arte: Geraldo de Oliveira Suzigan, Gisa Picosque,
Jéssica Mami Makino, Mirian Celeste Martins e
Sayonara Pereira

Educação Física: Adalberto dos Santos Souza,
Jocimar Daolio, Luciana Venâncio, Luiz Sanches
Neto, Mauro Betti e Sérgio Roberto Silveira

LEM – Inglês: Adriana Ranelli Weigel Borges,
Alzira da Silva Shimoura, Livia de Araújo Donnini
Rodrigues, Priscila Mayumi Hayama e Sueli Salles
Fidalgo

Língua Portuguesa: Alice Vieira, Débora Mallet
Pezarim de Angelo, Eliane Aparecida de Aguiar,
José Luís Marques López Landeira e João Henrique
Nogueira Mateos

Matemática

Matemática: Nilson José Machado, Carlos
Eduardo de Souza Campos Granja, José Luiz
Pastore Mello, Roberto Perides Moisés, Rogério
Ferreira da Fonseca, Ruy César Pietropaolo e
Walter Spinelli

Caderno do Gestor

Lino de Macedo, Maria Eliza Fini e Zuleika de Felice
Murrrie

Equipe de Produção

Coordenação Executiva: Beatriz Scavazza

Assessores: Alex Barros, Antonio Carlos Carvalho,
Beatriz Blay, Carla de Meira Leite, Eliane Yambanis,
Heloisa Amaral Dias de Oliveira, José Carlos
Augusto, Luiza Christov, Maria Eloisa Pires Tavares,
Paulo Eduardo Mendes, Paulo Roberto da Cunha,
Pepita Prata, Renata Elsa Stark, Solange Wagner
Locatelli e Vanessa Dias Moretti

Equipe Editorial

Coordenação Executiva: Angela Sprenger

Assessores: Denise Blanes e Luis Márcio Barbosa

Projeto Editorial: Zuleika de Felice Murrrie

Edição e Produção Editorial: Conexão Editorial,
Edições Jogo de Amarelinha, Aeroestúdio, Verba
Editorial e Ocky Design (projeto gráfico)

APOIO

FDE – Fundação para o Desenvolvimento
da Educação

CTP, Impressão e Acabamento

Imprensa Oficial do Estado de São Paulo

A Secretária da Educação do Estado de São Paulo autoriza a reprodução do conteúdo do material de sua titularidade pelas demais secretarias de educação do país, desde que mantida a integridade da obra e dos créditos, ressaltando que direitos autorais protegidos* deverão ser diretamente negociados com seus próprios titulares, sob pena de infração aos artigos da Lei nº 9.610/98.

* Constituem "direitos autorais protegidos" todas e quaisquer obras de terceiros reproduzidas no material da SEE-SP que não estejam em domínio público nos termos do artigo 41 da Lei de Direitos Autorais.

Catalogação na Fonte: Centro de Referência em Educação Mario Covas

S239c São Paulo (Estado) Secretaria da Educação.
Caderno do professor: biologia, ensino médio - 2ª série, volume 1 /
Secretaria da Educação; coordenação geral, Maria Inês Fini; equipe, Felipe
Bandoni de Oliveira, Ghisleine Trigo Silveira, Lucilene Aparecida Esperante
Limp, Maria Augusta Querubim Rodrigues Pereira, Paulo Roberto da Cunha,
Rodrigo Venturoso Mendes da Silveira, Solange Soares de Camargo. – São
Paulo: SEE, 2009.

ISBN 978-85-7849-1170-3

1. Biologia 2. Ensino Médio 3. Estudo e ensino I. Fini, Maria Inês. II.
Oliveira, Felipe Bandoni de. III. Silveira, Ghisleine Trigo. IV. Limp, Lucilene
Aparecida Esperante. V. Pereira, Maria Augusta Querubim Rodrigues. VI.
Cunha, Paulo Roberto da. VII. Silveira, Rodrigo Venturoso Mendes da. VIII.
Camargo, Solange Soares de. IX. Título.



Prezado(a) professor(a),

Dando continuidade ao trabalho iniciado em 2008 para atender a uma das prioridades da área de Educação neste governo – *o ensino de qualidade* –, encaminhamos a você o material preparado para o ano letivo de 2009.

As orientações aqui contidas incorporaram as sugestões e ajustes sugeridos pelos professores, advindos da experiência e da implementação da nova proposta em sala de aula no ano passado.

Reafirmamos a importância de seu trabalho. O alcance desta meta é concretizado essencialmente na sala de aula, pelo professor e pelos alunos.

O Caderno do Professor foi elaborado por competentes especialistas na área de Educação. Com o conteúdo organizado por disciplina, oferece orientação para o desenvolvimento das Situações de Aprendizagem propostas.

Esperamos que você aproveite e implemente as orientações didático-pedagógicas aqui contidas. Estaremos atentos e prontos para esclarecer dúvidas ou dificuldades, assim como para promover ajustes ou adaptações que aumentem a eficácia deste trabalho.

Aqui está nosso novo desafio. Com determinação e competência, certamente iremos vencê-lo!

Contamos com você.

Maria Helena Guimarães de Castro

Secretária da Educação do Estado de São Paulo





SUMÁRIO

São Paulo faz escola – Uma Proposta Curricular para o Estado	5
Ficha do Caderno	7
Orientação sobre os conteúdos do bimestre	8
Tema – A unidade básica da vida	11
Situação de Aprendizagem 1 – A organização celular da vida	11
Proposta de Avaliação	23
Situação de Aprendizagem 2 – Biomembranas e suas funções	27
Proposta de Avaliação	31
Situação de Aprendizagem 3 – Metabolismo celular: respiração e fotossíntese	33
Proposta de Avaliação	37
Situação de Aprendizagem 4 – Núcleo celular	39
Proposta de Avaliação	47
Proposta de Situação de Recuperação	50
Recursos para ampliar a perspectiva do professor e do aluno para a compreensão do tema	54
Considerações finais	56



SÃO PAULO FAZ ESCOLA – UMA PROPOSTA CURRICULAR PARA O ESTADO

Prezado(a) professor(a),

É com muita satisfação que apresento a todos a versão revista dos Cadernos do Professor, parte integrante da Proposta Curricular de 5^a a 8^a séries do Ensino Fundamental – Ciclo II e do Ensino Médio do Estado de São Paulo. Esta nova versão também tem a sua autoria, uma vez que inclui suas sugestões e críticas, apresentadas durante a primeira fase de implantação da proposta.

Os Cadernos foram lidos, analisados e aplicados, e a nova versão tem agora a medida das práticas de nossas salas de aula. Sabemos que o material causou excelente impacto na Rede Estadual de Ensino como um todo. Não houve discriminação. Críticas e sugestões surgiram, mas em nenhum momento se considerou que os Cadernos não deveriam ser produzidos. Ao contrário, as indicações vieram no sentido de aperfeiçoá-los.

A Proposta Curricular não foi comunicada como dogma ou aceite sem restrição. Foi vivida nos Cadernos do Professor e compreendida como um texto repleto de significados, mas em construção. Isso provocou ajustes que incorporaram as práticas e consideraram os problemas da implantação, por meio de um intenso diálogo sobre o que estava sendo proposto.

Os Cadernos dialogaram com seu público-alvo e geraram indicações preciosas para o processo de ensino-aprendizagem nas escolas e para a Secretaria, que gerencia esse processo.

Esta nova versão considera o “tempo de discussão”, fundamental à implantação da Proposta Curricular. Esse “tempo” foi compreendido como um momento único, gerador de novos significados e de mudanças de ideias e atitudes.





Os ajustes nos Cadernos levaram em conta o apoio a movimentos inovadores, no contexto das escolas, apostando na possibilidade de desenvolvimento da autonomia escolar, com indicações permanentes sobre a avaliação dos critérios de qualidade da aprendizagem e de seus resultados.

Sempre é oportuno lembrar que os Cadernos espelharam-se, de forma objetiva, na Proposta Curricular, referência comum a todas as escolas da Rede Estadual, revelando uma maneira inédita de relacionar teoria e prática e integrando as disciplinas e as séries em um projeto interdisciplinar por meio de um enfoque filosófico de Educação que definiu conteúdos, competências e habilidades, metodologias, avaliação e recursos didáticos.

Esta nova versão dá continuidade ao projeto político-educacional do Governo de São Paulo, para cumprir as 10 metas do Plano Estadual de Educação, e faz parte das ações propostas para a construção de uma escola melhor.

O uso dos Cadernos em sala de aula foi um sucesso! Estão de parabéns todos os que acreditaram na possibilidade de mudar os rumos da escola pública, transformando-a em um espaço, por excelência, de aprendizagem. O objetivo dos Cadernos sempre será apoiar os professores em suas práticas de sala de aula. Posso dizer que esse objetivo foi alcançado, porque os docentes da Rede Pública do Estado de São Paulo fizeram dos Cadernos um instrumento pedagógico com vida e resultados.

Conto mais uma vez com o entusiasmo e a dedicação de todos os professores, para que possamos marcar a História da Educação do Estado de São Paulo como sendo este um período em que buscamos e conseguimos, com sucesso, reverter o estigma que pesou sobre a escola pública nos últimos anos e oferecer educação básica de qualidade a todas as crianças e jovens de nossa Rede. Para nós, da Secretaria, já é possível antever esse sucesso, que também é de vocês.

Bom ano letivo de trabalho a todos!

Maria Inês Fini

Coordenadora Geral
Projeto São Paulo Faz Escola





FICHA DO CADERNO

Identidade dos seres vivos: organização e funções vitais básicas

Nome da disciplina:	Biologia
Área:	Ciências da Natureza e suas Tecnologias
Etapa da educação básica:	Ensino Médio
Série:	2 ^a
Período letivo:	1 ^o bimestre de 2009
Temas e conteúdos:	Organização celular Respiração celular e fotossíntese Membrana celular Núcleo celular





ORIENTAÇÃO SOBRE OS CONTEÚDOS DO BIMESTRE

Caro(a) professor(a),

É um desafio, para muitos professores, trazer a temática “célula” e suas estruturas submicroscópicas para a sala de aula, de forma a representar situações que possam ser vivenciadas.

Por outro lado, é um desafio, também, compreender, sem um aparato laboratorial adequado, as células como estruturas que distinguem os seres vivos dos demais seres inanimados. Alguns estudos apontam, ainda, que muitos alunos não compreendem aspectos básicos relacionados a esse tema, como a tridimensionalidade da célula, sua relação com a formação dos tecidos e a visão de que os seres vivos não apenas “têm” células, como são formados por essas estruturas. A finalidade das atividades propostas é tornar disponível para você, professor, algumas atividades educacionais facilitadoras da aprendizagem de Biologia Celular. De forma específica, pretende-se apresentar formas de se trabalhar conceitos básicos, entre eles:

- ▶ todos os seres vivos são formados por células;
- ▶ as células apresentam formas e funções variadas;
- ▶ as células são entidades individuais dentro de outras entidades maiores que formam os tecidos, os órgãos e os sistemas;

▶ a célula sozinha é capaz de obter energia e de se reproduzir;

▶ o conhecimento sobre a célula é uma construção que vem sendo feita pelos cientistas ao longo do tempo.

O conhecimento de que a organização celular é uma característica fundamental de todas as formas vivas é básico para a unificação dos conceitos da Biologia. Embora esse conhecimento date de meados do século XIX (foi em 1838 que Theodor Schwann e Mathias Jacob Schleiden formularam a hipótese de que todos os seres vivos são formados por células), ele não é compartilhado por grande parte dos estudantes. Saber que todos os seres vivos são formados por células é uma das generalizações mais importantes da Biologia e fundamental para levar o aluno a perceber que, para compreender a vida, é necessário compreender a célula.

A compreensão da célula como entidade formadora de todos os seres vivos e das estruturas que a compõem pode contribuir, ainda, para a compreensão de temas mais complexos, como a origem da vida e questões recentes, relativas às pesquisas sobre clonagem terapêutica e a decifração do genoma humano.

A visão histórica do conhecimento científico também ajuda a aproximar a ciência do



cotidiano do aluno, tornando-a mais real e menos positivista. Mostrar que nenhum conhecimento científico é atemporal contribui para situar o aluno no tempo e no espaço e ajudá-lo a compreender que as ideias não surgem da noite para o dia, mas são sempre embasadas em conhecimentos preexistentes. É do físico Isaac Newton a célebre frase: “Só pude ver mais longe por ter-me apoiado sobre os ombros de gigantes”, fazendo referência aos cientistas que o precederam.

A ideia do conhecimento circular, da ciência como construção humana e da aproximação entre o conhecimento escolar e o conhecimento cotidiano permeia as atividades, aqui propostas no intuito de ajudar o aluno a aprender, de forma agradável, um pouco mais sobre o fascinante mundo da célula.

Competências e habilidades

Além dos conceitos, fatos e teorias, há procedimentos que também precisam ser internalizados e, portanto, devem fazer parte das nossas intenções pedagógicas. Respeitar regras, redigir textos explicativos, conclusivos ou de opinião, falar em público, estabelecer relações, investigar temas em diferentes fontes, interpretar imagens e construir analogias são habilidades que precisamos exercitar, porque queremos formar um aluno ativo na sociedade, qualquer que seja o ramo de atividade que ele escolha no futuro. Para que tenha um bom desempenho em situações que exijam habilidades determinadas, é preciso que as desenvolva

em sala de aula, participando das atividades. Nesta proposta, foi dada muita importância ao uso de diferentes modalidades didáticas, objetivando o desenvolvimento das competências e habilidades básicas sugeridas pelo Exame Nacional do Ensino Médio (Enem), que incluem:

- ▶ dominar a norma culta da Língua Portuguesa, fazendo uso de diversas linguagens;
- ▶ construir e aplicar conceitos para compreender a natureza;
- ▶ lidar com dados e informações de diferentes formas, relacionando-os para construir argumentação consistente;
- ▶ recorrer aos conhecimentos desenvolvidos na escola para a elaboração de propostas de intervenção solidária na realidade, respeitando os valores humanos e considerando a diversidade sociocultural.

Metodologia e estratégias

Consideramos que a metodologia e as estratégias utilizadas em sala de aula devem representar desafios para a aprendizagem do conteúdo. A escolha da estratégia mais adequada para o desenvolvimento de um conceito, uma competência ou uma habilidade específica é fundamental para despertar e manter vivo o interesse dos alunos. A garantia da aprendizagem não está condicionada a



uma única estratégia de ensino; quanto mais variadas forem as abordagens, maiores as chances de nos aproximarmos do variado leque de aptidões que os alunos trazem para a sala de aula.

As atividades sugeridas têm o objetivo de estimular no aluno o papel de protagonista do seu processo de aprendizagem. A atuação do professor em sala de aula, como mediador do processo educativo, pode ser decisiva para a alfabetização científica dos alunos.

Avaliação

Tão importantes quanto a escolha das estratégias a serem privilegiadas, como ferramentas para desenvolver os conteúdos e as competências desejados, são as formas de acompanhar e avaliar o desenvolvimento e a progressão do aluno na construção de conhecimentos verdadeiramente significativos.

A avaliação deve ter um sentido eminentemente formativo, que se expressa por intermédio de um processo interativo entre aluno e professor.

Nesse contexto, avaliar é muito mais que quantificar resultados finais e definir a fronteira entre sucesso e fracasso. Avaliar significa, isso sim, acompanhar o processo de ensino-aprendizagem, em suas múltiplas facetas, tendo o constante cuidado e o rigor para perceber possíveis distorções na trajetória individual dos alunos e corrigi-las prontamente.

Uma avaliação contínua do processo caracteriza-se pela ação docente, que, sistemática e metodicamente, elege critérios para a observação do desenvolvimento de cada aluno, de modo a ajustar suas intervenções pedagógicas às necessidades de cada um, na expectativa de otimizar aprendizagens. No dia-a-dia da sala de aula, à medida que os conteúdos disciplinares são desenvolvidos, simultânea e rotineiramente, você deve instalar ou adaptar os procedimentos de avaliação, visando a acompanhar e valorizar todas as atividades desenvolvidas pelos alunos: os trabalhos individuais, os trabalhos coletivos, a participação mobilizada por você ou espontânea, o espírito de cooperação, a pontualidade. Cada material produzido integra o próprio processo de avaliação, que sempre deve ter seus critérios compartilhados com os alunos para que o valorizem como parte do aprendizado, e não como uma forma de coerção, prêmio ou punição, representada apenas por uma “nota”, às vezes atribuída de forma estéril e equivocada.

Ao elaborar os instrumentos de avaliação, você deve ter clareza de que não bastam apenas os conteúdos assimilados, mas também o desenvolvimento de procedimentos e habilidades por meio dos quais os alunos possam operar essas informações em contextos adequados, interpretando códigos e linguagens e servindo-se dos conhecimentos adquiridos para a tomada de decisões autônomas e socialmente relevantes. Essas são questões que devem nortear a elaboração de instrumentos de avaliação.



TEMA – A UNIDADE BÁSICA DA VIDA

SITUAÇÃO DE APRENDIZAGEM 1 A ORGANIZAÇÃO CELULAR DA VIDA

A partir de atividades lúdicas e práticas, pretende-se resgatar o conhecimento prévio do aluno sobre célula e seu papel na formação e organização dos seres vivos.

A seguir, buscaremos retratar a organização celular, caracterizando seus componentes estruturais mais significativos.

Tempo previsto: 6 aulas.

Conteúdos e temas: características dos diferentes tipos de célula.

Competências e habilidades: compreender e interpretar textos de diferentes gêneros; obter e representar informações disponíveis em imagens e tabelas.

Estratégias: resolução de problemas; aulas expositivas dialogadas; pesquisas em diferentes fontes de informação; discussões coletivas.

Recursos: textos e figuras presentes neste Caderno.

Avaliação: participação do aluno e resolução dos problemas apresentados.

Roteiro para aplicação da Situação de Aprendizagem 1

Etapa 1 – Sondagem inicial e sensibilização

Reúna os alunos e apresente a Figura 1, na qual há diferentes representações de objetos e seres, formados por células ou não.

Primeiramente, peça aos alunos que observem o quadro e localizem, por exemplo, tudo o que seja de pedra, o prédio cor-de-rosa, o gato de botas, a árvore florida, o cavalo com fita na crina etc.



Lie Kobayashi

Figura 1 - Representações de objetos e seres formados por células ou não.

O próximo passo é pedir que procurem algo formado por células. Comece perguntando se já ouviram esse termo e o que entendem por ele. Após a localização de alguma coisa formada por células, apresente a seguinte questão: *Na Figura 1, esse é o único elemento formado por células?* Propicie um momento em que os alunos possam discutir o que “pode ser célula”. Depois, peça que circulem na figura os objetos que, de

acordo com o que pensam, são formados por células.

A seguir, peça aos alunos que transcrevam em um quadro aquilo que consideram formado por células ou não. Na primeira coluna, o aluno deve escrever o nome daquilo que ele acredita ser formado por células e, na segunda, aquilo que ele acredita não ser formado por células. Exemplo:



Formado por células	Não formado por células
cachorro	prédio
peixe	cadeira
árvore	carro
...	...

Ao final da tarefa, construa na lousa um quadro-síntese com o resultado de toda a classe. Solicite aos alunos que façam as correções necessárias. Discuta com os alunos o que foi agrupado de forma diferente e por quê.

Quando terminar o quadro, coloque para os alunos a questão: *O que há em comum entre os itens que foram classificados como formados por células?* Espera-se que os alunos concluam que todos são ou foram formas vivas.

Esta etapa tem a finalidade, em um primeiro momento, de resgatar os conhecimentos prévios do aluno; portanto, não é aconselhável que as suas intervenções sejam muito ostensivas. Não se deve, nesta fase, por exemplo, corrigir o aluno, mas abrir espaço para que ele resgate aquilo que, provavelmente, já viu ou ouviu falar a respeito da célula.

No entanto, é necessário explicitar exatamente o que se deseja com esta etapa da Situação de Aprendizagem. Por exemplo, ao perguntar quais itens são formados por células, é importante que se comente de que matéria-prima eles são feitos.

Por outro lado, é interessante que se reforce o fato de que o que pretendemos saber é o que realmente é **formado** por células, pois, muitas vezes, o aluno entende que ele deve circular tudo aquilo que contém células. Não é raro que ele diga: “Tudo o que existe contém células, pois as bactérias estão em toda parte”. Não desejamos saber o que tem células, mas aquilo que é **formado** por células, pois trata-se de questionamentos bem diferentes.

Etapa 2 – Construindo o conceito de célula

A proposta desta etapa da Situação de Aprendizagem é que, em vez de memorizar, o próprio aluno participe da construção de um conceito, utilizando, para isso, algumas imagens e respondendo a algumas perguntas.

Disponibilize diferentes fontes (livros, acesso à internet, enciclopédias) e instrua para que façam uma pesquisa sobre os diferentes tipos de células: de bactérias, de plantas, de animais e humanas (incluindo células epiteliais, musculares, nervosas, sanguíneas etc.). Finda a pesquisa, peça aos alunos que façam um desenho de cada uma das células pesquisadas e anotem, ao lado dele, o tamanho aproximado que ela apresenta.

Você pode usar a Figura 2 a seguir, na qual estão representadas algumas células de seres vivos, e pedir aos alunos que identifiquem o que há em comum entre as células.

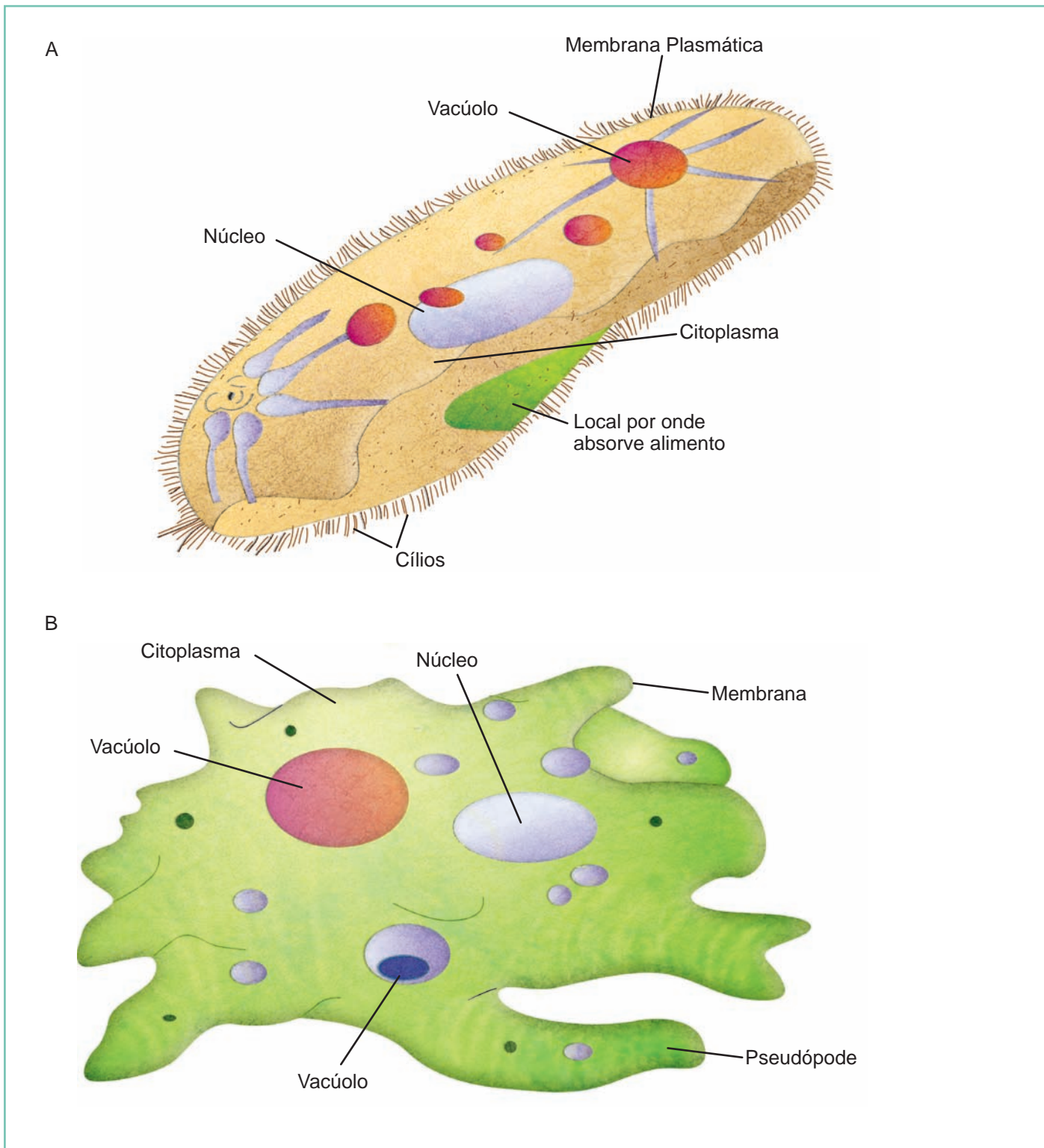
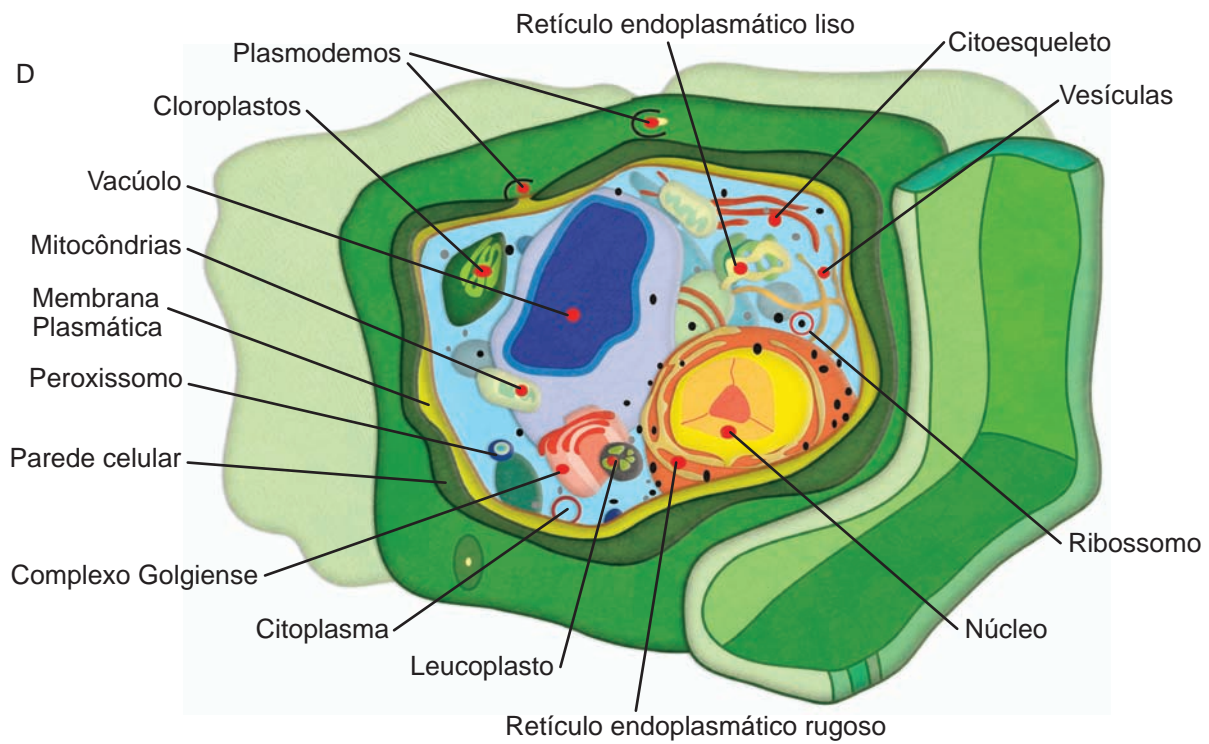
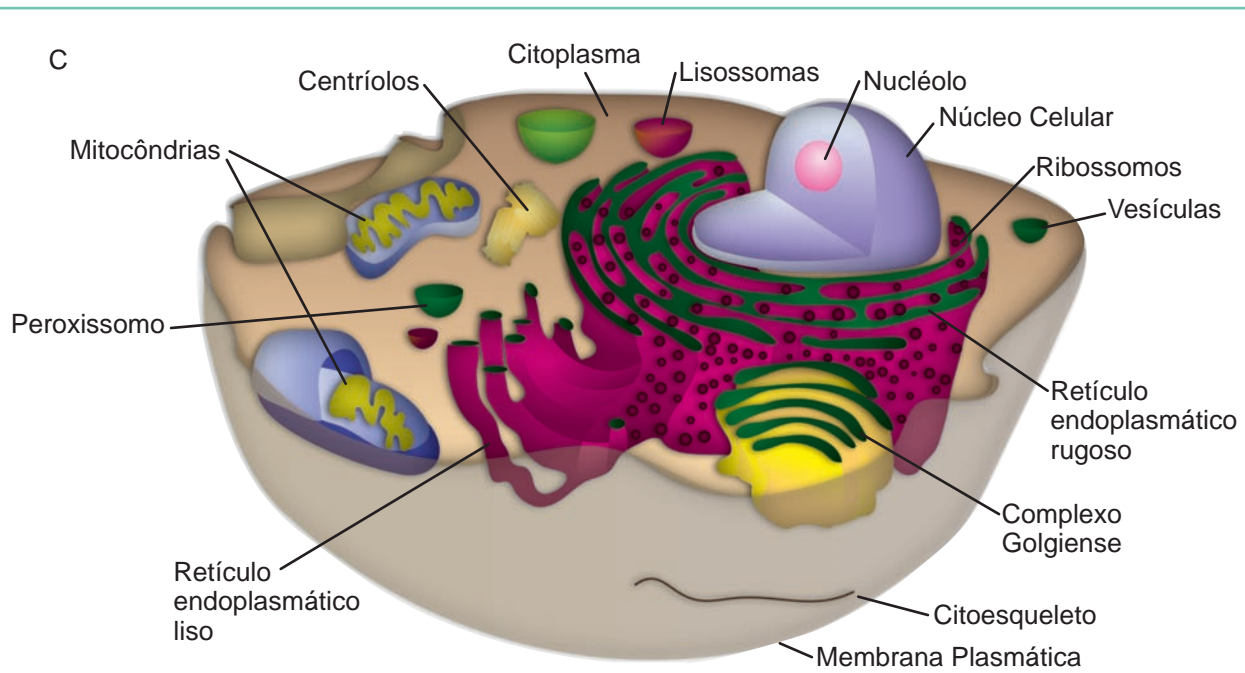


Figura 2 – Esquemas mostrando diferentes tipos celulares: (A) um paramécio; (B) uma ameba; (C), uma célula





animal; e (D) outra vegetal.

Lie Kobayashi



De posse dos desenhos e das medidas, você deve conduzir um trabalho de sistematização. Divida os alunos em grupos e peça a um membro de cada grupo que anote a conclusão a que sua equipe chegou. Para direcionar a conclusão, pergunte: *O que é possível concluir sobre as células no que se refere a formato, tamanho e estrutura presentes em todas as células?* Depois da sistematização inicial, peça a cada grupo que apresente as suas conclusões. Na lousa, e com a ajuda de todos os alunos, elabore um parágrafo que reúna todas as conclusões tiradas.

Uma vez elaborado o parágrafo introdutório sobre as células, peça aos alunos que proponham hipóteses sobre a diversidade de

formas das células. Pode-se chegar a essas hipóteses fazendo o seguinte questionamento: *Observamos que as células apresentam formas e tamanhos bem diferentes, mas qual seria a explicação para isso?*

Proponha uma hipótese que relacione a forma das células à sua função. Neste momento, você pode propor aos alunos que leiam o significado do termo **célula** no dicionário e confirmem se o conceito construído por eles é semelhante ao encontrado.

Ressalte o fato de que, embora haja semelhanças, as definições encontradas nos dicionários para o mesmo termo podem ser bem diferentes.

Definições encontradas em dicionário para o termo célula

1. “Unidade microscópica estrutural e funcional dos seres vivos, constituída fundamentalmente de material genético, citoplasma e membrana plasmática.”

1.1. “Estrutura musical mínima, a partir da qual se faz uma composição; grupo de pessoas com ideal e atuação afins, ger. Políticos. Ex.: célula da revolução.”

Dicionário Houaiss da Língua Portuguesa – edição eletrônica. Rio de Janeiro: Objetiva, 2007.

2. “Cada uma das unidades microscópicas de protoplasmas que integram o corpo da grande maioria dos seres vivos; formadas por núcleo, citoplasma e membrana (e mais a parede celular, nos vegetais); unidade fundamental da matéria viva. Col.: tecido (quando diferenciadas igualmente).”

2.1. “Diminutivo de cela, pequena cela. Pequena cavidade, grupo de pessoas para defesa de ideias políticas.”

Michaelis Moderno Dicionário da Língua Portuguesa. São Paulo: Melhoramentos, 2007.

Solicite que encontrem, entre todas as definições dos dicionários, traços comuns. Pode-se questionar: *O que essas definições, aparentemente tão diferentes, têm em comum com a definição que vocês elaboraram?*

Chame a atenção dos alunos para a noção de unidade, presente em todas as definições.

Uma vez definido o que é célula, os alunos devem conhecer um pouco mais os dois



grandes grupos de células existentes, que compõem os seres procariontes e os eucariotes.

Para tanto, pode-se propor a seguinte atividade:

Uma característica essencial, que distingue seres produtores de seres consumidores, é a capacidade que os primeiros têm de sintetizar o seu próprio alimento. A capacidade de produzir alimento deve-se a um processo que leva à produção de carboidratos e gás oxigênio a partir da água e do gás carbônico. Esse processo é chamado de fotossíntese e ocorre apenas em organismos clorofilados, isto é, organismos que apresentam clorofilas: certas bactérias, algas e plantas. Em algas e plantas, a clorofila está localizada em organelas específicas denominadas cloroplastos. Tais organelas são de coloração verde e apresentam saquinhos achatados ricos em moléculas de clorofila. *Com base nessa descrição, qual das três células a seguir poderia ser uma célula vegetal? Sabemos também que células de bactéria se diferenciam de células animais e vegetais por não apresentarem núcleo organizado. São, por isso, chamadas de procarióticas (do grego *protos*, primitivo, e *karyon*, núcleo). Seguindo essa descrição, qual delas poderia ser uma célula bacteriana?*

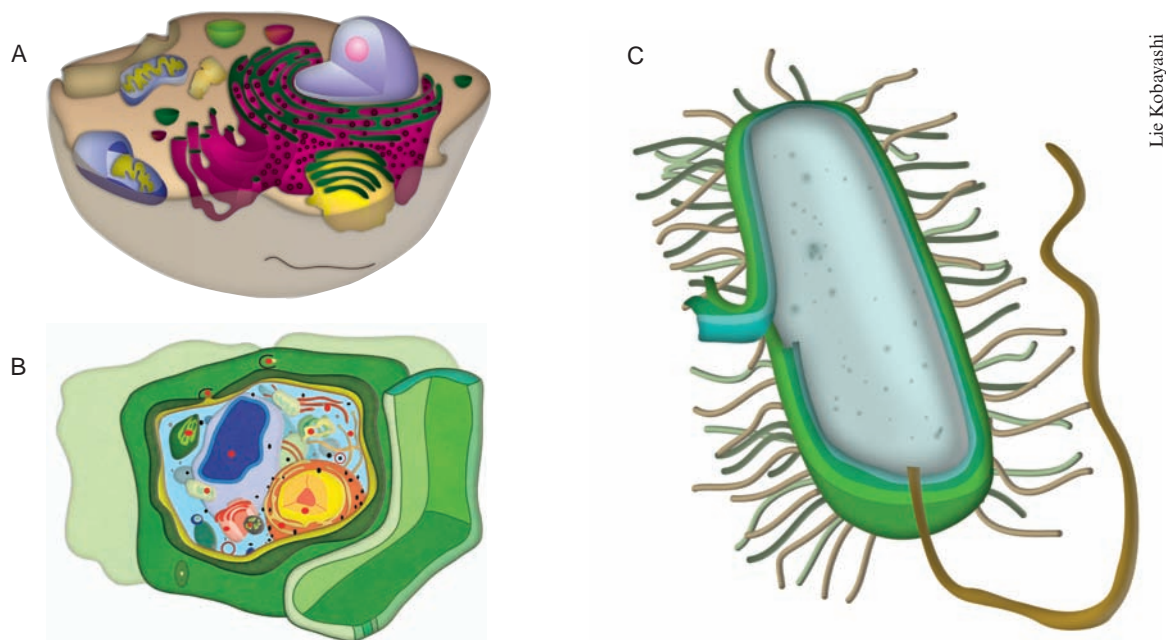


Figura 3 – Diferentes tipos de célula: (A) animal; (B) vegetal; e (C) procariótica (bactéria).

O aluno pode questionar o que são as estruturas vistas no interior de algumas células. Você deve apenas mencionar que realmente existem estruturas no interior do citoplasma e que, portanto, são chamadas de estruturas ou “organelas” citoplasmáticas, as quais desem-

penham funções importantes, como respiração, digestão e fotossíntese, entre outras.

É desejável que os alunos percebam que as células possuem formatos e tamanhos diferentes e que algumas apresentam núcleo, e



outras não. Com relação às estruturas comuns a todas as células, deve ficar clara a presença da membrana e do citoplasma. É importante também que observem que, apesar de diferentes, as definições de célula têm em comum a ideia de unidade, de centro, de representatividade do todo etc.

Etapa 3 – Trabalhando com analogias

Até agora, vimos que:

- ▶ todos os seres vivos são formados por células;
- ▶ célula é a unidade morfológica e funcional dos seres vivos;
- ▶ as células que formam os seres vivos podem ser procarióticas ou eucarióticas.

Informe aos alunos que foram necessários muitos anos (mais de cem) para que os cientistas chegassem a essas conclusões e o quanto elas foram importantes, pois unificaram a Biologia. Ou seja, tudo o que estava disperso, como organismos completamente diferentes, foi unificado com a compreensão dos pressupostos anteriores. Assim, se todos os seres vivos são formados por células, basta estudar a fundo as células para compreender como é a vida.

O objetivo das próximas atividades é adentrar no mundo da célula: explorar para compreender. Divida a sala em grupos e proponha a situação abaixo (adaptada de uma questão de vestibular, Vunesp-2000). Combine o tempo que os grupos terão para resolver o problema. Instrua-os a usar o livro didático e disponibilize outras fontes para a pesquisa (livros didáticos e paradidáticos, acesso à internet etc.).

Se fôssemos comparar a organização e o funcionamento de uma célula eucariótica com o que ocorre em uma cidade, poderíamos estabelecer determinadas analogias. Por exemplo, a membrana plasmática seria o perímetro urbano, ao passo que o citoplasma corresponderia ao espaço ocupado pelos edifícios, ruas e casas, com seus habitantes. Determine, com base em diferentes materiais de consulta, a função das diferentes estruturas celulares listadas a seguir, e depois responda às questões:

- ▶ retículo endoplasmático;
- ▶ complexo golgiense;
- ▶ mitocôndrias;
- ▶ cloroplastos;
- ▶ lisossomos.

1. Que comparações poderiam ser feitas com a cidade? Qual estrutura celular poderia ser comparada com uma usina de energia solar, por exemplo?
2. Com base nas imagens de células da etapa anterior, é possível identificar algumas dessas estruturas?



3. Explique a razão dessas similaridades. Por exemplo, a membrana se assemelha ao perímetro urbano de uma cidade porque ela delimita a célula, separando o que está dentro daquilo que está fora. E o retículo endoplasmático, por que se assemelha a ruas e avenidas? Faça o mesmo com os outros componentes da célula.
4. Peça aos alunos que, antes de realizarem as analogias, observem as imagens C e D da Figura 2 e reconheçam e identifiquem a localização e a forma das estruturas celulares.

O retículo endoplasmático assemelha-se a ruas e avenidas porque por ele circulam proteínas e lipídeos, importantes para diversas funções celulares; o complexo golgiense assemelha-se a um armazém ou silo porque processa, embala e estoca proteínas que serão enviadas para certas regiões da célula ou para fora dela; as mitocôndrias são a central energética porque é nelas que acontece a produção de ATP, molécula que será empregada em diversos processos celulares; o cloroplasto é comparável a uma casa com aquecimento solar porque retira do sol (ou da luz) a energia e a transforma em açúcares que, posteriormente, serão oxidados para a geração de energia e calor; os lisossomos são comparados a restaurantes e lanchonetes porque neles acontece o processo de digestão celular.

Etapa 4 – O que é tecido?

Pergunte se o termo tecido é de conhecimento do grupo. As seguintes questões poderão nortear a discussão:

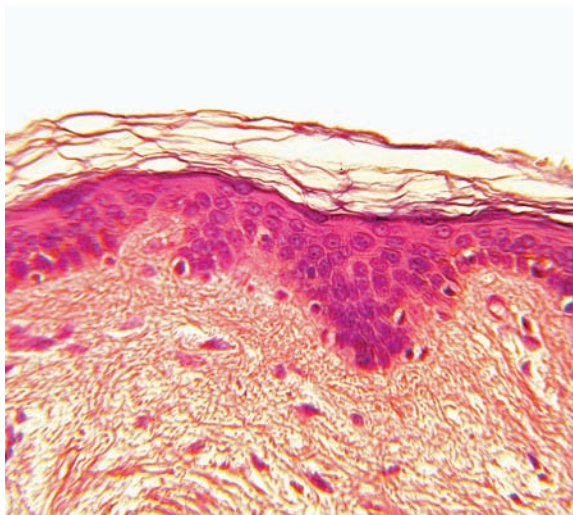
- ▶ Tecido lembra o quê?
- ▶ Quais são as diferenças entre diferentes tipos de tecidos (como viscose, cambraia, linho, percal)? A trama dos fios? O tipo dos fios empregados na tecelagem?

Em seguida, questione o que podemos fazer com os tecidos. Nesse momento, é importante deixar que os alunos mencionem tudo aquilo que pode ser feito com tecidos: roupas, lençóis, bichinhos de pelúcia, sapatos, bonecas etc. Conclui-se, desse modo, que, com os tecidos, podemos fazer diferentes coisas; ou seja, tecidos dão origem a coisas com funções específicas.

Discuta com os alunos que tecidos são, portanto, o material básico com o qual se constroem muitas “coisas” diferentes. Tome como exemplo uma boneca de pano e pergunte:

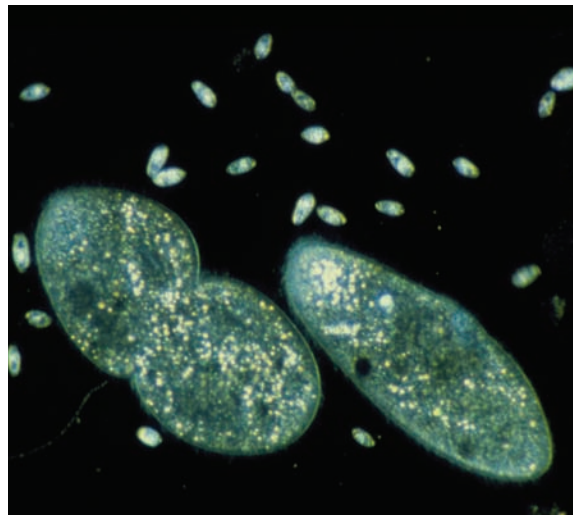
- ▶ De que tecido ela é feita?
- ▶ Existe relação entre o tecido que recobre a boneca e a pele humana?
- ▶ E a célula, que relação apresenta com o tecido?

Para ajudar os alunos a responder a essas perguntas, examine as imagens a seguir. Peça a eles que indiquem em qual situação (A, B, C ou D) encontramos tecidos e onde estão as células.



©Visuais Unlimited/Corbis-Latinstock

Situação A – Fotografia em microscopia óptica de um corte histológico de pele humana, corado e ampliado cerca de 400 vezes. A camada externa são células mortas que recobrem a pele.



©John Walsh/SPL-Latinstock

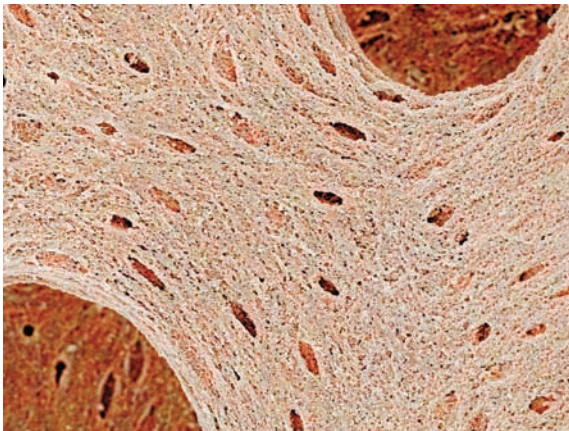
Situação C – Fotografia em microscopia óptica de uma cultura do protozoário *Paramecium*. Ampliação de 400 vezes.



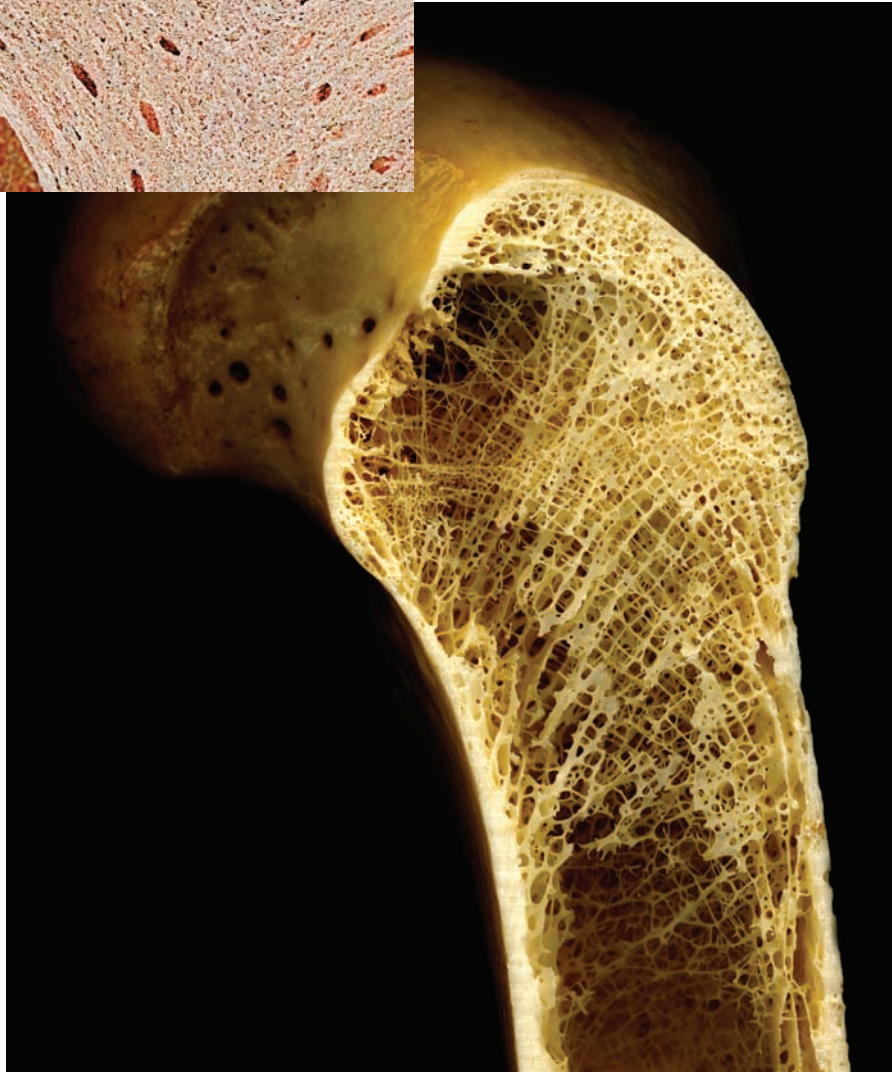
©Biology Media-Latinstock

Situação B – Fotografia em microscopia óptica de um corte histológico de ponta de raiz de cebola ampliado 200 vezes.





©Susumu Nishimaga/
SPL-Latinstock



©Medimage/SPL-Latinstock

Situação D – Corte histológico de osso evidenciando região de desenvolvimento (região esponjosa). Ampliação de cerca de 400 vezes (detalhe).

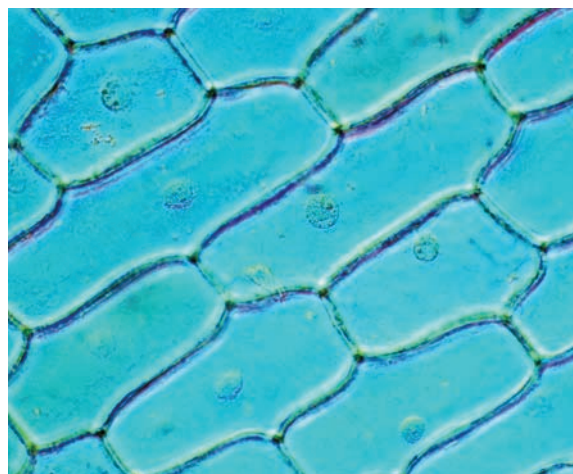
A seguir, os alunos podem comparar um tecido biológico com uma parede. *Nesse caso, as células seriam quais estruturas?* Essa comparação apresenta muitas limitações,

que podem ser destacadas com os alunos: os tecidos também são formados por camadas de células, eles não são revestidos por nada (como cimento ou tinta) etc.



©Ablestock

Figura 4 – Parede de tijolos.



©Clouds Hill Imaging Ltd./Corbis-Latinstock

Figura 5 – Epitélio de cebola.

Em seguida, anote na lousa as palavras **células**, **tecidos** e **órgãos** e peça que relacionem esses conceitos por ordem de tamanho. A conclusão da classe deve ser um texto semelhante a este: *Células formam tecidos, que formam órgãos, que compõem os sistemas do corpo humano: respiratório, circulatório, nervoso etc.*

Chame a atenção dos alunos para o fato de que organismos unicelulares, como bactéria, ameba e euglena, vistos na figura da Etapa 2, não apresentam tecidos, uma vez que são for-

mados por uma única célula. Esclareça que os organismos formados por uma única célula (bactéria, fungo e alga) são chamados de unicelulares, e organismos formados por muitas células (homem, plantas, animais) são chamados de pluricelulares. Organismos unicelulares não apresentam tecidos, enquanto os multicelulares são formados por uma variedade de tecidos.

Para que os alunos possam compreender a dimensão das células, sugerimos a seguinte atividade.

Será possível saber quantas células formam 1 mm² de nossa pele? Para isso, comece pedindo aos alunos que peguem uma régua e desenhem na própria pele um quadradinho medindo 1 mm de lado. Em seguida, informe que o tamanho aproximado de uma célula epitelial humana é 10 µm (10 micrômetros) e que 1 µm corresponde à milésima parte do milímetro. De posse desses números, peça que calculem quantas células caberiam em 1 mm².

São cerca de 10 mil células:

1 mm
100 células

1 mm
100 células



Com base nos exemplos da tabela 1, informe aos alunos que as células humanas podem ter diferentes dimensões.

Célula	Diâmetro
óvulo	35 μm
espermatozoide	3 μm
bactéria	1 μm

Tabela 1 – Tamanho aproximado de algumas células.

Informe também que o diâmetro de um fio de cabelo humano é de 100 μm .

Como atividade para casa, proponha a seguinte situação:

Organismos unicelulares não apresentam tecidos, enquanto os multicelulares são formados por uma variedade de tecidos. Em termos evolutivos, o que o aparecimento de tecidos representa? Em outras palavras, que vantagem a presença de tecidos confere ao organismo que o possui? Proponha uma hipótese que relacione o aparecimento dos tecidos com a evolução dos seres vivos. Em seguida, realize um trabalho de pesquisa para ver se a sua hipótese se confirma ou não.

Um organismo pluricelular pode ter várias vantagens em relação aos unicelulares: maior resistência, capacidade de adaptação a diferentes ambientes e aumento do tamanho (o que pode ser útil tanto para um predador como para uma presa). A ocupação do ambiente terrestre só foi possível com o surgimento dos seres pluricelulares.

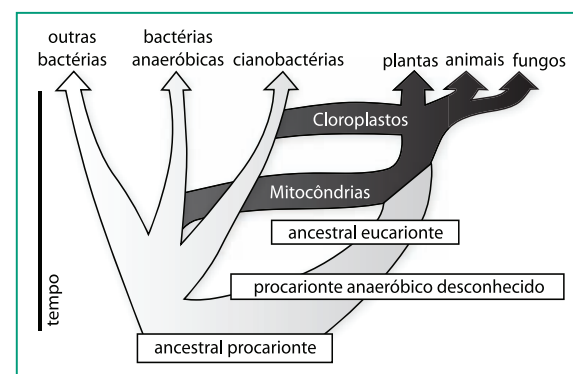
PROPOSTA DE AVALIAÇÃO

1. (Fuvest-2007) As estruturas presentes em uma célula vegetal, porém ausentes em uma bactéria, são:

- a) cloroplastos, lisossomos, núcleo e membrana plasmática.
- b) vacúolos, cromossomos, lisossomos e ribossomos.
- c) complexo golgiense, membrana plasmática, mitocôndrias e núcleo.
- d) cloroplastos, mitocôndrias, núcleo e retículo endoplasmático.**

e) cloroplastos, complexo golgiense, mitocôndrias e ribossomos.

2. (Vunesp) Observe o esquema.





Um biólogo, ao analisar esse esquema hipotético, observou que as mitocôndrias e os cloroplastos se originaram de um ancestral procarionte e se associaram a determinados tipos de células. As mitocôndrias estão presentes no citoplasma de células animais, células vegetais e nos fungos, enquanto os cloroplastos são encontrados em células fotossintetizantes, estabelecendo-se entre eles relações harmônicas de mutualismo.

Tendo-se como referência essas informações e o esquema, responda.

- a) Que vantagens as mitocôndrias oferecem às células hospedeiras e o que elas proporcionam às organelas?

As mitocôndrias apresentam, em seu interior, enzimas responsáveis pela respiração celular. Os seres vivos que apresentam mitocôndrias apresentam, portanto, a capacidade de respirar, o que pode representar uma enorme vantagem, se há oxigênio disponível no ambiente. Por outro lado, as células hos-

pedeiras oferecem nutrição e proteção às mitocôndrias.

- b) Quais as vantagens proporcionadas ao meio ambiente pelos cloroplastos?

Os cloroplastos, sendo a sede da fotossíntese, ou seja, o local da célula onde ocorre a fotossíntese, proporcionam ao ambiente o O_2 que é consumido por todos os organismos que realizam a respiração.

3. O citoplasma é constituído por um material mais ou menos viscoso, chamado citosol, no qual estão mergulhadas estruturas denominadas organelas citoplasmáticas. Considere as seguintes funções desempenhadas por essas organelas:

I. Síntese de proteínas.

II. Produção de energia.

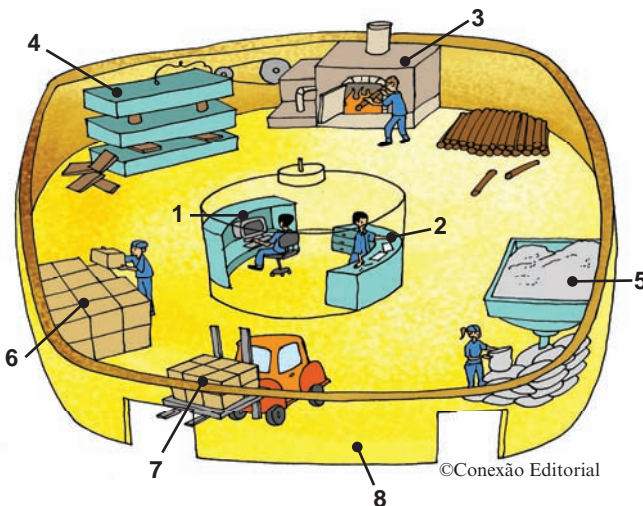
III. Digestão intracelular.

As organelas que desempenham as funções citadas são, respectivamente:

	I	II	III
a)	Retículo endoplasmático	Lisossomo	Mitocôndria
b)	Mitocôndria	Complexo golgiense	Retículo endoplasmático
c)	Lisossomo	Ribossomo	Complexo golgiense
d)	Mitocôndria	Complexo golgiense	Ribossomo
e)	Retículo endoplasmático	Mitocôndria	Lisossomo



4. Observe atentamente a figura, que procura relacionar a célula a uma fábrica. Que nomes receberiam as organelas presentes nos “departamentos” 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 e 8 dessa fábrica?



(1) DNA; (2) RNA; (3) mitocôndria; (4) ribossomo; (5) cloroplasto; (6) complexo golgiense; (7) vesícula secretora; e (8) membrana plasmática.

5. Imagine que o seu professor peça a você que construa dois modelos de células empregando, para isso, materiais simples, como canudinhos de refrigerante e bexigas. Um dos modelos deve ser de uma célula procariótica, e o outro, de uma célula eucariótica. Como você construiria esses dois modelos utilizando apenas esses materiais?

No modelo de uma célula eucariótica, deve estar presente o núcleo delimitado por membrana, enquanto na célula procariótica, não. Os modelos empregados podem ser os mais variados possíveis, mas essas

características devem estar presentes. Pode ser que os alunos queiram representar as estruturas presentes dentro do núcleo. É importante lembrá-los de que, no núcleo das células eucarióticas, há cromossomos que geralmente são representados na forma duplicada (com aspecto de “X”). Já nas células procarióticas, o material genético é diferente. Geralmente, o “cromossomo” dessas células está na forma circular e é uma estrutura única.

6. Preencha a tabela a seguir, de tal forma que seja possível distinguir uma célula procariótica de uma eucariótica, de acordo com a presença ou ausência de algumas estruturas. Coloque o sinal + para presença e – para ausência. A estrutura “membrana plasmática”, presente nos dois tipos de células, já está assinalada.

	Célula procariótica	Célula eucariótica
Membrana plasmática	+	+
Material genético	+	+
DNA	+	+
Citoplasma	+	+
Complexo golgiense	-	+
Mitocôndrias	-	+
Retículo endoplasmático	-	+



7. Dos seres listados a seguir, quais não possuem células? Quais são unicelulares? Quais são pluricelulares?

Ser humano, água-viva, ameba, granito, baleia, rato, diamante, laranja, laranjeira, semente da laranja, bactéria, lesma e besouro.

Pluricelulares: ser humano, água-viva, baleia, rato, laranja, laranjeira, semente da laranja, lesma e besouro. Unicelulares: ameba e bactéria. Não possuem células: granito, diamante.

8. São funções das mitocôndrias e dos cloroplastos:

- a) a respiração celular e a fotossíntese.
- b) o armazenamento e a secreção de proteínas.
- c) a digestão e a secreção de proteínas.
- d) a síntese de proteínas e de lipídeos.
- e) os processos de fagocitose e pinocitose.

9. São funções do complexo golgiense:

- a) a respiração celular e a fotossíntese.
- b) o armazenamento e a secreção de proteínas.
- c) a digestão e a secreção de proteínas.
- d) a síntese de proteínas e de lipídeos.
- e) os processos de fagocitose e pinocitose.

10. São funções do retículo endoplasmático:

- a) a respiração celular e a fotossíntese.
- b) o armazenamento e a secreção de proteínas.
- c) a digestão e a secreção de proteínas.
- d) a síntese de proteínas e de lipídeos.
- e) os processos de fagocitose e pinocitose.



SITUAÇÃO DE APRENDIZAGEM 2 BIOMEMBRANAS E SUAS FUNÇÕES

Esta Situação de Aprendizagem tem por finalidade apresentar a estrutura e a organização das biomembranas e suas funções celulares.

Tempo previsto: 2 aulas.

Conteúdos e temas: a membrana plasmática e suas principais funções.

Competências e habilidades: estabelecer a relação entre o texto e as ilustrações; compreender e interpretar textos de diferentes gêneros, como tabelas e figuras; participar de discussões e mostrar respeito às opiniões diferentes da sua e capacidade de fazer sínteses e relações; saber se expressar em público.

Estratégias: leitura de textos e figuras; enfrentamento de situações-problema; discussão em grupos; organizar respostas às questões para reflexão.

Recursos: textos e figuras presentes neste Caderno; lousa e giz.

Avaliação: participação dos alunos nas discussões e respostas às questões.

Roteiro para aplicação da Situação de Aprendizagem 2

Os cientistas acreditam que um dos passos fundamentais para a origem da vida foi o aparecimento da membrana. Não havia vida enquanto tudo era apenas um caldo orgânico ou uma “sopa primitiva”.

As primeiras formas de vida surgiram após o aparecimento de membranas, o que

individualizou o ser do todo em que estava mergulhado.

Etapa 1 – Sondagem inicial e sensibilização

Distribua os alunos em grupos e proponha a seguinte situação:

Imaginem que vocês são seres microscópicos que pretendem entrar em uma célula, a fim de conhecer esse mundo intrigante. Como vocês fariam? Lembrem-se de que, se vocês estiverem em uma cápsula supersônica e dispararem tiros sobre a célula, ela pode estourar e extravasar todo o seu conteúdo. Logo, vocês perderiam a chance de conhecê-la por dentro. Pensem e digam como fariam se:

1. Tivessem a mesma composição da membrana, de tal forma que se misturassem a ela (fossem solúveis).
2. Fossem muito grandes, mas muito bem relacionados com todos os porteiros que vigiassem o que entra e o que sai da célula.
3. Fossem tão pequenos a ponto de não serem notados pelos porteiros da célula.



Etapa 2 – Membrana: seu papel e características

Inicie uma discussão geral sorteando grupos para responder a cada uma das questões propostas na Etapa 1. O grupo sorteado dá a sua resposta para a questão (questão 1, por exemplo), e os demais grupos devem concordar, discordar ou complementar. O mesmo procedimento deve ser adotado para as questões 2 e 3.

As conclusões gerais da classe devem contemplar as seguintes questões:

1. As três questões estão relacionadas a que característica da membrana?

Estão relacionadas ao papel da membrana

em relação à entrada e saída de substâncias da célula. Elas caracterizam a permeabilidade seletiva da membrana em relação aos diferentes compostos citados.

2. O que significa permeabilidade da membrana?

Permeabilidade é a capacidade da membrana de selecionar criteriosamente o que deve entrar ou sair dela.

Etapa 3 – Entrada e saída de substâncias na célula

Após o encerramento da discussão sobre a permeabilidade da membrana, apresente aos alunos este material:

Muito antes de poderem “ver” a membrana das células, os cientistas suspeitavam de sua existência. Ao colocar as células em soluções com diferentes concentrações de sal, o conteúdo das células não se misturava à solução, mas as células inchavam ou encolhiam. Isso levou os cientistas a suspeitar de que existia um envoltório, uma película muito fina que controlava a água que entrava e que saía das células.

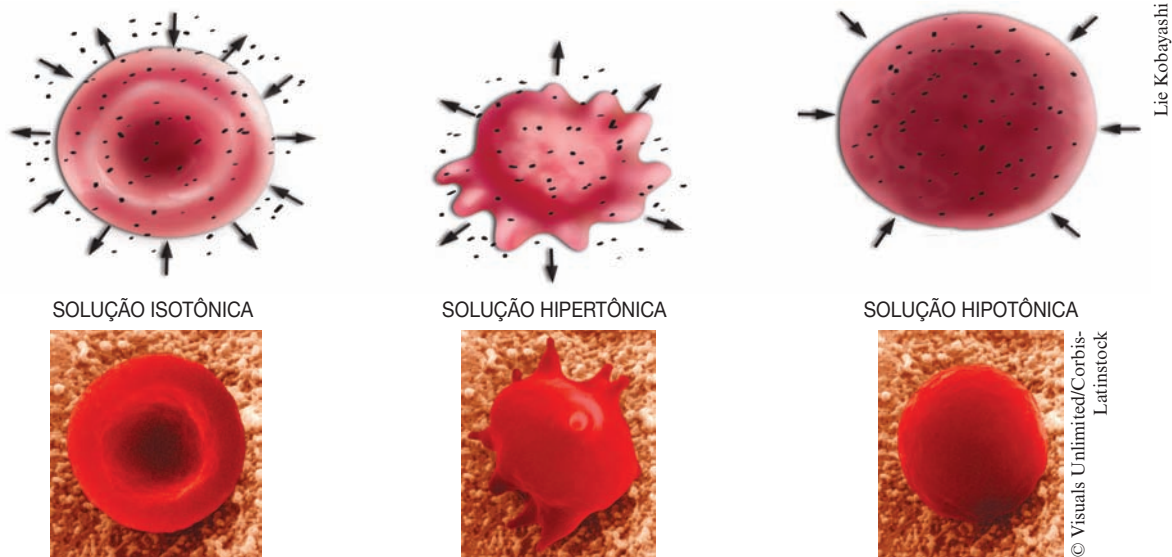


Figura 6 – Esquema mostrando a capacidade de uma célula (hemácia) de se manter constante, encolher ou inchar, dependendo da concentração do meio.



Depois de ter lido atentamente o texto e observado a figura, procure responder:

- ▶ O que as setas representam?
- ▶ De que forma a membrana regula a água que entra e que sai da célula?

A Figura 6 mostra o efeito da osmose em hemácias humanas submetidas a uma solução hipertônica e a uma solução hipotônica. No primeiro caso, a hemácia perde grande quantidade de água, o que diminui seu volume, comprometendo seu funcionamento. No segundo caso, a hemácia incorpora grande quantidade de água, o que aumenta seu volume, podendo levá-la à lise (rompimento).

Diferentes respostas podem aparecer. Propicie um momento para que os alunos apresentem e discutam suas ideias e possam questionar também as respostas dos colegas. Como saldo dessa discussão, é importante que os alunos identifiquem o fenômeno da osmose. Pergunte:

- ▶ Quem já ouviu falar em osmose?
- ▶ Alguém pode explicar para os colegas o que significa?

Após ouvir as manifestações dos alunos, explique que a osmose é um fenômeno de difusão, no qual duas soluções de concentrações diferentes estão separadas por uma membrana que é permeável ao solvente (parte líquida da solução) e praticamente impermeável ao soluto (parte sólida da solução). Há, então, passagem do solvente da solução de menor concentração (solução hipotônica) para a solução de maior concentração (solução hipertônica).

Para aprofundar o conhecimento sobre a membrana plasmática, proponha aos alunos a leitura do texto a seguir.

Antes de distribuir o texto para os alunos, escreva seu título na lousa e faça algumas perguntas para o levantamento de hipóteses:

- ▶ Analisando apenas o título do texto, que conteúdos você diria que serão explorados?
- ▶ Mencione alguns conceitos que devem estar presentes no texto.
- ▶ Qual deve ser a importância de um envoltório para a célula?



©Volker Steger/Christian Bardale/SPL-Latinstock

Figura 7 – Fotografia microscópica de uma ameba mostrando os seus “falsos pés” ou pseudópodes, que podem ser usados para capturar alimento ou para se movimentar.



O envoltório das células

Solange Soares de Camargo

A membrana das células, chamada de membrana plasmática, é um envoltório que circunda a célula e separa o que está dentro do que está fora. Ela está presente em todos os seres vivos, plantas, animais, algas, protozoários e bactérias. Por ser uma película extremamente fina (da ordem de 7,5 nm), ela não pode ser vista ao microscópio óptico, sendo necessário, para isso, o uso do microscópio eletrônico. No entanto, apesar de sua espessura mínima, ela desempenha funções importantíssimas na célula. Uma delas é controlar o que entra e o que sai, pois, ao contrário do que se pensa, a célula é extremamente seletiva. Tudo o que entra ou sai deve ser examinado criteriosamente para evitar invasores ou perdas desnecessárias.

Devido à sua composição química – a membrana é formada por lipídios e proteínas – ela é permeável a muitas substâncias de natureza semelhante. Alguns íons também entram e saem da membrana com facilidade, devido ao seu tamanho. É por esse processo que as células de plantas, por exemplo, absorvem nutrientes presentes no solo, e as células do intestino absorvem nutrientes minerais e pequenas moléculas orgânicas provenientes do alimento digerido. No entanto, certas moléculas grandes precisam de uma ajudinha extra para entrar na célula. Essa ajudinha envolve uma espécie de porteiro, que examina o que está fora e o ajuda a entrar.

Assim, podemos dizer que a célula apresenta dois tipos de transporte, o ativo e o passivo. No passivo, as substâncias entram e saem livremente, por difusão; no ativo, elas precisam de ajuda. Dizemos, portanto, que algumas substâncias precisam de energia para entrar na célula (a membrana realiza transporte ativo), enquanto outra não (transporte passivo).

Mas por que é importante saber tanta coisa sobre a membrana? Os cientistas acreditam que um dos passos fundamentais para a origem da vida foi o aparecimento da membrana. Quando tudo era apenas um caldo orgânico, ou uma “sopa primitiva”, as primeiras formas de vida só surgiram depois da existência da membrana, que individualizou o ser do todo em que estava mergulhado.

Além de ter possibilitado a existência da vida, a membrana plasmática também é importante para a transmissão das sinapses, que leva à propagação do impulso nervoso. Logo, sem membrana, não haveria vida, tampouco sensações. A membrana também desempenha a função de boca e membros em organismos formados por uma única célula. Amebas, por exemplo, projetam a membrana para a frente a fim de “capturar” o alimento e também se movimentar.

Células especializadas na defesa do nosso corpo, como os macrófagos, também “capturam” substâncias ou organismos inteiros (por exemplo, bactérias) e, em seguida, os digerem, tirando-os, literalmente, de circulação.

A membrana plasmática também desempenha um papel muito importante na nossa altura. Os cientistas descobriram que os pigmeus, pessoas de baixa estatura que vivem na África, embora produzam quantidade suficiente do hormônio de crescimento, têm uma característica peculiar nas membranas das células. Nelas, faltam moléculas capazes de reconhecer esse hormônio e colocá-lo para dentro da célula. E, sem esse hormônio dentro da célula, o indivíduo não cresce.



Depois de ler o texto, solicite aos alunos que:

1. Expliquem por que a existência da membrana plasmática representa um marco para o surgimento dos primeiros seres vivos.
2. Encontrem no texto seis adjetivos para a membrana plasmática e os escrevam no diagrama a seguir. O primeiro deles, “muito fina”, já está escrito.
3. Construam um pequeno texto, com as diferentes palavras utilizadas para preencher o quadro do Diagrama 1. Nesse texto, o aluno deve enfatizar as diferentes funções e características da membrana plasmática necessárias ao desenvolvimento da vida.

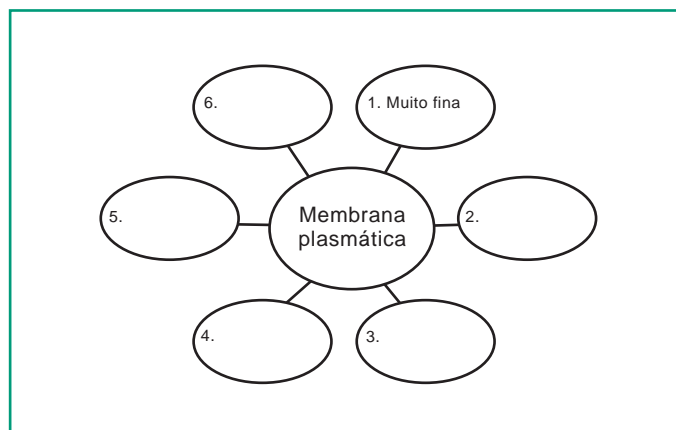


Diagrama 1 – Membrana plasmática.

PROPOSTA DE AVALIAÇÃO

1. (Unesp) No início da manhã, a dona de casa lavou algumas folhas de alface e as manteve em uma bacia, imersas em água comum de torneira, até a hora do almoço. Com esse procedimento, a dona de casa assegurou que as células das folhas se mantivessem:
 - a) túrgidas, uma vez que foram colocadas em meio isotônico.
 - b) túrgidas, uma vez que foram colocadas em meio hipotônico.
 - c) túrgidas, uma vez que foram colocadas em meio hipertônico.
 - d) plasmolizadas, uma vez que foram colocadas em meio isotônico.
 - e) plasmolizadas, uma vez que foram colocadas em meio hipertônico.



2. Todas as membranas presentes nas células animais e vegetais são constituídas, basicamente, pelos seguintes componentes:

- a) DNA e proteínas.
- b) ácidos nucleicos e enzimas.
- c) lipídeos e enzimas.
- d) enzimas e açúcares.

e) lipídeos e proteínas.

3. Se compararmos uma célula a uma casa, a membrana celular corresponderia:

- a) ao muro.
- b) às janelas e às portas.

c) ao conjunto de paredes, telhado e chão.

- d) ao quarto.
- e) ao jardim.

4. (Unesp-1998) Um pesquisador colocou células de raiz de cebola, hemácias humanas e alguns paramécios, separadamente, em três tubos de ensaio numerados e contendo água destilada.

Tubo I – Células de raiz de cebola.

Tubo II – Hemácias humanas.

Tubo III – Paramécios.

Algum tempo depois, foi observado que, no tubo I, as células tiveram seus volumes aumentados; no tubo II, as hemácias tiveram suas membranas plasmáticas rompidas, e a água ficou ligeiramente avermelhada; no tubo III, o volume celular dos paramécios permaneceu inalterado.

Pergunta-se:

a) Por que não houve alteração no volume celular dos paramécios?

Paramécios são protistas de água doce que possuem vacúolos pulsáteis. Através dessas estruturas, podem eliminar o excesso de água que adquirem do meio, por osmose, mantendo seu volume inalterado.

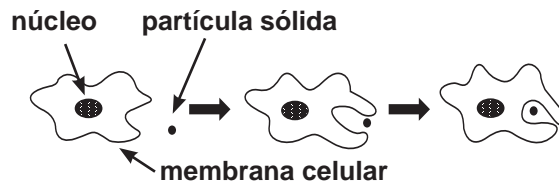
b) Qual é a estrutura celular presente nas células da raiz de cebola (e ausente nas hemácias) que evitou a ruptura dessas células? Por que o tubo que continha hemácias ficou avermelhado após a ruptura das membranas plasmáticas?

A estrutura presente nas células da raiz de cebola, que evitou sua ruptura quando estavam túrgidas, é a membrana celulósica. O tubo que continha hemácias ficou avermelhado porque essas células, após o rompimento, liberaram seu conteúdo, constituído por hemoglobina, pigmento de cor vermelha.



5. A figura a seguir representa um organismo unicelular eucarionte. Descreva que processo ele está realizando e o papel que a membrana celular desempenha durante esse processo.

Durante a alimentação desse unicelular, a membrana engloba o alimento, permitindo que ele seja coletado e ingerido pelo ser.



SITUAÇÃO DE APRENDIZAGEM 3 METABOLISMO CELULAR: RESPIRAÇÃO E FOTOSÍNTESE

Nesta Situação de Aprendizagem, buscamos enfatizar a importância dos processos de respiração celular e fotossíntese para os seres vivos. Tratamos também de uma análise comparativa entre esses dois processos, ressaltando as diferenças entre os seus reagentes e os seus produtos. Com essa atividade,

de, espera-se que os alunos percebam que a principal finalidade da fotossíntese é a produção, pela planta, de seu próprio alimento e que há uma relação entre a fotossíntese e a respiração, em que os produtos da fotossíntese são a matéria-prima para o processo de respiração.

Tempo previsto: 2 aulas.

Conteúdos e temas: fotossíntese e respiração.

Competências e habilidades: estabelecer relação entre o texto e as ilustrações; compreender e interpretar textos de diferentes gêneros, como tabelas e figuras; analisar e explicar dados experimentais; identificar informações em textos, imagens, tabelas, gráficos e mapas; produzir registros utilizando diversas linguagens.

Estratégias: atividade de ativação de conhecimentos prévios a partir de afirmações do senso comum, seguida de questionamentos para serem trabalhadas em pequenos grupos.

Recursos: questões motivadoras, interpretação de experimentos clássicos; leitura e interpretação de imagens; leitura e interpretação de linguagens matemática e química.

Avaliação: participação nas atividades; verificar as respostas dadas aos questionamentos e o produto da pesquisa.

Roteiro para aplicação da Situação de Aprendizagem 3

Etapa 1 – Sondagem inicial e sensibilização

Faça aos alunos algumas perguntas muito frequentes sobre as plantas e deixe que respondam livremente: *Você já ouviu falar que dormir com planta no quarto faz mal? Em sua opinião, por que isso aconteceria?*

Esse questionamento deve-se ao fato de haver um entendimento popular de que não se deve colocar plantas no ambiente onde pessoas estão dormindo, porque poderia causar problemas, uma vez que, sem luz, as plantas consumiriam gás oxigênio do ambiente. Ao longo da Situação de Aprendizagem, deve-se ressaltar aos alunos que essa preocupação é descabida, uma vez que, havendo circulação do ar, a presença das plantas não trará problemas para as pessoas.

Etapa 2 – Definindo fotossíntese

Apresente o tema da Situação de Aprendizagem. Peça aos alunos que citem cinco palavras que lhes vêm à mente ao ouvirem o termo fotossíntese. Escreva no quadro as palavras, em um esquema do tipo:

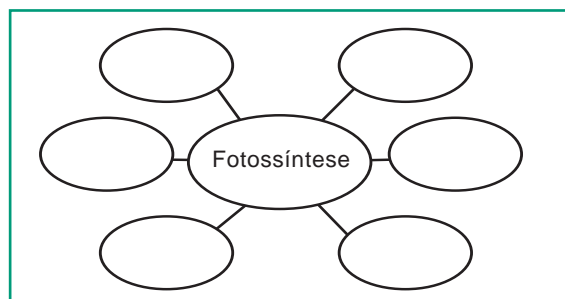


Diagrama 2 – Fotossíntese.

Com base nas palavras mencionadas pelos alunos, proponha uma definição bem simplificada do termo. Algo como: “fotossíntese é um processo que ocorre nas plantas e depende da luz solar”. Em seguida, distribua os alunos em grupos e lance a seguinte situação:

Um dos primeiros estudos sobre a fotossíntese foi o realizado por Joseph Priestley (1733-1804). A figura a seguir representa um dos seus experimentos, no qual ratos confinados por certo tempo em uma câmpula fechada morriam. No entanto, se uma planta fosse introduzida nesse mesmo ambiente, o rato se mantinha vivo.



Figura 8 – Experimento de Joseph Priestley.

- ▶ Qual o motivo da morte na Situação 2 do experimento?
- ▶ Que tipo de interação estaria acontecendo entre os dois tipos de seres vivos?

Retome aqui a situação apresentada na Etapa 1, questionando os alunos com esta questão, por exemplo: *Esse experimento corrobora a crença de que dormir com plantas faz mal?*

Chame a atenção para o fato de a Situação 3 do experimento ter sido realizada na presença de luz.

A crença de que dormir com plantas faz mal pode estar relacionada ao fato de que, na ausência da luz, não ocorre fotossíntese.

Aguarde um momento para as deliberações e solicite a um aluno de cada grupo que relate as conclusões a que chegaram sobre as questões propostas.

Organize um fórum de discussões entre os diferentes grupos e solicite a cada grupo que apresente argumentação consistente em defesa da sua conclusão.

As conclusões podem diferir em alguns aspectos, mas a ideia geral deve conter: a) A planta e o rato morriam porque não podiam respirar; b) A planta recuperava o ar irrespirável, tornando-o respirável. De alguma maneira, a planta fornecia a substância necessária para a sua respiração e a do rato.

Terminada a discussão, peça aos alunos que respondam:

1. Qual é a substância presente no ar e fundamental para a respiração?

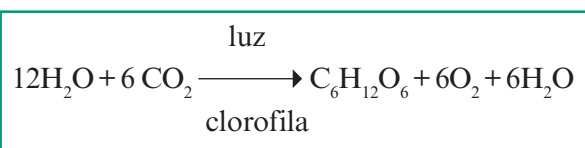
O₂ (gás oxigênio)

2. Qual é a substância devolvida ao ar pelo processo da respiração?

CO₂ (dióxido de carbono ou gás carbônico)

Após responderem às questões, apresente o seguinte desafio: *Um fato curioso é que, se o conjunto campânula, rato e planta for mantido no escuro, o rato e a planta não permanecem vivos. Como vocês explicam esse novo resultado?*

Na ausência de luz e em um ambiente completamente fechado, o rato e a planta morrem, pois não ocorre fotossíntese sem luz, e, com isso, não se produz gás oxigênio, essencial para a sobrevivência dos dois.



Após explicar o significado da simbologia química (CO₂ = gás carbônico; H₂O = água; C₆H₁₂O₆ = glicose (carboidrato); O₂ = gás oxigênio), peça aos alunos que analisem a equação da fotossíntese e transformem a informação nela presente em **um texto escrito**.



O texto produzido deve conter como ideia fundamental que as plantas captam a energia do sol, o gás carbônico do ar e a água do ambiente para transformá-los em energia química (carboidratos), gás oxigênio e água, por meio da fotossíntese.

Como atividade para casa, peça aos alunos que façam uma pesquisa para comparar os dois processos trabalhados nesta atividade: a fotossíntese e a respiração. Nessa pes-

quisa, devem estar contemplados os seguintes aspectos:

- a) o local na planta onde eles ocorrem;
- b) os produtos;
- c) a equação simplificada.

O material resultante da pesquisa pode ser variado, mas é fundamental que contenha:

	Fotossíntese	Respiração
Local na planta onde ocorrem os processos	<i>Principalmente nas células das folhas, que contêm os cloroplastos e a clorofila.</i>	<i>Em todas as células.</i>
Produtos	<i>Glicose, oxigênio e água.</i>	<i>Gás carbônico e água.</i>
Equação simplificada	$6CO_2 + 12H_2O \xrightarrow[\text{clorofila}]{\text{luz}} C_6H_{12}O_6 + 6O_2 + 6H_2O$	$C_6H_{12}O_6 + 6O_2 \rightarrow 6CO_2 + 6H_2O + \text{ENERGIA}$

As questões empregadas no momento da sondagem e da sensibilização pretendem trazer para a sala de aula um dos questionamentos mais comuns sobre as plantas e sobre a fotossíntese. É muito provável que os alunos respondam afirmativamente com relação à questão proposta no início da Etapa 2, o que é, de certa forma, esperado. Em geral, o aluno diz que a planta “intoxica” o ar que a gente respira porque ela libera CO₂ à noite. Pode ser, ainda, que ele diga que, à noite, ela respira e, durante o dia, ela faz fotossíntese. A segunda questão procura promover um desequilíbrio nessa afirmação, pois, caso fosse verdade, os

jovens morreriam ao dormir cercados por plantas. Entretanto, o aluno pode argumentar que, na mata, não houve intoxicação porque o “ar circula”, enquanto, em um quarto fechado, isso não acontece.

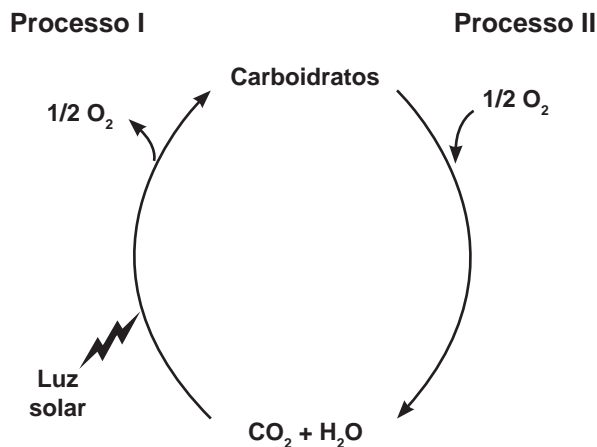
Caso isso aconteça, as questões que se seguem no desenvolvimento da atividade permitirão que os alunos reconheçam o equívoco da afirmação e aprendam um pouco mais sobre a fotossíntese. É fundamental que os alunos percebam que a principal finalidade da fotossíntese é produzir matéria orgânica, ou seja, o alimento da planta.



Aprendemos na atividade que a fotossíntese é um processo existente nas plantas e em outros organismos clorofilados para a síntese de alimento (glicose e outros açúcares), em presença de luz. Dizemos, por isso, que os seres vivos que realizam a fotossíntese são autotróficos, isto é, produzem o seu próprio alimento. Sendo assim: *Por que é necessário colocar adubo na terra onde as plantas se desenvolvem?*

PROPOSTA DE AVALIAÇÃO

1. Em células eucariontes, quais estruturas celulares realizam, respectivamente, o Processo I e o Processo II aqui representados?



- a) Membrana celular e núcleo.
 b) Cloroplasto e mitocôndria.
 c) Folha e pulmão.
 d) Mitocôndria e cloroplasto.
 e) Pulmão e folha.
2. (Fuvest) Dois importantes processos metabólicos são:

I “Ciclo de Krebs”, ou ciclo do ácido cítrico, no qual moléculas orgânicas são degradadas, e seus carbonos, liberados como gás carbônico (CO₂).

II “Ciclo de Clavin-Benson”, ou ciclo das pentoses, no qual os carbonos do gás carbônico são incorporados em moléculas orgânicas.

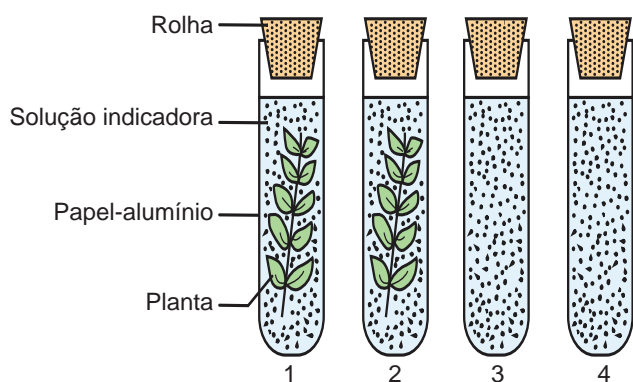
Que alternativa indica corretamente os ciclos presentes nos organismos citados?

	Humanos	Plantas	Algas	Levedo
a)	I e II	I e II	I e II	Apenas I
b)	I e II	Apenas II	Apenas II	I e II
c)	I e II	I e II	I e II	I e II
d)	Apenas I	I e II	I e II	Apenas I
e)	Apenas I	Apenas II	Apenas II	Apenas I

Observação: apesar de não trabalharmos, ao longo do material, com muitos dos termos apresentados na questão, as informações disponíveis no enunciado devem permitir aos alunos chegar ao item correto.



3. (Unesp) Um grupo de estudantes montou o seguinte experimento: quatro tubos de ensaio foram etiquetados, cada um com um número, 1, 2, 3 e 4. Uma planta de egéria (planta aquática) foi colocada nos tubos 1 e 2. Os tubos 1 e 3 foram cobertos com papel-alumínio, de modo a criar um ambiente escuro, e os outros dois foram deixados descobertos. Dentro de cada tubo, foi colocada uma substância indicadora da presença de gás carbônico que não altera o metabolismo da planta. Todos os tubos foram fechados com rolha e mantidos por 24 horas em ambiente iluminado e com temperatura constante. A figura representa a montagem do experimento.



Sabendo-se que a solução indicadora tem, originalmente, cor vermelho-clara, a qual muda para amarela, quando aumenta a concentração de gás carbônico dissolvido, e para vermelho-escura, quando a concentração desse gás diminui, pode-se afirmar que as cores esperadas, ao final do experimento, para as soluções dos tubos 1, 2, 3 e 4 são, respectivamente:

- a) amarela, vermelho-clara, vermelho-clara e vermelho-escura.
- b) amarela, vermelho-escura, vermelho-clara e vermelho-clara.**
- c) vermelho-escura, vermelho-escura, amarela e amarela.
- d) amarela, amarela, amarela e amarela.
- e) vermelho-escura, vermelho-clara, vermelho-clara e amarela.

4. Pensando nos produtos da fotossíntese e sabendo que aproximadamente 30% do nosso planeta é constituído por terra, onde se encontram grandes florestas, e 70% por água, onde vivem microscópicas algas, avalie a afirmação a seguir:

“A Amazônia purifica o ar do planeta, produzindo o gás oxigênio necessário para a vida no planeta.”

A afirmação está equivocada, pois as algas microscópicas também produzem gás oxigênio, por meio da fotossíntese. A área que elas ocupam no planeta é bem maior que a ocupada por florestas como a Amazônia.

5. O espermatozoide contém muitas mitocôndrias. Por qual motivo?

Para se deslocar até o óvulo, essa célula gasta muita energia. A organela que permite isso é a mitocôndria.



SITUAÇÃO DE APRENDIZAGEM 4 NÚCLEO CELULAR

Nesta Situação de Aprendizagem, enfatiza-se a importância do núcleo para a organização e o funcionamento das células. Busca-se salientar a relação entre sua composição e suas funções.

A divisão celular é abordada com o intuito de mostrar como as células se dividem e também como o descontrole desse processo pode ser um fator de propensão ao desenvolvimento de câncer.

Tempo previsto: 1 aula.

Conteúdos e temas: cromossomos e divisão celular.

Competências e habilidades: compreender e interpretar textos de diferentes gêneros, como tabelas e figuras; participar de discussões e mostrar respeito às opiniões diferentes da sua e capacidade de fazer sínteses e relações; saber se expressar em público.

Estratégias: atividade de levantamento de conhecimentos prévios a partir do uso de discussão em grande grupo.

Recursos: pergunta inicial, seguida de representação esquemática usando rolinhos de papel.

Avaliação: avaliar a manifestação dos alunos e as dúvidas mais frequentes.

Roteiro para aplicação da Situação de Aprendizagem 4

Etapa 1 – Clonagem e a função do núcleo celular

Inicie esta Situação de Aprendizagem sobre a importância do núcleo da célula partindo da discussão sobre a clonagem. Elabore perguntas instigadoras, como:

- ▶ Em 1997, uma ovelha ficou famosa no mundo inteiro. O nome dela era Dolly. Alguém sabe o motivo de tanta fama?

- ▶ Como foi feita a clonagem da Dolly?

Solicite que os alunos elaborem um esquema do processo. Exponha esses esquemas para a classe.

Após a discussão inicial, apresente o esquema a seguir e peça aos alunos que tentem explicar o que aconteceu.

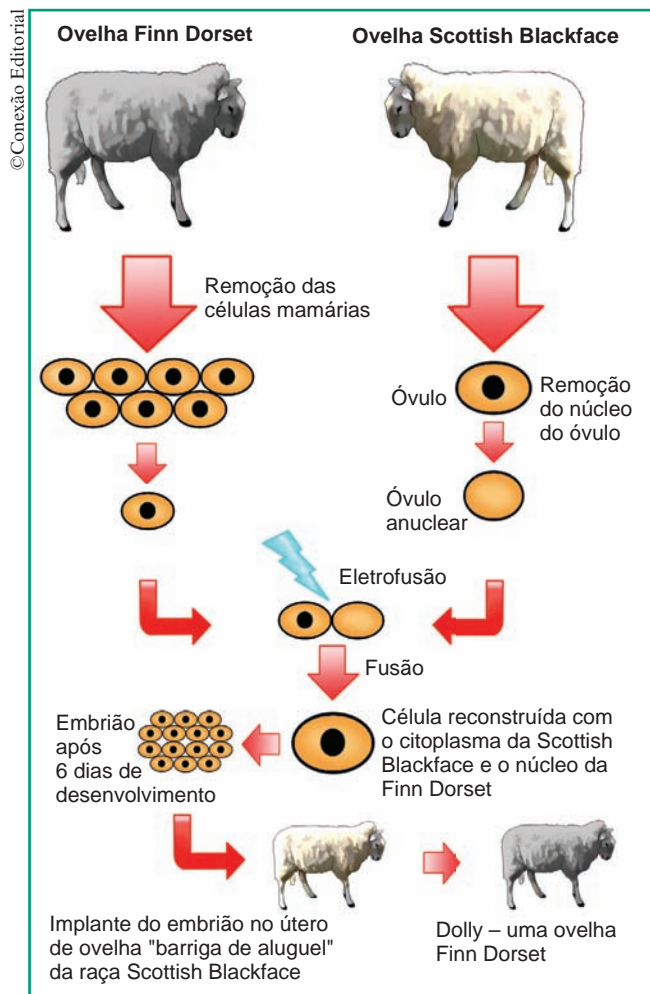


Figura 9 – Clonagem da ovelha Dolly.

Uma vez esclarecido o esquema anterior, discuta com os alunos:

1. Por que foi importante empregar uma “mãe de aluguel” de uma raça diferente da doadora de células para a clonagem?
2. Por que a Dolly não se parece com a mãe de aluguel?
3. O que existe no núcleo da célula da ovelha da raça Finn Dorset que fez com que o seu

clone apresentasse as mesmas características que ela apresentava?

Nesta etapa, é importante que os alunos reconheçam a importância do núcleo para a manifestação das características. O ideal é que eles concluam que alguma coisa no núcleo é responsável pelas características físicas da ovelha. O que haveria dentro do núcleo? É provável que os alunos mencionem: genes, DNA ou material genético. Todas essas respostas estão corretas e consistem em uma boa preparação para as próximas atividades, que levarão à compreensão da mitose e do papel fundamental dos cromossomos na transmissão das características hereditárias.

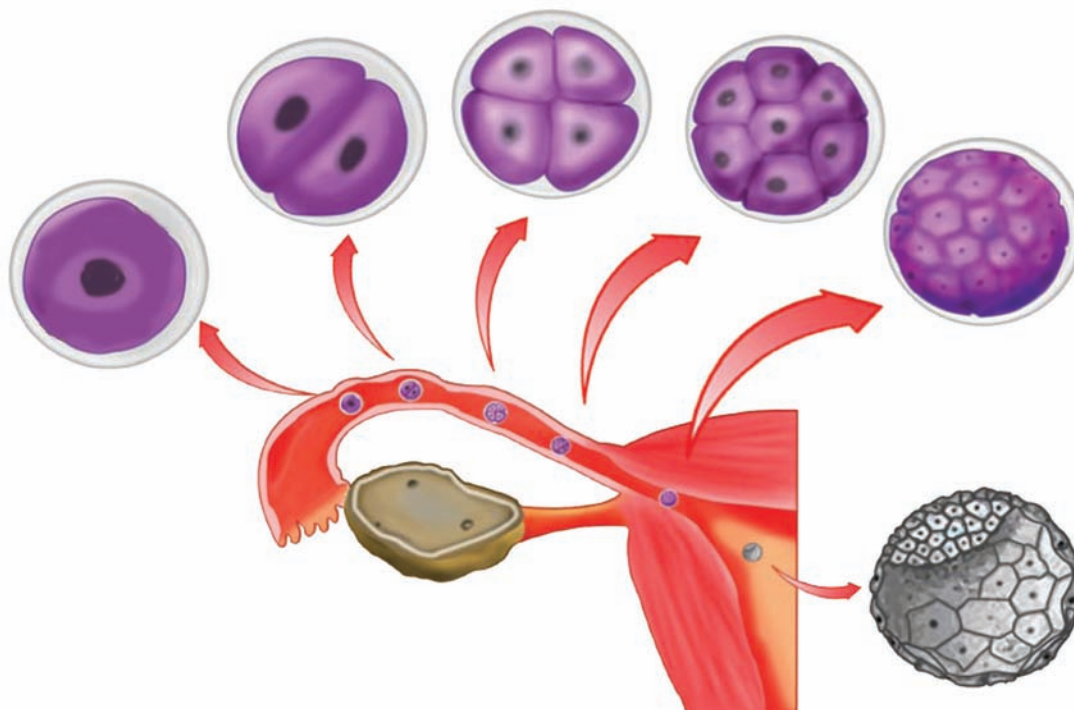
Etapa 2 – Divisão celular e manutenção da vida

O conhecimento sobre a divisão celular é um dos mais enfatizados no Ensino Médio. No entanto, observa-se uma preocupação excessiva em se descrever e memorizar o nome das fases da mitose (prófase, metáfase, anáfase e telófase) e pouca importância ao processo como forma de propagar e manter a vida. Esta atividade foi proposta como uma forma de realçar os aspectos básicos da divisão celular, sua importância para a manutenção da vida e sua estreita relação com o câncer.

Organize os alunos em pequenos grupos e distribua algumas questões para serem discutidas livremente, sem consultas.



1. O que você imagina que aconteceria se as células parassem de se dividir nas plantas? E nos bebês? E nos adultos?
2. Após a fecundação (união dos gametas), forma-se uma única célula que dá origem a várias outras até que, por volta do quarto dia, forma-se um embrião com 64 células. Observe a ilustração a seguir e discuta com seus colegas como foi possível que isso acontecesse. De onde vieram todas essas células, se inicialmente existia apenas uma?
3. Abel teve cirrose hepática e precisou remover 30% de seu fígado. Em seis meses, no entanto, o fígado de Abel tinha voltado ao tamanho original. O que pode ter sido responsável pela regeneração do fígado de Abel?
4. Em uma pessoa sadia, milhares de hemácias morrem por dia e são eliminadas do corpo. No entanto, mesmo após essa perda, a pessoa continua com boa saúde e sem redução no número total de hemácias. O que você imagina que acontece para que o número de hemácias se mantenha constante?
5. Células que revestem o intestino vivem apenas seis a sete dias, mas são continuamente substituídas por outras. Como isso ocorre?



©Conexão Editorial

Figura 10 – Embriogênese.

Discuta as respostas dadas pelos grupos, solicitando que elaborem argumentos para sustentar suas opiniões. Em seguida, apresente o título do texto que será lido, *Dividir para*

crescer, e proponha algumas questões antes de iniciar a leitura, como: *Pelo título, o que se espera do texto? O que, na sua opinião, deve dividir para poder crescer?*



Dividir para crescer

Solange Soares de Camargo

O processo de divisão celular conhecido como **mitose** é um dos mais importantes e o que possibilita a existência e a manutenção da vida, tal como a conhecemos. Para os organismos formados por uma única célula, é por meio da mitose que ocorre a reprodução, e, para aqueles formados por muitas células, como as plantas e os animais, é por meio da mitose que ocorrem o crescimento e a manutenção do organismo.

Através da mitose, o embrião humano se desenvolve. Em 24 horas, uma única célula dá origem a outra e, após esse período, a mais outra e mais outra, até que, após quatro dias, existem cerca de 64 células e, em 39 semanas, um indivíduo completo, formado por milhões de células.

Evento semelhante acontece com a planta, que cresce a partir de uma minúscula semente ou que recupera os seus galhos, folhas e frutos após a poda. Isso só é possível porque a planta realiza um tipo de reprodução que é chamado de brotamento. Nele, células se dividem por mitose, dando origem a outras iguais.

No corpo humano, a cada minuto, milhares de células são mortas. Porém, outras tantas surgem para ocupar o lugar daquelas que morreram. Hemácias, por exemplo, vivem 120 dias, e células do intestino, apenas sete! No entanto, essas células estão continuamente sendo repostas pelo mesmo processo, conhecido como mitose.

A mitose também é um dos processos envolvidos na formação de um tumor. Qualquer problema em uma das etapas do ciclo celular pode levar à multiplicação descontrolada das células e ao surgimento do tumor. Esse tumor pode ficar restrito a determinado local ou alcançar a corrente sanguínea, dando origem ao câncer e às metástases.

No entanto, apesar de todo o conhecimento sobre a importância da mitose em nossa vida, a constatação de que células só existem a partir de células preexistentes não foi uma ideia que surgiu da noite para o dia. Até o século XVIII, muitos cientistas defendiam a hipótese da abiogênese, ou seja, a geração da vida a partir da não-vida. Acreditava-se, por exemplo, que escorpiões surgiam de um amontoado de pedras ou que carnes em decomposição “criavam” bichos. Essa hipótese encontrava alguns opositores nos partidários da biogênese (geração da vida a partir da vida) e foi rejeitada por Lazzaro Spallanzani, em meados de 1700. Ele defendia a ideia de que os “germes” nasciam de pequenos “ovinhos” postos por eles mesmos, mas que eram invisíveis aos olhos humanos.

A hipótese de Spallanzani, no entanto, não foi aceita pelos cientistas da época, uma vez que a ideia da geração espontânea era muito forte. Levou cem anos para que outro cientista, Louis Pasteur, conseguisse confirmar a hipótese de Spallanzani.

Como se vê, demorou muito para os cientistas se convencerem de que as células surgem somente pela reprodução de outras preexistentes. A célula-mãe divide-se ao meio, originando duas células-filhas idênticas, elucidando, assim, o princípio básico da mitose.

A mitose, no entanto, não ocorre do mesmo modo em todas as células existentes no corpo humano. Enquanto células embrionárias dividem-se em poucas horas, células do esôfago levam dias para realizar o mesmo processo, e células nervosas e musculares adultas nunca se dividem. Por isso é que lesões em



células nervosas podem ser fatais, e doenças que levam à degeneração dessas células, como Alzheimer e Parkinson, são irreversíveis.

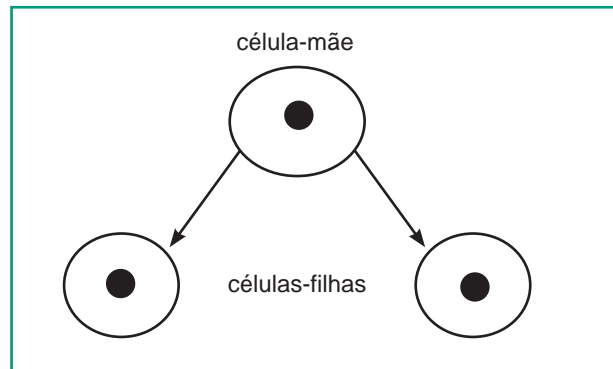


Diagrama 3 – Divisão celular por mitose.

Uma vez lido o texto, solicite aos alunos que respondam:

1. As suas hipóteses sobre o assunto do texto se confirmaram?
2. O que precisa dividir para crescer?
3. Com relação às questões introdutórias (que propunham o levantamento dos conceitos prévios), houve alguma alteração após a leitura do texto? Qual(is)?
4. Qual a relação entre a mitose e a biogênese defendida por Pasteur?
5. De que forma a mitose está relacionada com o aparecimento de tumores?
6. Escreva um parágrafo explicando a importância da mitose para os seres vivos.

Ao término desta etapa, espera-se que os alunos reconheçam que:

- ▶ as células surgem somente pela reprodução de outras preexistentes;
- ▶ para os organismos formados por uma única célula, como as bactérias, é por meio da mitose que ocorre a reprodução, e, para aqueles formados por muitas células, como as plantas e os animais, é por meio da mitose que ocorrem o crescimento e a manutenção do organismo;
- ▶ o princípio básico da mitose é: a célula-mãe divide-se, originando duas células-filhas idênticas.

A discussão em sala de aula sobre a relação entre mitose e câncer é uma excelente oportunidade para que os alunos recorram aos



conhecimentos desenvolvidos na escola para elaborar propostas de intervenção solidária na realidade, respeitando os valores humanos e considerando a diversidade sociocultural. Pode-se, com efeito, trazer para o cotidiano dos alunos e, principalmente, das alunas e seus familiares, a necessidade de prevenir dois tipos de câncer que mais afetam homens e mulheres e que são totalmente curáveis, se diagnosticados precocemente.

Divida os alunos em pequenos grupos e proponha as seguintes questões, que devem ser respondidas na sequência apresentada:

1. Imagine que você tem uma informação secreta que precisa ser passada adiante da forma mais fiel possível, ou seja, sem alterações. Ela está impressa em um papel e deve ser passada da mesma forma, mas você deve ficar com a informação original. Como você faria?

É importante que os alunos percebam a necessidade de se copiar a informação. E a forma mais fiel seria fazer uma fotografia, uma digitalização ou uma fotocópia dela.

2. Agora, imagine a situação de uma célula, como aquela vista na atividade anterior. Vimos naquela atividade que a célula precisa se dividir para que o organismo possa crescer e repor células perdidas. Para repor células da pele, por exemplo, é necessário que algumas células da pele deem origem a outras células da pele com as mesmas características. Tendo respon-

dido à questão anterior, o que deve acontecer primeiramente para que as células-filhas tenham as mesmas características da célula-mãe?

Nesta atividade, espera-se que o aluno agregue o conhecimento adquirido sobre o núcleo da célula ao conhecimento sobre a divisão celular. É importante que ele chegue à conclusão de que o núcleo precisa, de alguma forma, ser “copiado”.

O núcleo ainda é, para os alunos, apenas o local que contém o material genético. No entanto, eles ainda não conhecem as estruturas em que a informação genética está contida. Para isso, uma analogia possível para a relação entre cromossomos, genes e DNA pode ser estabelecida utilizando-se um modelo formado por lápis, caneta hidrocor e barbante. Dois fios de barbante, com aproximadamente 2 m, têm suas pontas presas com fita adesiva e são enrolados um sobre o outro, de modo a representar uma molécula de DNA.

Alguns trechos de 5 cm do barbante são pintados com canetas hidrocor de cores diferentes, deixando espaços de diferentes tamanhos entre eles. Os trechos pintados representam os genes. Por fim, o fio duplo é enrolado em torno de um lápis, que representa a estrutura proteica de um cromossomo. O produto é um cromossomo com diferentes genes ao longo de uma molécula de DNA.

Essa visão simples é suficiente para continuarmos os estudos sobre mitose. Nos próximos bimestres, ela será retomada e aprofundada.



Representando a mitose: dividir para multiplicar

Utilizando rolinhos de papel colorido, fios de lã ou massinha de modelar, os alunos devem representar os cromossomos durante o processo da mitose.

Eles devem desenhar, em uma folha de papel, um círculo para representar o limite da célula e posicionar os dois cromossomos dentro dela.

Apresente para os alunos o esquema I, para que eles tenham uma referência.

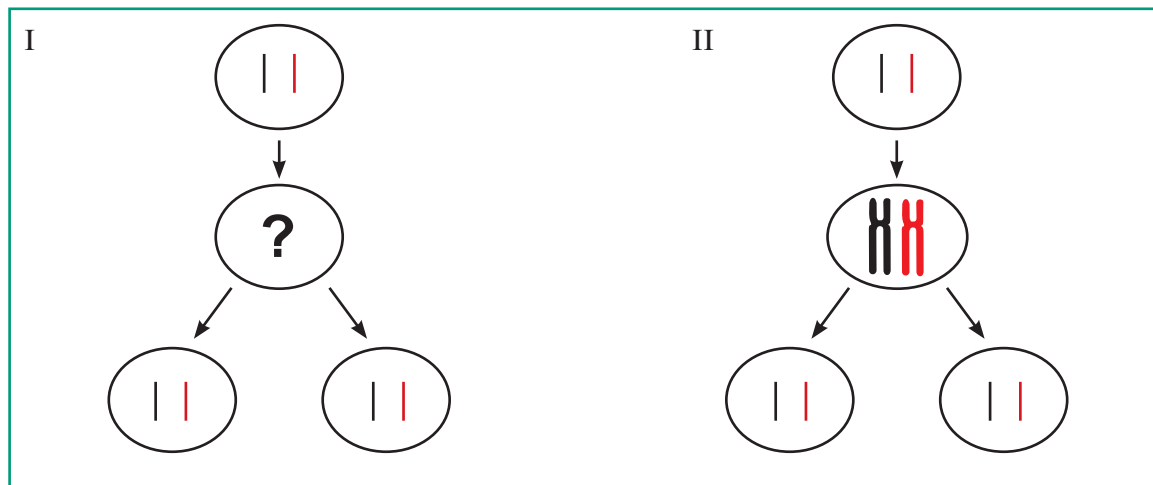


Diagrama 4 – Mitose: comportamento dos cromossomos.

Nesta atividade, espera-se que os alunos façam um esquema similar ao II. É fundamental que eles percebam a importância da duplicação dos cromossomos. Isso pode ser visualizado a partir da utilização de rolinhos de papel, que devem estar duplicados na etapa representada por um ponto de interrogação.

Uma vez realizada a atividade anterior, questione os alunos:

1. Como você explica o nome dado à atividade *Multiplicar para dividir*? O que exatamente se multiplica para depois se dividir?

Os cromossomos se multiplicam, ou seja, dão origem a uma cópia deles mesmos para que possam, então, ser divididos entre as células-filhas.

2. A Figura 11 representa o desenvolvimento de um tumor no pulmão. No primeiro quadro, as células cancerosas (em amarelo) começam a se multiplicar. No segundo quadro, elas se multiplicaram um pouco mais, e, no terceiro, as células do tumor já alcançaram a corrente sanguínea, espalhando-se pelo corpo. Com base no que foi visto nas atividades anteriores, qual processo celular está envolvido na formação do tumor? O que pode ter dado errado nesse processo?

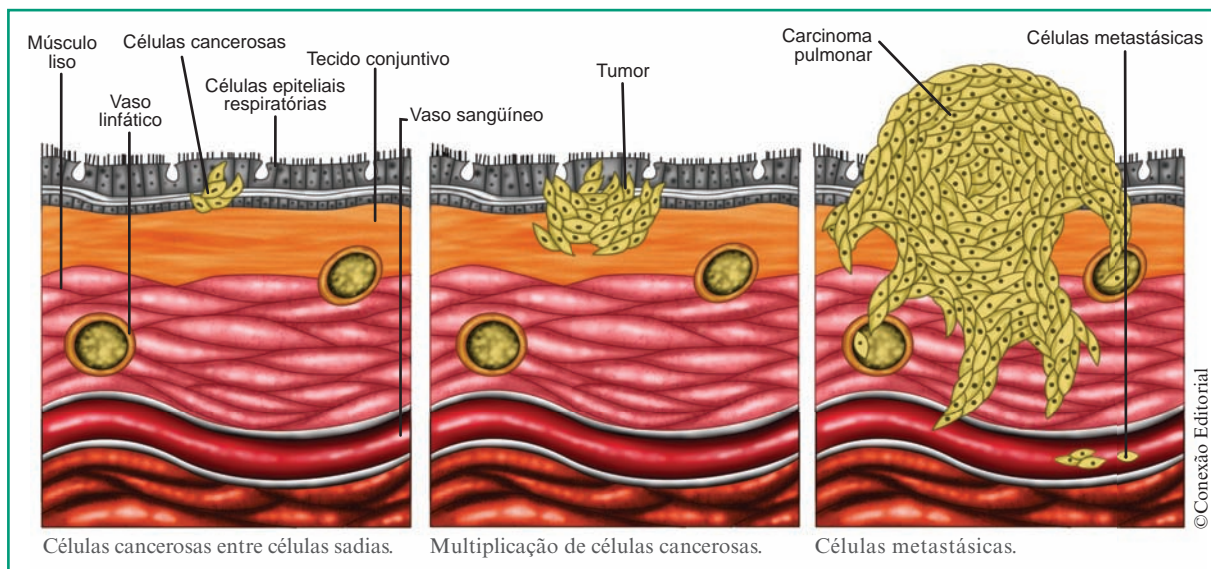


Figura 11 – Formação de um tumor.

O processo celular envolvido é a mitose, que está fora de controle, não sendo interrompida no momento em que deveria. Isso se deve a mutações que alteram as informações necessárias para a interrupção do ciclo celular.

Como atividade complementar relacionada ao tema, apresente a Figura 11 e questione os alunos sobre o seu significado.

A seguir, proponha uma pesquisa, em diferentes fontes, sobre:

- ▶ os tipos de câncer mais frequentes na sua região;
- ▶ os tipos de câncer mais frequentes entre as mulheres;
- ▶ os tipos de câncer mais frequentes entre os homens;

- ▶ os principais fatores de risco para o desenvolvimento de um câncer;
- ▶ as estratégias de atuação para a prevenção do câncer de mama;
- ▶ as estratégias de atuação para a prevenção do câncer de colo do útero;
- ▶ as relações entre hábitos de vida como fumo e álcool e o câncer;
- ▶ como prevenir o câncer de próstata.

Após os alunos compartilharem, em classe, o resultado da pesquisa, discuta com eles a necessidade da divulgação aos seus familiares dos conhecimentos adquiridos na escola sobre esse assunto tão importante. Divida a classe em grupos e instrua-os para que planejem a elaboração de um pôster ou de uma cartilha para a comunidade com informações sobre a



doença, os fatores de risco e sua prevenção. Sorteie os temas (tipos mais comuns da doença) entre os grupos.

Auxilie-os na preparação do trabalho. Algumas questões devem ser pensadas: *Qual é o público-alvo do pôster que o grupo vai produzir? Que informações serão transmitidas? Serão utilizadas figuras? Quais?*

Incentive os alunos a dividir as tarefas: quem será o responsável pelo texto, pelas figuras, pela elaboração da arte, pela revisão etc.

Distribua uma folha de papel sulfite para cada grupo e instrua-os a dobrá-la em três partes iguais e a dispor as informações de maneira correta.

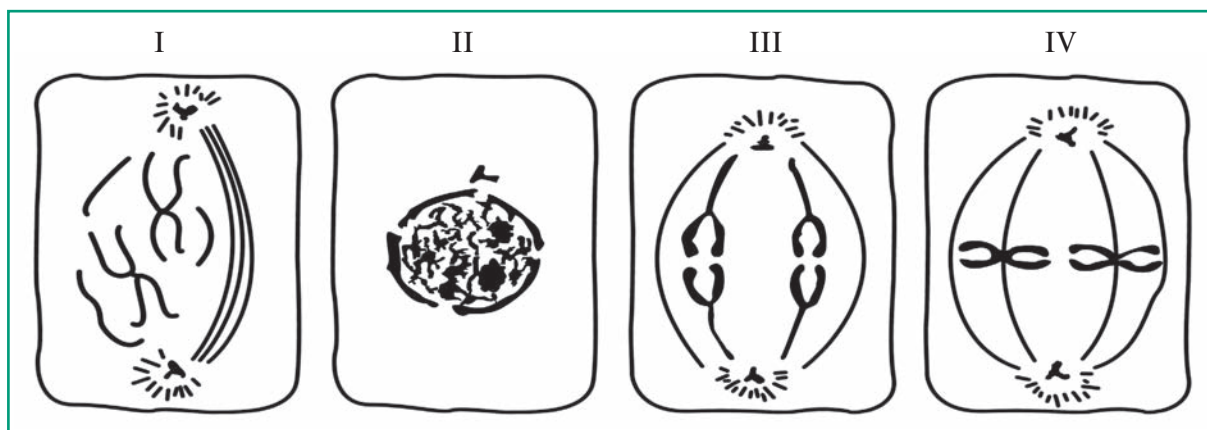
Supervisione o planejamento e a execução dos trabalhos e agende a data da entrega.

Ao término desta etapa, espera-se que os alunos reconheçam que:

- ▶ para dividir as células, é necessário duplicar o seu material genético, que se encontra na forma de cromossomos;
- ▶ os tumores e os cânceres resultam de um processo descontrolado de divisão celular;
- ▶ hábitos de vida não saudáveis têm estreita relação com determinados tipos de cânceres;
- ▶ a prevenção ainda é o melhor remédio;
- ▶ o diagnóstico precoce da doença é o caminho certo para a cura.

PROPOSTA DE AVALIAÇÃO

1. Em uma divisão mitótica normal, a sequência correta dos eventos esquematizados nas figuras é:



© Conexão Editorial



a) II, IV, III, I.

b) I, IV, II, III.

c) II, I, IV, III.

d) I, II, IV, III.

e) IV, I, III, II.

2. (Enem-1999) A sequência a seguir indica, de maneira simplificada, os passos seguidos por um grupo de cientistas para a clonagem de uma vaca:

I. Retirou-se um óvulo da vaca Z. O núcleo foi desprezado, obtendo-se um óvulo anucleado.

II. Retirou-se uma célula da glândula mamária da vaca W. O núcleo foi isolado e conservado, desprezando-se o resto da célula.

III. O núcleo da célula da glândula mamária foi introduzido no óvulo anucleado. A célula reconstituída foi estimulada para entrar em divisão.

IV. Após algumas divisões, o embrião foi implantado no útero de uma terceira vaca Y, mãe de aluguel. O embrião se desenvolveu e deu origem ao clone.

Considerando-se que os animais Z, W e Y não têm parentesco, pode-se afirmar que o animal resultante da clonagem tem as características genéticas da vaca

a) Z, apenas.

b) W, apenas.

c) Y, apenas.

d) Z e W, apenas.

e) Z, W e Y.

O clone apresenta o núcleo da célula “W”, mas também as mitocôndrias do óvulo da vaca Z. Como ambos, núcleo e mitocôndria, têm DNA e genes, podemos dizer que o clone tem as características genéticas de ambas as vacas, Z e W.

3. Quantas serão as células formadas no esquema da questão 1? Quantos cromossomos terão cada uma dessas células formadas? Geneticamente, elas serão iguais ou diferentes entre si?

Duas células com dois cromossomos cada. Elas serão idênticas entre si.

4. A explosão das bombas atômicas em Hiroshima e Nagasaki provocou discussões sobre os efeitos da radiação no meio ambiente e nos seres humanos. Existe uma alta incidência de câncer nas duas cidades japonesas. Como a radiação está relacionada ao aumento na incidência de câncer?

Radiações nucleares podem danificar o material genético (DNA), causando diferentes anomalias celulares, dentre as quais o câncer. Nessa situação, a célula se multiplica descontroladamente.



5. (Enem-2007) Leia atentamente o texto abaixo:

Ultravioleta e câncer

As autoridades sanitárias de todo o mundo mostram-se alarmadas com o grande aumento da incidência do câncer de pele. A frequência do melanoma dobrou na última década na Austrália, a campeã do câncer cutâneo, mas fato idêntico ocorreu no norte da Europa. [...]

Alguns sem dúvida procurarão atribuir essa explosão à rarefação da camada de ozônio que periodicamente ocorre na estratosfera. [...] Mas é relativamente pequena a contribuição dessa rarefação, embora as medidas tomadas contra o uso de clorofluorcarbonados e outros produtos que para ela concorrem, diminuiu um pouco a incidência do carcinoma. [...]

O maior responsável pelo crescimento do câncer de pele, segundo especialistas dos EUA, é o hábito de expor o corpo por muito tempo ao sol, nas praias e também em salões de bronzeamento.

Os três principais tipos de câncer cutâneo (o carcinoma escamocelular, o basal e o melanoma) desenvolvem-se na epiderme, que é a camada externa da pele. [...]

As células epidérmicas tornam-se malignas quando o seu DNA (material genético) se divide sem controle. Essa transformação pode ter muitas causas, como exposição excessiva aos raios X, queimaduras, irritações repetidas ou doenças infecciosas. Mas o culpado mais comum é a radiação ultravioleta. [...] Convém lembrar que o UV exerce ação supressiva do sistema imune que talvez explique em parte a sensibilidade das células a seus efeitos. A hereditariedade também pode contribuir para o aparecimento do câncer.

Os carcinomas basais raramente formam metástases (disseminação do tumor a outros pontos), ao contrário dos escamosos. Os melanomas também produzem metástase, mas sua origem muitas vezes é diferente. Eles podem aparecer em áreas de pele geralmente cobertas pelo vestuário e resultam de episódios repetidos de queimaduras solares com formação de bolhas.

REIS, José. *Folha de S. Paulo*, 2 jan. 2000.

Em relação ao exposto, é correto afirmar:

- a) o câncer de pele só é causado por radiação ultravioleta.
- b) com a destruição de parte da camada de ozônio, não ocorre nenhum aumento de risco de câncer de pele.
- c) a partir de 1992, a taxa de desemprego foi decrescente.
- d) a metástase corresponde ao processo por meio do qual o câncer se desenvolve

em um tecido, a partir de uma alteração do DNA de suas células.

- e) o comportamento das pessoas, expondo-se ao sol em busca de bronzeamento, intensifica o risco de desenvolvimento de câncer de pele.

Esta questão serve tanto para o aluno se informar mais sobre o tema câncer como para conhecer como são as questões do Enem. Embora seja necessário certo conhecimento sobre os agentes causadores do câncer, as habilidades mais solicitadas aqui estão relacionadas às capacidades de leitura e interpretação.



PROPOSTA DE SITUAÇÃO DE RECUPERAÇÃO

Como Proposta de Situação de Recuperação dos temas trabalhados nas últimas atividades, peça aos alunos que façam um estudo sobre a membrana plasmática, procurando descrever:

- ▶ quais seres vivos a possuem;
- ▶ quais as funções que ela desempenha em seres unicelulares (como bactérias, algas e amebas) e em seres pluricelulares (como plantas e animais);
- ▶ que relação essas funções apresentam com a composição da membrana.

Com relação à fotossíntese, peça aos alunos que expliquem de onde pode ter surgido a “ideia” de que dormir com planta no quarto faz mal. Nessa explicação, procure destacar em que difere uma explicação científica de uma explicação de senso comum.

Pode-se pedir, ainda, ao aluno que escreva um parágrafo sobre a importância da fotossíntese para o surgimento da vida no planeta Terra.

Com relação aos temas núcleo e mitose, peça que façam um trabalho de investigação sobre os principais componentes existentes dentro do núcleo de uma célula humana e a relação que esses componentes têm com os nossos genes e as nossas características.

Ainda com relação à mitose, vimos que alguns agentes mutagênicos, como a radiação ultravioleta e o cigarro, são também causadores de câncer. Peça aos alunos que expliquem a relação existente entre mitose e câncer. Nessa explicação, é ideal que estejam presentes os termos: informação genética, divisão celular e tumores.

Ainda como Proposta de Situação de Recuperação, peça aos alunos que, após realizarem uma pesquisa em diferentes fontes, produzam um texto narrativo intitulado “A célula”.

Esse texto deve conter, entre outras, as seguintes informações:

- ▶ O que é célula?
- ▶ Quais são os tipos de célula?
- ▶ Quais as partes fundamentais de uma célula?
- ▶ Quais as diferenças básicas entre células eucarióticas e procarióticas? E entre as células dos animais e das plantas?

Além disso, seria interessante ampliar a compreensão dos alunos sobre a ciência como uma construção humana e o papel fundamental da tecnologia na construção do conhecimento científico.

Pergunte aos alunos se eles têm ideia do que estava acontecendo no mundo quando



Mathias Schleiden e Theodor Schwann propuseram, em 1839, a hipótese de que todos os seres vivos eram formados por células. Para

tanto, faça uma leitura compartilhada do texto a seguir.

Como era o mundo na época da teoria celular?

Em meados de 1800, os microrganismos não eram conhecidos, e tampouco se sabia que muitos deles estavam envolvidos com a transmissão de doenças. Os tratamentos médicos eram, portanto, baseados na ideia de que havia “humores” ruins que deveriam ser eliminados para garantir a saúde.

Com relação aos seres vivos, estes eram agrupados em apenas dois reinos: o dos animais e o das plantas. Tudo o que se conhecia era então classificado como mineral, planta ou animal.

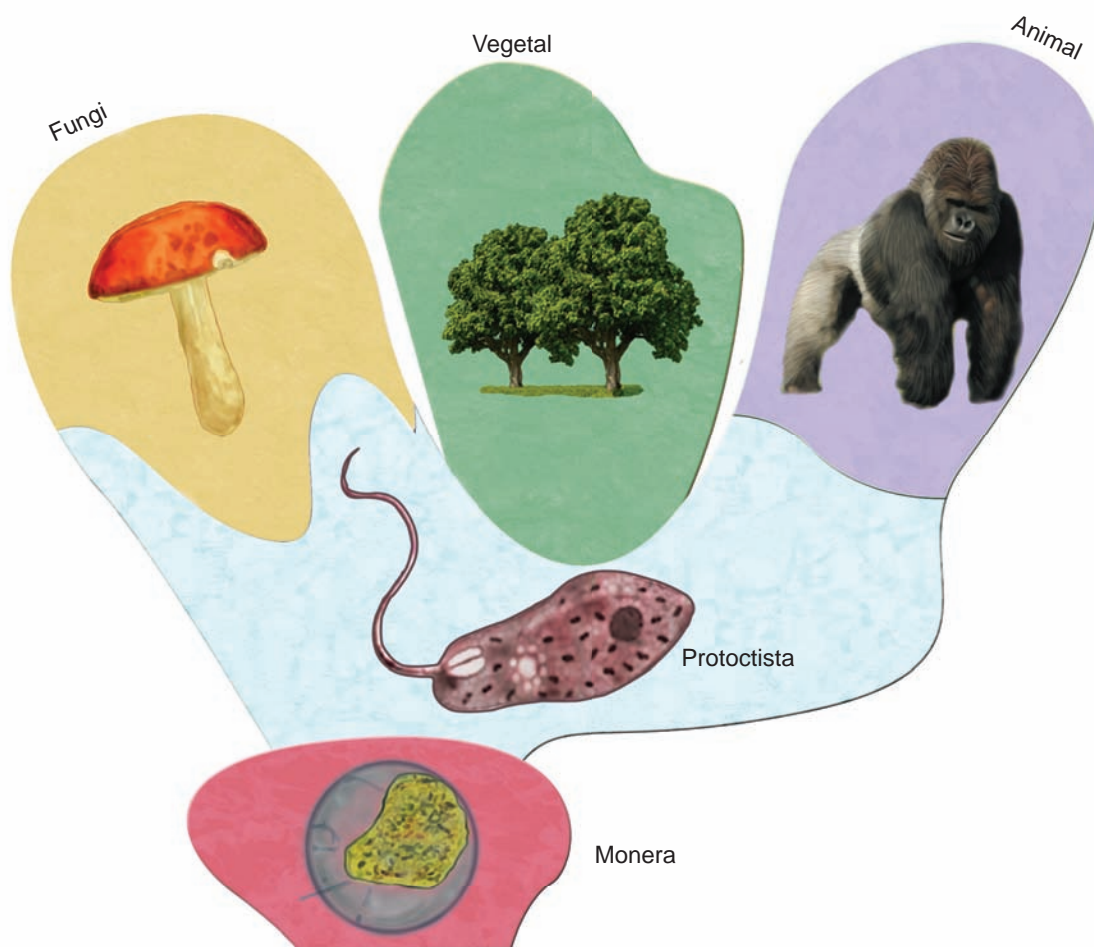
Com o avanço dos microscópios, muita coisa mudou: os microrganismos foram descobertos e, muitos deles, associados a doenças. Os seres vivos foram reclassificados em cinco reinos: plantas, animais, fungos, moneras e protistas (em latim: *Plantae*, *Animalia*, *Fungi*, *Monera* e *Protista*), e os estudos sobre as células avançaram muito.

Em 1838, Mathias Schleiden e Theodor Schwann elaboraram a hipótese de que todos os seres vivos eram formados por células. Essa hipótese, no entanto, não surgiu da noite para o dia. Aconteceu pouco a pouco até se transformar em um dos pilares da Biologia.

Aliás, a maioria dos livros refere-se ao conhecimento científico como um conjunto de descobertas repentinas realizadas por pessoas excêntricas e brilhantes. Temos, assim, os “pais” ou os “donos” da ideia: Gregor Mendel (pai da genética), Charles Darwin (pai da evolução), Robert Hooke (pai da microbiologia) etc. Mas de onde vieram as ideias defendidas por eles? De suas próprias mentes?

Sabemos pelos livros que Anton van Leeuwenhoek, um dos primeiros a observar a célula ao microscópio, era um comerciante que vendia tecidos. Por que ele se interessou pelo mundo microscópico? Segundo alguns autores, as lentes de aumento ou lupas eram bastante empregadas na época, não somente por comerciantes, mas por relojoeiros e joalheiros. A finalidade era examinar melhor o objeto a ser comercializado. Empregando esses aparelhos, rudimentares para hoje, mas avançadíssimos para a época, Leeuwenhoek mostrou a existência dos glóbulos vermelhos no sangue e dos espermatozoides no sêmen. Além disso, observou, pela primeira vez, seres invisíveis a olho nu, como bactérias e protozoários. No entanto, suas observações não foram aceitas de imediato pelos cientistas da época: era preciso comprovações! Robert Hooke, físico e membro da Sociedade Real, foi incumbido de construir um microscópio similar ao de Leeuwenhoek a fim de confirmar as observações feitas por ele.

Foi observando os famosos buraquinhos que apareciam na cortiça que Robert Hooke deu o nome de células. No entanto, Robert Hooke e Leeuwenhoek não estavam sozinhos na empreitada de conhecer esse fascinante mundo. Marcello Malpighi, Charles de Brisseau-Mirbel e Robert Brown também estavam interessados nas células, além dos muitos anônimos que podem ter contribuído para esse conhecimento inicial.



©Conexão Editorial

Figura 12 – Os cinco reinos dos seres vivos e sua classificação quanto ao número de células (unicelulares e pluricelulares) e à ausência ou presença de núcleo (procariontes e eucariontes).

Após a leitura do texto, inicie com os alunos uma discussão interpretativa, instruindo-os para que anotem o mais importante em seus cadernos.

As questões a seguir podem ser instigadoras:

► Por que será que Schleiden e Schwann propuseram a hipótese?

► Será que ela se baseava em algum conhecimento anterior?

► Na época, o que se sabia a respeito das células?

► Como eram os procedimentos médicos?

► Alguém já ouviu falar das sangrias que eram feitas empregando sanguessugas? Em



que se baseavam essas sangrias? Por que eram consideradas, em alguns casos, eficientes para combater doenças?

- ▶ Será que já se sabia que bactérias e vírus são responsáveis por muitas doenças humanas?
- ▶ E com relação aos seres vivos, em quantos reinos se agrupavam?

- ▶ O que mudou após a teoria celular?
- ▶ Por que a célula não foi observada antes?
- ▶ Quem foram Robert Hooke e Anton van Leeuwenhoek?

Para pensar

A reclassificação dos seres vivos ilustra como o avanço da tecnologia é fundamental para a ciência. Em sua opinião, existiriam outras formas de vida ainda não detectadas pelas limitações de nossos sentidos e da tecnologia existente?



RECURSOS PARA AMPLIAR A PERSPECTIVA DO PROFESSOR E DO ALUNO PARA A COMPREENSÃO DO TEMA

Livros

EL-HANI, Charbel Nino; VIDEIRA, Antonio Passos (Org.). *O que é vida afinal?* Para entender a Biologia do século XXI. Rio de Janeiro: Relume Dumará, 2000.

O livro trata do desenvolvimento do conceito de vida ao longo do século XX, tendo como base os conhecimentos produzidos pela ciência da Biologia.

PRESTES, Maria Elice Brzezinski. *Teoria celular: de Hooke a Schwann*. São Paulo: Scipione, 1997.

O livro apresenta uma linguagem adequada tanto ao professor como aos alunos, e retrata os principais marcos na construção da teoria celular.

PEREIRA, Lygia da Veiga. *Clonagem, fatos e mitos*. São Paulo: Moderna, 2002.

A autora, com longa experiência em pesquisa celular e utilização de células-tronco, trata, neste livro, do desenvolvimento científico que culminou com a clonagem da ovelha Dolly.

Sites

CDCC USP SÃO CARLOS. Disponível em: <<http://educar.sc.usp.br/ciencias>>. Acesso em: 25 set. 2008.

Traz o roteiro de como observar células de cebola e da mucosa da boca ao microscópio, além de apresentar textos de apoio sobre aspectos básicos da célula.

FUNDAÇÃO OSVALDO CRUZ (FIOCRUZ). Disponível em: <<http://www.invivo.fiocruz.br/celula>>. Acesso em: 25 set. 2008.

Traz um material ilustrado e didático sobre células e tecidos. Trata-se de uma exposição virtual, chamada “Célula, oficina da vida”. Nela, o aluno pode ver algumas fotos de células, aprender sobre a história do microscópio e entender um pouco a relação existente entre célula e tecido.

HOWSTUFFWORKS (COMOTU-DOFUNCIONA). Disponível em: <<http://ciencia.hsw.uol.com.br/celulas1.htm>>. Acesso em: 25 set. 2008.

É uma criação de um professor da Carolina do Norte, Estados Unidos. Traz as mais variadas



informações sobre como as coisas funcionam. Desde células até motores de carro. O texto é claro, e a linguagem coloquial torna-o bem acessível ao público em geral.

INCA – INSTITUTO NACIONAL DE CÂNCER. Disponível em: <<http://www.inca.gov.br>>. Acesso em: 13 fev. 2008.

INSTITUTO DO HOSPITAL DO CÂNCER A. C. CAMARGO. Disponível em: <<http://www.hcanc.org.br>>. Acesso em: 13 fev. 2008.

Traz informações muito úteis sobre o câncer: o que é, como se previne, fatores de risco, diagnóstico e tratamento. A linguagem é clara e adequada para estudantes.

INSTITUTO DE QUÍMICA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO. Disponível em: <<http://server2.iq.ufrj.br/~almenara/fotossintese.htm>>. Acesso em: 13 fev. 2008.

Traz um texto bem escrito sobre a importância da fotossíntese para a vida no planeta. Embora seja um pouco longo, é muito claro. Traz, ainda, informações sobre a descoberta da fotossíntese e explicita relações pouco

usuais da fotossíntese com a eletrônica e a área médica.

NAVEGANDO EM MAPAS DE CONCEITO – TEMAS DE BIOLOGIA. Disponível em: <<http://www.moderna.com.br/moderna/didaticos/em/biologia/temasbio/atividades/TB02.pdf>>. Acesso em: 25 set. 2008.

O(a) professor(a) pode consultar esse *site* para compreender um pouco mais sobre a construção de conceitos.

ONG AMBIENTE BRASIL REDE DE ESTUDOS – VIÇOSA (MG). Disponível em: <<http://www.redeambiente.org.br/index.asp>>. Acesso em: 13 fev. 2008.

Traz uma seção muito interessante, denominada “Fatos e Mitos”, que pretende dar respostas a questionamentos frequentes entre os alunos. As questões sobre fotossíntese são muito interessantes e respondidas de forma clara.

WIKIPEDIA. Disponível em: <<http://pt.wikipedia.org/wiki/Vida>>. Acesso em: 25 set. 2008.

Apresenta definições e figuras sobre células e seres vivos.



CONSIDERAÇÕES FINAIS

Você acabou de conhecer uma série de atividades que priorizam o trabalho das capacidades leitoras associadas ao estudo de conteúdos específicos de Biologia. Com elas, iniciamos a proposta para a 2ª série do Ensino Médio, cujo foco é a construção de conceitos biológicos fundamentais para a formação de um cidadão crítico.

Os conceitos aqui trabalhados permitem uma abordagem diferenciada do ensino de Biologia, oferecendo aos alunos uma leitura de temas polêmicos da atualidade.

As Situações de Aprendizagem valorizam o trabalho prático, bem como a resolução de problemas, e de estratégias fundamentais para a formação de um ser humano competente para lidar com os temas sociocientíficos na escola, na família e em sua comunidade.

Os recursos didáticos e metodológicos aqui sugeridos poderão ajudá-lo a aumentar consideravelmente as possibilidades de aprendizagem de seus alunos, não só para um bom desempenho escolar, mas também para a vida em sociedade.