



E

DIRETORIA DE ENSINO NORTE 2

Reunião para planejamento:

- **das estratégias de ação do projeto**
- **do uso do Fórum na Internet**
- **do uso do material instrucional**

PROJETO CELULAR

13/março/2007

Oficina Pedagógica - Diretoria de Ensino Norte 2
Rua Plínio Pasqui, 217
Parada Inglesa

CRONOGRAMA DE ATIVIDADES
13/03/2007

Horário	Atividade
9:00 às 9:40 horas	Atividade: O vírus é vivo?
9:40 às 10:00 horas	Intervalo para café
11:00 às 11:00 horas	Explicações sobre o material deixado na Diretoria de Ensino
11:00 às 11:30 horas	Dinâmica: conteúdo e estratégias.
11:30 às 12:00 horas	Discussão de alguns itens sobre dificuldades na compreensão de conceitos.
12:00 às 13:00 horas	Almoço
13:00 às 14:30 horas	Relacionar as dúvidas dos estudantes com a maneira de ensinar.
14:30 às 15:00 horas	Intervalo para café
15:00 às 15:30 horas	Fórum na internet
15:30 às 17:00 horas	Definir: <ul style="list-style-type: none">• espaço para atividades nas escolas• participação dos alunos• relação Diretoria de Ensino-Escolas-USP• o uso dos materiais• atividade de finalização do projeto

VÍRUS É VIVO?

I. Instruções para aplicação da atividade em sala de aula.

Ia. Objetivo: Motivar o aluno para a pesquisa e compreensão dos conceitos de: átomo, molécula, macromolécula, célula, organelas membranosas e estruturas celulares.

Ib. Preparação da Atividade:

Ib1. Fora da sala de aula:

- Leitura prévia, pelo **professor**, do material instrucional oferecido para subsídio da discussão em sala de aula.
- Preparar cópias do mapa de conceito “Vírus” e da folha de exercícios, de acordo com o número de alunos. Sugere-se que exercício seja realizado em grupos de 3 a 5 alunos

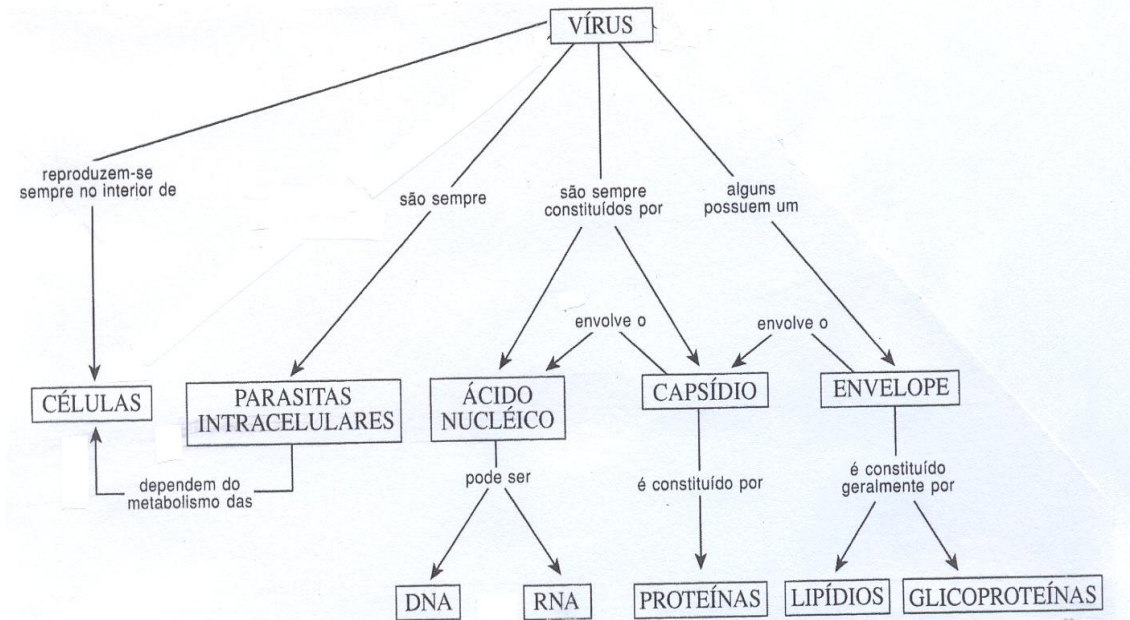
Ib2. Na sala de aula:

- Organizar os grupos de alunos e distribuir, por grupo, uma cópia do material referido acima.
- Iniciar o exercício com o item 1.
- Após alguns “palpites” dos alunos, passar para o item 2. Sugere-se que o professor construa, juntamente com os alunos, a lista dos conceitos solicitados registrando – a no quadro.
- A seguir, os alunos deverão tomar nota da lista e, **nos grupos**, fazer os exercícios 3, 4 e 5.
- O professor deverá esclarecer os alunos sobre o objetivo da atividade e permanecer na sala de aula para esclarecimento apenas das dúvidas sobre “como fazer” e nunca fornecer diretamente as respostas. Estimular os alunos a tentar resolver as dúvidas “no grupo” antes de chamar o professor.
- Sugere-se também que o professor inicie, com a classe, um trabalho de conscientização sobre o papel do professor como coordenador do aprendizado e dos alunos como construtores dos seus saberes no sentido de formação de pessoas autônomas capazes de desenvolver as habilidades necessárias para a resolução de problemas.

VÍRUS É VIVO?

Exercícios para sala de aula.

1. A partir do mapa de conceitos “Vírus” (esquema abaixo) responder a seguinte pergunta: **Vírus é Vivo?**



(adaptado de: Amabis, J.M. e Martho, G.R. Biologia, vol 2. Ed. Moderna, 2ª. Edição, 2004)

2. Fazer uma lista dos conceitos a serem esclarecidos para que essa pergunta possa ser respondida.
3. Fazer os exercícios que seguem para a construção de conceitos após pesquisa ou discussão no grupo.
 - 3a. Assinalar, no quadro acima:
 - a) com o sinal (oo) os itens que são átomos.
 - b) com o sinal (^) os itens que são moléculas.
 - c) com o sinal (>>) os itens que são macromoléculas.
 - d) com o sinal (xx) os itens que são formados por células.

3b. Nos itens assinalados como macromoléculas, acrescentar o sinal o sinal (++) em torno dos que fazem parte da constituição química de uma célula.

3c. Nos itens assinalados como macromoléculas, acrescentar o sinal o sinal (--) em torno dos que fazem parte da constituição química de um vírus.

3d. Fazer uma lista dos itens que são estruturas virais. Fazer, a partir das informações oferecidas pelo mapa um esquema de um vírus completo.

3e. Fazer uma lista dos itens que são estruturas celulares.

4. Assinalar, na lista previamente elaborada (item 2), que conceitos foram esclarecidos após finalização dos exercícios do item 3.

5. A pergunta inicial: - **Vírus é Vivo?** Já pode ser respondida?

a. Se SIM, redija um texto com a resposta e a argumentação correspondente.

b. Se NÃO, que conceitos ainda não foram esclarecidos?

Compilação de alguns fragmentos de textos relacionados ao conceito de “Vida”

Não existe uma única definição final sobre o que seja a vida. Com o intuito de trazer algumas definições e diferentes visões sobre “vida” apresentamos uma compilação de textos de diferentes origens e pontos de vista.

Definição	Comentários
<p>Fisiológica: Um ser vivo é aquele capaz de desenvolver algumas funções básicas como comer, metabolizar, excretar, respirar, mover, crescer, reproduzir e reagir a estímulos externos.</p>	<p>Várias máquinas realizam todas estas funções e, entretanto, não são seres vivos. Um automóvel, por exemplo, come e metaboliza a gasolina e joga os excrementos pelo escape. Por outro lado algumas bactérias não respiram e, no entanto são seres vivos.</p>
<p>Metabólica: descreve um ser vivo como um objeto finito que troca matéria continuamente com a vizinhança, sem alterar as suas propriedades gerais.</p>	<p>A definição parece correta, mas, existem certas sementes e esporos que são capazes de permanecer imutáveis durante anos ou séculos e depois nascerem ao serem semeados. A chama de uma vela tem uma forma definida e troca matéria continuamente com as vizinhanças.</p>
<p>Bioquímica (ou biomolecular): Seres vivos são seres que contém informação hereditária reproduzível codificada em moléculas de ácidos nucléicos e que controlam a velocidade de reações de metabolização pelo uso de catálise com proteínas especiais chamadas de enzimas.</p>	
<p>Genética: Um sistema vivo é um sistema capaz de evolução por seleção natural.</p>	
<p>Termodinâmica: Em um organismo vivo a ordem parece aumentar: uma planta pega moléculas ordinárias de água e gás carbônico e as transforma em clorofila, açúcar e outros carboidratos, moléculas bem mais elaboradas e ordenadas. Isto ocorre porque um ser vivo é um sistema aberto que troca massa e energia com a vizinhança.</p>	<p>De acordo com essa definição os ciclos biológicos nada mais são do que explorações de ciclos termodinâmicos por organismos vivos.</p>
<p>Dicionário: Estado de atividade imanente dos seres organizados.</p>	
<p>Dicionário Aurélio: Conjunto de propriedades e qualidades graças às quais animais e plantas, ao contrário dos organismos mortos ou natureza bruta (inerte), se mantém em contínua atividade. Esta se manifesta por suas funções orgânicas como o metabolismo, o crescimento, a reação aos estímulos, à adaptação ao meio e à reprodução.</p>	

Dicionário Lello Universal: O estado de atividade da substância organizada comum aos animais e aos vegetais	
Vida é uma condição que distingue organismos de objetos inorgânicos e organismos mortos. Ela se manifesta pelo crescimento resultante de metabolismo, reprodução e poder de adaptação ao ambiente. Esta adaptação ocorre após alterações originalmente internas.	
Vida é a capacidade de gerar descendentes.	Esta definição inclui os vírus, entidades acelulares.
Convencional (científica): Vida é característica de organismos que exibem os seguintes fenômenos: Homeostasia, organização, metabolismo, crescimento, adaptação, resposta a um estímulo, reprodução.	Alguns membros de algumas espécies não se reproduzem, pois são estéreis; vírus e prions não são considerados formas vivas, pois não são capazes de reprodução sem um substrato especializado como uma célula hospedeira.
Sistêmica: Seres vivos são capazes de auto-organização e auto- produção.	
Stuart Kauffman: Agente autônomo capaz de auto-reprodução ou de completar, pelo menos, uma etapa de um ciclo termodinâmico.	
Seres vivos são sistemas capazes de responder a mudanças no meio em que estão ou em si mesmos de forma a promover sua própria perpetuação.	

O QUE É VIDA ?

<http://www.tvcultura.com.br/aloescola/ciencias/olhandoparaoceu/opceu10.htm>

Não existe uma definição universal do que seja vida. As estrelas são verdadeiras usinas transformadoras da matéria, dando origem a uma infinidade de elementos e combinações de partículas e energia.

Aqui na Terra, essas combinações resultaram na imensa variedade de formas de vida com a qual nos relacionamos. A vida na Terra se dá num equilíbrio instável entre as diferentes formas de captação e consumo de energia. Os seres vivos de grande complexidade dependem de estruturas elementares que variam de organismo para organismo, podendo até sozinhas representar um ser vivo.

Essas relações de troca entre os seres vivos só puderam ser estudadas com o invento e a utilização de microscópios. E, não por coincidência, os microscópios são contemporâneos das lunetas... Eles surgiram no século XVI, que marca a "conquista" do macrocosmo e do microcosmo.

As estruturas elementares da vida dependem de reações químicas que envolvem os mesmos átomos que foram sintetizados nos processos de nucleossíntese que ocorrem nos interiores estelares. Ou seja, a vida, como nós a conhecemos, não só depende da energia das estrelas como só pode se originar enquanto resultado da evolução estelar.

Sobre a morte e o morrer **Rubem Alves**

Texto publicado no jornal "Folha de São Paulo", Caderno "Sinapse" do dia 12-10-03. fls 3

O que é vida? Mais precisamente, o que é a vida de um ser humano? O que e quem a define?

Já tive medo da morte. Hoje não tenho mais. O que sinto é uma enorme tristeza. Concordo com Mário Quintana: "Morrer, que me importa? (...) O diabo é deixar de viver." A vida é tão boa! Não quero ir embora.

Eram 6h. Minha filha me acordou. Ela tinha três anos. Fez-me então a pergunta que eu nunca imaginara: "Papai, quando você morrer, você vai sentir saudades?". Emudeci. Não sabia o que dizer. Ela entendeu e veio em meu socorro: "Não chore, que eu vou te abraçar..." Ela, menina de três anos, sabia que a morte é onde mora a saudade.

Cecília Meireles sentia algo parecido: "E eu fico a imaginar se depois de muito navegar a algum lugar enfim se chega... O que será, talvez, até mais triste. Nem barcas, nem gaivotas. Apenas sobre humanas companhias... Com que tristeza o horizonte avisto, aproximado e sem recurso. Que pena a vida ser só isto..."

Da. Clara era uma velhinha de 95 anos, lá em Minas. Vivia uma religiosidade mansa, sem culpas ou medos. Na cama, cega, a filha lhe lia a Bíblia. De repente, ela fez um gesto, interrompendo a leitura. O que ela tinha a dizer era infinitamente mais importante. "Minha filha, sei que minha hora está chegando... Mas, que pena! A vida é tão boa..."

Mas tenho muito medo do morrer. O morrer pode vir acompanhado de dores, humilhações, aparelhos e tubos enfiados no meu corpo, contra a minha vontade, sem que eu nada possa fazer, porque já não sou mais dono de mim mesmo; solidão, ninguém tem coragem ou palavras para, de mãos dadas comigo, falar sobre a minha morte, medo de que a passagem seja demorada. Bom seria se, depois de anunciada, ela acontecesse de forma mansa e sem dores, longe dos hospitais, em meio às pessoas que se ama, em meio a visões de beleza.

Mas a medicina não entende. Um amigo contou-me dos últimos dias do seu pai, já bem velho. As dores eram terríveis. Era-lhe insuportável a visão do sofrimento do pai. Dirigiu-se, então, ao médico: "O senhor não poderia aumentar a dose dos analgésicos, para que meu pai não sofra?". O médico olhou-o com olhar severo e disse: "O senhor está sugerindo que eu pratique a eutanásia?".

Há dores que fazem sentido, como as dores do parto: uma vida nova está nascendo. Mas há dores que não fazem sentido nenhum. Seu velho pai morreu sofrendo uma dor inútil. Qual foi o ganho humano? Que eu saiba, apenas a consciência apaziguada do médico, que dormiu em paz por haver feito aquilo que o costume mandava; costume a que freqüentemente se dá o nome de ética.

Um outro velhinho querido, 92 anos, cego, surdo, todos os esfíncteres sem controle, numa cama -de repente um acontecimento feliz! O coração parou. Ah, com certeza fora o seu anjo da guarda, que assim punha um fim à sua miséria! Mas o médico, movido pelos automatismos costumeiros, apressou-se a cumprir seu dever: debruçou-se sobre o velhinho e o fez respirar de novo. Sofreu inutilmente por mais dois dias antes de tocar de novo o acorde final.

Dir-me-ão que é dever dos médicos fazer todo o possível para que a vida continue. Eu também, da minha forma, luto pela vida. A literatura tem o poder de ressuscitar os mortos. Aprendi com Albert Schweitzer que a "reverência pela vida" é o supremo princípio ético do amor. Mas o que é vida? Mais precisamente, o que é a vida de um ser humano? O que e quem a define? O coração que continua a bater num corpo aparentemente morto? Ou serão os ziguezagues nos vídeos dos monitores, que indicam a presença de ondas cerebrais?

Confesso que, na minha experiência de ser humano, nunca me encontrei com a vida sob a forma de batidas de coração ou ondas cerebrais. A vida humana não se define biologicamente. Permanecemos humanos enquanto existe em nós a esperança da beleza e da alegria. Morta a possibilidade de sentir alegria ou gozar a beleza, o corpo se transforma numa casca de cigarra vazia.

Muitos dos chamados "recursos heróicos" para manter vivo um paciente são, do meu ponto de vista, uma violência ao princípio da "reverência pela vida". Porque, se os médicos dessem ouvidos ao pedido que a vida está fazendo, eles a ouviriam dizer: "Liberta-me".

Comovi-me com o drama do jovem francês Vincent Humbert, de 22 anos, há três anos cego, surdo, mudo, tetraplégico, vítima de um acidente automobilístico. Comunicava-se por meio do único dedo que podia movimentar. E foi assim que escreveu um livro em que dizia: "Morri em 24 de setembro de 2000. Desde aquele dia, eu não vivo. Fazem-me viver. Para quem, para que, eu não sei...". Implorava que lhe dessem o direito de morrer. Como as autoridades, movidas pelo costume e pelas leis, se recusassem, sua mãe realizou seu desejo. A morte o libertou do sofrimento.

Dizem as escrituras sagradas: "Para tudo há o seu tempo. Há tempo para nascer e tempo para morrer". A morte e a vida não são contrárias. São irmãs. A "reverência pela vida" exige que sejamos sábios para permitir que a morte chegue quando a vida deseja ir. Cheguei a sugerir uma nova especialidade médica, simétrica à obstetrícia: a "morienterapia", o cuidado com os que estão morrendo. A missão da morienterapia seria cuidar da vida que se prepara para partir. Cuidar para que ela seja mansa, sem dores e cercada de amigos, longe de UTIs. Já encontrei a padroeira para essa nova especialidade: a "Pietà" de Michelangelo, com o Cristo morto nos seus braços. Nos braços daquela mãe o morrer deixa de causar medo.

Considerações gerais:

A maior parte das definições tem como foco a diferença entre matéria viva e não viva. Algumas novas idéias foram propostas no período entre 1980 e 1990. Por exemplo, questiona-se alguns programas de computador podem ser considerados vivos. Alguns programas apresentam semelhanças com organismos vivos, pois sabemos que não é impossível a criação de programas (softwares) que preenchem os seguintes critérios de vida: crescimento, reprodução, reações ao ambiente, etc.

Apesar das especulações dos cientistas e das tentativas de definição, a origem do que é "vivo" continua o grande mistério da ciência.

SANGUE – FLUIDO DA VIDA

*Consultoria especializada: E. M. B. Dessen;
Maria Gabriela G. R. Santos; Rodrigo V. M. Silveira; Regina C. M. Netto*

Cap. 1 - O sangue

- A diferenciação celular
- Função e importância do sangue
- O plasma
- As células sanguíneas
- As células tronco

Como trabalhar o tema em sala de aula

- estimular a leitura e compreensão do texto – na forma de um jogo entre grupos de alunos – selecionar palavras não comuns e perguntar o significado para o outro grupo – pode haver consulta
- O time joga mal: desculpa ou efeito da altitude? Texto de sessão de esporte do jornal segue-se perguntas: com pesquisa Qual a relação entre a altitude e o desempenho no jogo de futebol? Qual as modificações que ocorrem no organismo dos indivíduos que vivem em altitudes elevadas? O que poderia ser indicado para os jogadores se prepararem melhor para o jogo em altitude?

Cap.2 Doenças do sangue

- Anemia
- Anemia falciforme
- Leucemia
- As células cancerosas
- Hemofilia

Como trabalhar o tema em sala de aula:

- Dividir a turma em 3 grupos, cada um lê sobre uma doença e depois conta para os demais sobre ela. Os principais conceitos devem ser coletivamente registrados no quadro negro. No final cada grupo deverá fazer 3 perguntas sobre o assunto apresentado e todos podem tentar responde-las.
- Anemia falciforme: a primeira doença a ser compreendida pela biologia molecular – Breve histórico- Várias questões podem ser trabalhadas com esse exemplo:
 - O código genético – como a sequência de bases do DNA determina a ordem dos aminoácidos na proteína?
 - A herança mendeliana: herança autossômica recessiva. Heredograma, a proporção dos descendentes afetados,
 - A seleção natural e a genética de populações -

Cap 3 – Terapia celular: sonhos e realidade

- O transplante de medula óssea
- Os antígenos HLA
- Uso de células-tronco para reparo de tecidos
- As células-tronco hematopoéticas
- Células-tronco embrionárias e de adulto
- Clonagem terapêutica

Como trabalhar o tema em sala de aula

Debate: O Super homem e as células-tronco – Lista de perguntas para estimular o debate. O debate pode ter dramatização. Turma dividida em vários grupos de 3 ou 4 alunos. Cada grupo deve assumir um papel. Os alunos podem fazer com antecedência uma pesquisa sobre o assunto. Para organizar o debate: determinar o tempo de fala.

Cap 4 – Doenças transmissíveis pelo sangue

- Hepatites B e C
- AIDS
- HTLV
- Sífilis
- Doença de Chagas
- Malária

Como trabalhar o tema em sala de aula

- Fazer uma tabela comparativa das doenças (dessas e outras transmitidas pelo sangue). Itens a serem comparados: o agente causador da doença, as formas de transmissão, as formas de prevenção, as células atacadas pelos agentes causadores, o tipo de tratamento, o número de portadores afetados no Brasil e no mundo, etc
- Caso do Henfil (Betinho) – concurso de desenhos imitando o Henfil; tratar problemas dos hemofílicos

Cap 5 – Doação de sangue

- Requisitos para o candidato a doador - A janela imunológica - As etapas da doação de sangue - A coleta do sangue – os hemoderivados – os exames sorológicos - Os grupos sanguíneos - Testes no sangue

Como trabalhar o tema em sala de aula

Campanha publicitária para estimular a doação de sangue. Cada grupo pode preparar, por exemplo, um comercial de 30 segundos de duração (alunos deverão encena-lo); cartazes e panfletos com todas as informações para os candidatos a doação; discussão: apresentar a outros alunos práticas que configurem o comportamento de risco, incluindo temas como DST/ AIDS, etc.

TEMAS DE BIOLOGIA

A série produzida pela Editora Moderna, com autoria de J.M. Amabis e G.R. Martho, é composta por 11 números que apresentam diferentes temas para desenvolver em sala de aula e estão resumidamente apresentados a seguir:

Número 1 - Identificando pessoas pelo DNA: uma simulação

- Teoria de eletroforese e enzimas de restrição. Protocolo de extração de DNA em sala de aula. Simulação da análise de DNA para identificação do indivíduo. Análise de padrão de bandas para verificar quem é o criminoso ou o pai da criança.

Número 2 - Navegando em mapas de conceitos

- *O mapa de conceitos é uma técnica pedagógica para mapear conceitos.

Número 3 – Trabalhando temas fundamentais: Osmose

- Teoria sobre osmose – *Protocolo para construção de um osmômetro com ovos de codorna. Atividade cujo objetivo é facilitar a visualização e estimular a reflexão sobre o processo de osmose. Exercícios.

Número 4 – Organizando os cromossomos humanos: ideograma

- O que mostra a análise dos cromossomos humanos? *São apresentadas figuras de cromossomos que podem copiadas, os cromossomos recortados e o cariótipo montado em sala de aula.

Número 5 – Analisando cariótipos humanos aberrantes

- Esse número comenta e amplia as atividades sugeridas no número anterior. Montagem e análise de 3 cariótipos aberrantes: (a) homem afetado pela síndrome de Down, (b) mulher portadora de translocação equilibrada entre os cromossomos 15 e 21 e (c) mulher afetada pela síndrome de Turner.

Número 6 – Do gene à proteína

- Apresenta um histórico da relação entre genes e proteínas. A evolução do conceito de gene. Transcrição e tipos de RNA. O código genético. Tradução gênica. São 8 páginas de teoria com boas ilustrações coloridas.

Número 7 – Trabalhando temas fundamentais: código genético e síntese de proteínas.

- Apresenta duas sugestões para atividades em sala de aula: (a) uma teatralização da síntese de proteínas e (b) * folhas com imagens dos componentes da síntese protéica para serem copiadas, recortadas e utilizadas em procedimentos de simulação de síntese protéica.

Número 8 – Aspectos modernos da divisão celular

- Conteúdo teórico sobre a divisão celular com ilustrações coloridas. Tópicos abordados: a descoberta da divisão celular, as fases da mitose, o ciclo celular, a condensação dos cromossomos, o fuso acromático, formação da placa metafásica e migração dos cromossomos para os pólos

Número 9 – Trabalhando temas fundamentais: mitose e meiose (I)

- Atividade para sala de aula: * descobrindo a seqüência de fases da mitose. Uma série de imagens de célula em diferentes fases da mitose, que podem ser copiadas, recortadas e ordenadas pelos estudantes.

Número 10 – Defesas do corpo: o sistema imunitário

- Conteúdo teórico sobre o sistema imunológico. Tópicos abordados: tipos de defesa corporal, mecanismos de defesa inespecíficos e específicos, antígenos e anticorpos, células do sistema imunitário (macrófagos, linfócitos T e B).

Número 11 – O jogo da imunidade

- Um jogo de cartas que visa a familiarizar o estudante com os principais componentes do sistema imunitário, ajudando-o a compreender a ação dos nossos mecanismos de defesa contra agentes infecciosos. As cartas do baralho são coloridas e podem ser copiadas, recortadas e utilizadas para jogar.

O DNA EM ORIGAMI

*Adaptação feita por Élgion Loreto e Lenira Sepel.
Departamento de Biologia, UFSM*

Apresenta as instruções para fazer um origami e uma figura, que pode ser copiada. A figura deve ser colorida com lápis ou guache e dobrada nas posições indicadas. O resultado é uma molécula de DNA de papel, com cerca de 30 cm.

RESUMO DAS DIFICULDADES DOS ALUNOS NA COMPREENSÃO DOS CONCEITOS RELACIONADOS À CÉLULA E AOS PROCESSOS A ELA INERENTES. AS IMPLICAÇÕES SOBRE O ENSINAR

Esse resumo foi elaborado a partir de algumas publicações citadas no final do texto (ver bibliografia):

I. Equívocos mais freqüentes em relação à compreensão do conceito de célula e aos processos que ocorrem em seu interior

- Falta de clareza nas diferenças entre os conceitos de célula, molécula e átomo.
- Percepção confusa na diferenciação dos diferentes níveis de organização, ou seja, não compreendem as relações entre os níveis da célula, dos tecidos, dos órgãos, dos organismos.
- Os estudantes têm uma visão animista (a alma é o principio da vida e do pensamento) e antropocêntrica (semelhante ao homem) da célula. Por exemplo, a célula “toma decisões”, isto é, ela “sabe” o que deve absorver do meio e o que descartar.
- As estruturas celulares associadas às respectivas funções são desconhecidas pela maioria dos estudantes: (a) os *processos* que ocorrem nas organelas, (b) o tamanho e a forma das células, (c) o papel dos nutrientes para a célula. Em outras palavras: (a) os nomes das organelas são conhecidos, mas não sabem a função que cada uma desempenha, (b) muitos estudantes pensam que a forma da célula é determinada pela forma e tamanho do órgão ao qual ela pertence e (c) não compreendem como são usados os diferentes nutrientes numa célula.
- O núcleo regula e executa todos os processos celulares
- Falta de clareza na diferença entre respiração e fotossíntese – para muitos fotossíntese e respiração são equivalentes.
- Confusão no entendimento dos processos: mitose e meiose.
- Entendem a respiração celular como uma troca de gases.
- Os seres humanos não se originaram de uma célula porque são organismos multicelulares (29,3%)
- A divisão celular ocorre sem que processos prévios tenham ocorrido (32%)
- Respiração celular nas plantas é anaeróbica.

II. Equívocos mais freqüentes em relação à compreensão da natureza e função dos genes

- Gene e característica são considerados conceitos equivalentes
- Genes são pequenas partículas que qualificam as características
- Não entendem gene como uma entidade com localização específica
- Não tem clara a relação entre genes, cromossomos e DNA.
- Não percebem que há um produto associado ao gene
- Confusão entre gene e alelo
- Os estudantes acreditam que a informação genética na célula pode ser deduzida a partir do fenótipo da célula – 59% dos alunos acham que as células do mesmo tipo contêm a mesma informação genética e que esta é diferente daquela presente em outro tipo de célula do mesmo organismo.
- A célula contém apenas a informação genética necessária para realizar suas funções
- Cromossomos são X ou Y (ou seja, não consideram os autossomos)
- 10% dos estudantes acha que a informação genética contida nos cromossomos é compartilhada, mas não copiada.

- gene é uma pequena partícula portadora de características (idéia do cotidiano, não científica)
- Dificuldade no entendimento da diferença entre um gene (seqüência química) e o efeito desse gene (sua expressão como uma determinada característica).
- Não sabem a diferença entre célula somática e germinativa.
- Confusão no conceito de código genético e genoma

SAKA et al, - Journal of Science Education and Technology 15(2), 2006. Exemplos de erros conceituais em estudantes de diferentes idades

Grupos	Idéias	sobre	genes	Genes
DNA	cromossomos	14-15 anos	É um traço hereditário	
Idéias sobre genes	Genes	DNA cromossomos	14-15 anos	É um traço hereditário
Genes	DNA cromossomos	14-15 anos	É um traço hereditário	
Genes	DNA cromossomos	14-15 anos	É um traço hereditário	
Genes	DNA cromossomos	14-15 anos	É um traço hereditário	
DNA cromossomos	14-15 anos	É um traço hereditário		
cromossomos	14-15 anos	É um traço hereditário		
14-15 anos	É um traço hereditário			
14-15 anos	É um traço hereditário			
É um traço hereditário				
Quatro nucleotídeos do DNA formam um gene				
Ele é um gene				
Ele é um gene				
É a menor estrutura				
Eles formam o grupo sanguíneo O DNA está no cromossomo				
O DNA está no cromossomo				
Cromossomos consistem de dupla-hélice 16-17 anos				
Eles são traços hereditários				
16-17 anos Eles são traços hereditários				
16-17 anos Eles são traços hereditários				
Eles são traços hereditários				
Eles são compostos por cromossomos Ele é composto de proteínas A, T, C, G				
É uma estrutura que carrega genes 20 anos				
O gene é maior que o núcleo				
Ele é composto de proteínas A, T, C, G				
É uma estrutura que carrega genes 20 anos				
O gene é maior que o núcleo				
É uma estrutura que carrega genes 20 anos				
O gene é maior que o núcleo				
20 anos O gene é maior que o núcleo				
20 anos O gene é maior que o núcleo				
O gene é maior que o núcleo				
Gene é uma linha no topo do cromossomo				
Células que carregam estruturas pessoais				
Corresponde a todos os traços físicos				
Corresponde a todos os traços físicos				

É um pedaço de gene É constituído de fibras finas
É constituído de fibras finas

É um pedaço de gene Futuros professores Gene é maior
que o núcleo

Futuros professores Gene é maior que o núcleo
Futuros professores Gene é maior que o núcleo
Gene é maior que o núcleo

O DNA é chamado de gene É um pedaço do gene É
chamado de DNA Futuros professores de biologia É um
trio de nucleotídeos no DNA

É um pedaço do gene É chamado de DNA Futuros
professores de biologia É um trio de nucleotídeos no DNA

É chamado de DNA Futuros professores de biologia É
um trio de nucleotídeos no DNA

Futuros professores de biologia É um trio de nucleotídeos
no DNA

Futuros professores de biologia É um trio de nucleotídeos
no DNA

É um trio de nucleotídeos no DNA

Eles têm a informação do DNA É achado na forma de
cromátides Ele é formado pela junção das cromátides

É achado na forma de cromátides Ele é formado pela
junção das cromátides

Ele é formado pela junção das cromátides

Eles são cromátides no DNA

III. Implicações das idéias originadas no cotidiano dos alunos a respeito de célula/genética

- As **idéias originadas no cotidiano** dos estudantes constituem um ponto de partida essencial. A partir dele a compreensão científica pode ser desenvolvida. Haverá mudança conceitual se o modelo anterior (cotidiano) trazer insatisfação e se a nova concepção parecer plausível (ou seja, as explicações são melhores que no modelo anterior). Os professores precisam estar conscientes desses pré-conceitos e do quanto eles correspondem (ou não), a modelos científicos. Por outro lado, os estudantes precisam se conscientizar de seus próprios conceitos e compara-los com as explicações científicas que se espera que eles desenvolvam. Assim, começar a aula com uma discussão de um fenômeno observado, como por exemplo, o fato de filhotes de cão serem também cães, e relaciona-lo com hereditariedade cria uma oportunidade para o estudante articular suas experiências e conceitos. A partir daí, o professor pode começar a elucidar seus estudantes sobre o

conceito de gene.

- Usar exemplos que demonstrem a relação entre diferentes conceitos em estudo. Por exemplo, usar a anemia falciforme para fazer a ligação entre a estrutura do gene, a estrutura ou modo de ação de seu produto e o fenômeno invisível explícito. Usando esse exemplo, tem-se a seguinte seqüência de pontos-chave:
 - há uma pequena mudança na estrutura do gene
 - essa mudança resulta na produção de um tipo não usual de hemoglobina
 - essa hemoglobina diferente muda a forma das hemácias do sangue tornando-as menos eficientes no transporte de oxigênio no corpo
 - Uma vez entendido que o gene e a característica não são equivalentes e que genótipos e fenótipos estão em diferentes níveis os estudantes estarão preparados para reconhecer a necessidade de um mecanismo por meio do qual os genes podem ser expressos dando origem ao fenótipo. Eles estarão receptivos para o ensino dos conceitos de transcrição, tradução e da natureza química dos genes e seus produtos.

Considerações sobre a maneira de ensinar

1. Fatores que contribuem negativamente para a compreensão satisfatória dos processos biológicos:

- A falta de consciência tanto do professor quanto do aluno sobre **o ponto de início** a partir do qual deve ser iniciado o desenvolvimento científico. Em outras palavras, quais são as idéias pré-concebidas do estudante sobre o tema? (Observação: a organização do conteúdo do livro didático pode funcionar como uma barreira para a compreensão dos conceitos).
- a **fragmentação do conteúdo**. Geralmente, os livros texto de biologia para o ensino médio apresentam os processos básicos que ocorrem nos seres vivos como elementos separados. Desse modo, torna-se difícil ensinar um processo, como o da respiração que vai do nível pluricelular até o celular. Também torna-se bastante complicado explicar o funcionamento dos diversos órgãos do organismo se o nível celular for separado dos demais níveis de organização. Tais dificuldades têm graves repercussões para a compreensão de temas celulares e da biologia como um todo.

- Os equívocos entre termos e processos tais como a respiração e a fotossíntese, a mitose e a meiose, devem se originar na **ênfase dada**, nas aulas e nos livros didáticos de baixo nível educacional, **às definições dos conceitos** isoladas dos processos a eles associados. Por exemplo, a “necessidade de oxigênio” na respiração humana e a produção da mesma molécula na fotossíntese causam confusão sobre os diferentes papéis desses processos e termos. Uma descrição detalhada das relações entre os processos que ocorrem na célula também pode ajudar a compreensão de como esses processos determinam outros processos que ocorrem no organismo multicelular. É recomendado que seja dada uma atenção especial ao entendimento equivocado que muitas vezes surge com o uso de analogias entre o que ocorre no indivíduo (multicelular) com o que ocorre no interior da célula (celular). Certamente, o uso de analogias é importante e necessário, mas os professores precisam usá-las com cuidado. Muitas vezes os processos que ocorrem no organismo, usados nas analogias, não são bem compreendidos pelos estudantes, e desse modo, não são adequados para serem em analogias com processos celulares. É necessário que seja feita uma representação formal do processo ou conceito envolvidos nas analogias.
- O **uso de analogias** entre processos nos níveis multicelular e celular pelos estudantes tem implicações nas dificuldades observadas, uma vez que eles têm que estabelecer representações abstratas de estruturas e funções celulares. As implicações relativas a construção de explicações sobre o funcionamento multicelular, começa pela de formação do conceito sobre a própria célula. Esse esquema não permite a compreensão, por exemplo, das diferenças e semelhanças entre plantas e animais.
- A conclusão aponta uma possível direção para mudanças nas aulas: enfrentar os problemas detectados do começo – as relações entre os níveis multicelular e celular – e explicar, a partir de uma visão integrada, a rede de processos complexos desempenhados nos diferentes níveis de organização.

2. Estabelecimento de níveis de complexidade

De acordo com as afirmações previamente feitas, é útil considerar que os conceitos científicos têm diferentes níveis de compreensão e alcances dentro das teorias científicas o que determina a utilização

diferenciada desses conceitos.

3. Os conceitos precisam ser localizados num contexto capaz de fornecer ao estudante elementos para a construção e compreensão significativas dos mesmos. Por exemplo quando se fala em ligações entre processos gerais e processos celulares, o ensino dos níveis de organização pode começar com os aspectos mais gerais que estão mais próximos do estudante.

4. Idéias prévias

É conveniente que as idéias prévias não sejam consideradas como entidades conceituais isoladas, porque elas apresentam conjuntos de conceitos tornando possível o estabelecimento de correlações entre eles. Deve-se fazer uma interpretação das idéias do estudante de maneira inter-relacionada para permitir um ensino frutífero. Os professores deverão recorrer a uma estratégia de ensino capaz de levar em consideração problemas mais amplos como uma visão antropomórfica e evitar lidar com os conceitos prévios de modo isolado.

5. Um contexto na aula

Para a representação de conceitos numa área tão vasta como é a da célula é necessário imergir os estudantes numa atmosfera que facilite a integração do conceito e dos processos celulares. Esta atmosfera implica em fornecer ao estudante referências múltiplas, como um problema a ser compreendido, textos, experimentos, uso da história da ciência, simulações. Essas situações propiciarão, ao estudante a oportunidade de fazer correlações e inferências, além de construir explicações que tornem possível a construção de uma célula articulada com a representação dos processos celulares.

Desafio:

Apresente uma proposta que poderia minimizar as dificuldades de compreensão significativa dos estudantes sobre as estruturas e processos que ocorrem no interior da célula.

Bibliografia

Banet, E. and G. E. Ayuso – Teaching of biological inheritance and evolution of living being in secondary school. *Int. J. Sci. Educ.* Vol. 25 (3): 373-407, 2003.

*Flores, F. – Representation of the cell and its processes in high school students: an integrated view. *Int. J. Sci. Educ.* Vol. 25 (2): 269-286, 2003.

Garcia-Estañ, R. : Banet, E., Valcárcel, M.V. – Concepciones

sobre la enseñanza/aprensizaje de futuros profesores de ciencias de enseñanza secundaria. *Enseñanza de Las Ciencias*, Número extra (IV congreso), 1993.

Díaz de Bustamante, J., e Jiménez Aleixandre, M.P. ? Vês lo que dibujas? Observando células con el microscopio. *Enseñanza de las Ciencias*, Vol 14 (2): 183-194, 1996

Lewis, J. Genes, chromosomes, cell division and inheritance – do students see any relationships? *Int. J. Sci. Educ.* Vol. 22 (2): 177-195, 2000.

*Lewis, J. Taarits, genes, particles and information: re-visiting student's understanding of genetics. *Int. J. Sci. Educ.* Vol. 26 (2): 195-206, 2004.

Palmero, M.L.R. La célula vista por el alunado. *Ciência & Educação*, Vol. 9 (2): 229-246, 2003.

Saka, et al. A cross-age study of the understanding of three genetic concepts: how do they image the gene, DNA and chromosomes? *J. Sci. Edu. Tech.* Vol 15 (2), 2006.

CONSIDERAÇÕES SOBRE O ENSINO DE BIOLOGIA CELULAR

Adaptado de: Tanner, K. Allen, D. – Approaches to Cell Biology Teaching: a primer on standards. Cell Biology Education. Vol. 1: 95-100, 2002.

O primeiro desafio no planejamento de qualquer curso é a decisão sobre o que ensinar ou, o que os estudantes devem aprender:

- Com que profundidade um tópico deve ser ensinado?
- Qual a idade cognitiva apropriada para o aprendizado de um tópico?

Grupos Idéias sobre genes Genes
DNA cromossomos 14-15 anos É um traço hereditário
Idéias sobre genes Genes DNA cromossomos 14-15 anos É um traço hereditário
Genes DNA cromossomos 14-15 anos É um traço hereditário
Genes DNA cromossomos 14-15 anos É um traço hereditário
Genes DNA cromossomos 14-15 anos É um traço hereditário
DNA cromossomos 14-15 anos É um traço hereditário
cromossomos 14-15 anos É um traço hereditário
14-15 anos É um traço hereditário
14-15 anos É um traço hereditário
É um traço hereditário

Quatro nucleotídeos do DNA formam um gene
Ele é um gene
Ele é um gene

É a menor estrutura

Eles formam o grupo sanguíneo O DNA está no cromossomo
O DNA está no cromossomo

Cromossomos consistem de dupla-hélice 16-17 anos Eles são traços hereditários
16-17 anos Eles são traços hereditários
16-17 anos Eles são traços hereditários
Eles são traços hereditários

Eles são compostos por cromossomos Ele é composto de proteínas A, T, C, G É uma estrutura que carrega genes 20 anos O gene é maior que o núcleo
Ele é composto de proteínas A, T, C, G É uma estrutura que carrega genes 20 anos O gene é maior que o núcleo
É uma estrutura que carrega genes 20 anos O gene é maior que o núcleo
20 anos O gene é maior que o núcleo
20 anos O gene é maior que o núcleo
O gene é maior que o núcleo

Gene é uma linha no topo do cromossomo

Células que carregam estruturas pessoais Corresponde a todos os traços físicos
Corresponde a todos os traços físicos

É um pedaço de gene É constituído de fibras finas
É constituído de fibras finas

É um pedaço de gene Futuros professores Gene é maior que o núcleo
Futuros professores Gene é maior que o núcleo
Futuros professores Gene é maior que o núcleo
Gene é maior que o núcleo

O DNA é chamado de gene É um pedaço do gene É chamado de DNA Futuros professores de biologia É um trio de nucleotídeos no DNA
É um pedaço do gene É chamado de DNA Futuros professores de biologia É um trio de nucleotídeos no DNA
É chamado de DNA Futuros professores de biologia É um trio de nucleotídeos no DNA
Futuros professores de biologia É um trio de nucleotídeos no DNA
Futuros professores de biologia É um trio de nucleotídeos no DNA
É um trio de nucleotídeos no DNA

Eles têm a informação do DNA É achado na forma de cromátides Ele é formado pela junção das cromátides
É achado na forma de cromátides Ele é formado pela junção das cromátides
Ele é formado pela junção das cromátides

Eles são cromátides no DNA

III. Implicações das idéias originadas no cotidiano dos alunos a respeito de célula/genética

- As **idéias originadas no cotidiano** dos estudantes constituem um ponto de partida essencial. A partir dele a compreensão científica pode ser desenvolvida. Haverá mudança conceitual se o modelo anterior (cotidiano) trazer insatisfação e se a nova concepção parecer plausível (ou seja, as explicações são melhores que no modelo anterior). Os professores precisam estar conscientes desses pré-conceitos e do quanto eles correspondem (ou não), a modelos científicos. Por outro lado, os estudantes precisam se conscientizar de seus próprios conceitos e compara-los com as explicações científicas que se espera que eles desenvolvam. Assim, começar a aula com uma discussão de um fenômeno observado, como por exemplo, o fato de filhotes de cão serem também cães, e relaciona-lo com hereditariedade cria uma oportunidade para o estudante articular suas experiências e conceitos. A partir daí, o professor pode começar a elucidar seus estudantes sobre o conceito de gene.
- Usar exemplos que demonstrem a relação entre diferentes conceitos em estudo. Por exemplo, usar a anemia falciforme para fazer a ligação entre a estrutura do gene, a estrutura ou modo de ação de seu produto e o fenômeno invisível explícito. Usando esse exemplo, tem-se a seguinte seqüência de pontos-chave:
 - há uma pequena mudança na estrutura do gene
 - essa mudança resulta na produção de um tipo não usual de hemoglobina
 - essa hemoglobina diferente muda a forma das hemácias do sangue tornando-as menos eficientes no transporte de oxigênio no corpo
 - Uma vez entendido que o gene e a característica não são equivalentes e que genótipos e fenótipos estão em diferentes níveis os estudantes estarão preparados para reconhecer a necessidade de um mecanismo por meio do qual os genes podem ser expressos dando origem ao fenótipo. Eles estarão receptivos para o ensino dos conceitos de transcrição, tradução e da natureza química dos genes e seus produtos.

Considerações sobre a maneira de ensinar

1. Fatores que contribuem negativamente para a compreensão satisfatória dos processos biológicos:

- A falta de consciência tanto do professor quanto do aluno sobre **o ponto de início** a partir do qual deve ser iniciado o desenvolvimento científico. Em outras palavras, quais são as idéias pré-concebidas do estudante sobre o tema? (Observação: a organização do conteúdo do livro didático pode funcionar como uma barreira para a compreensão dos conceitos).
- a **fragmentação do conteúdo**. Geralmente, os livros texto de biologia para o ensino médio apresentam os processos básicos que ocorrem nos seres vivos como elementos separados. Desse modo, torna-se difícil ensinar um processo, como o da respiração que vai do nível pluricelular até o celular. Também torna-se bastante complicado explicar o funcionamento dos diversos órgãos do organismo se o nível celular for separado dos demais níveis de organização. Tais dificuldades têm graves repercussões para a compreensão de temas celulares e da biologia como um todo.
- Os equívocos entre termos e processos tais como a respiração e a fotossíntese, a mitose e a meiose, devem se originar na **ênfase dada**, nas aulas e nos livros didáticos de baixo nível educacional, **às definições dos conceitos** isoladas dos processos a eles associados. Por exemplo, a “necessidade de oxigênio” na respiração humana e a produção da mesma molécula na fotossíntese causam confusão sobre os diferentes papéis desses processos e termos. Uma descrição detalhada das relações entre os processos que ocorrem na célula também pode ajudar a compreensão de como esses processos determinam outros processos que ocorrem no organismo multicelular. É recomendado que seja dada uma atenção especial ao entendimento equivocado que muitas vezes surge com o uso de analogias entre o que ocorre no indivíduo (multicelular) com o que ocorre no interior da célula (celular). Certamente, o uso de analogias é importante e necessário, mas os professores precisam usá-las com cuidado. Muitas vezes os processos que ocorrem no organismo, usados nas analogias, não são bem compreendidos pelos estudantes, e desse modo, não são adequados para serem em analogias com processos celulares. É necessário que seja feita uma representação formal do processo ou conceito

envolvidos nas analogias.

- O **uso de analogias** entre processos nos níveis multicelular e celular pelos estudantes tem implicações nas dificuldades observadas, uma vez que eles têm que estabelecer representações abstratas de estruturas e funções celulares. As implicações relativas a construção de explicações sobre o funcionamento multicelular, começa pela de formação do conceito sobre a própria célula. Esse esquema não permite a compreensão, por exemplo, das diferenças e semelhanças entre plantas e animais.
- A conclusão aponta uma possível direção para mudanças nas aulas: enfrentar os problemas detectados do começo – as relações entre os níveis multicelular e celular – e explicar, a partir de uma visão integrada, a rede de processos complexos desempenhados nos diferentes níveis de organização.

2. Estabelecimento de níveis de complexidade

De acordo com as afirmações previamente feitas, é útil considerar que os conceitos científicos têm diferentes níveis de compreensão e alcances dentro das teorias científicas o que determina a utilização diferenciada desses conceitos.

3. Os conceitos precisam ser localizados num contexto capaz de fornecer ao estudante elementos para a construção e compreensão significativas dos mesmos. Por exemplo quando se fala em ligações entre processos gerais e processos celulares, o ensino dos níveis de organização pode começar com os aspectos mais gerais que estão mais próximos do estudante.

4. Idéias prévias

É conveniente que as idéias prévias não sejam consideradas como entidades conceituais isoladas, porque elas apresentam conjuntos de conceitos tornando possível o estabelecimento de correlações entre eles. Deve-se fazer uma interpretação das idéias do estudante de maneira inter-relacionada para permitir um ensino frutífero. Os professores deverão recorrer a uma estratégia de ensino capaz de levar em consideração problemas mais amplos como uma visão antropomórfica e evitar lidar com os conceitos prévios de modo isolado.

5. Um contexto na aula

Para a representação de conceitos numa área tão vasta como é a da célula é necessário imergir os estudantes numa atmosfera que facilite a integração do conceito e dos processos celulares. Esta atmosfera

implica em fornecer ao estudante referências múltiplas, como um problema a ser compreendido, textos, experimentos, uso da história da ciência, simulações. Essas situações propiciarão, ao estudante a oportunidade de fazer correlações e inferências, além de construir explicações que tornem possível a construção de uma célula articulada com a representação dos processos celulares.

Grupos Idéias sobre genes Genes
DNA cromossomos 14-15 anos É um traço hereditário
Idéias sobre genes Genes DNA cromossomos 14-15 anos É um traço hereditário
Genes DNA cromossomos 14-15 anos É um traço hereditário
Genes DNA cromossomos 14-15 anos É um traço hereditário
Genes DNA cromossomos 14-15 anos É um traço hereditário
DNA cromossomos 14-15 anos É um traço hereditário
cromossomos 14-15 anos É um traço hereditário
14-15 anos É um traço hereditário
14-15 anos É um traço hereditário
É um traço hereditário

Quatro nucleotídeos do DNA formam um gene
Ele é um gene
Ele é um gene

É a menor estrutura

Eles formam o grupo sanguíneo O DNA está no cromossomo
O DNA está no cromossomo

Cromossomos consistem de dupla-hélice 16-17 anos Eles são traços hereditários
16-17 anos Eles são traços hereditários
16-17 anos Eles são traços hereditários
Eles são traços hereditários

Eles são compostos por cromossomos Ele é composto de proteínas A, T, C, G É uma estrutura que carrega genes 20 anos O gene é maior que o núcleo
Ele é composto de proteínas A, T, C, G É uma estrutura que carrega genes 20 anos O gene é maior que o núcleo
É uma estrutura que carrega genes 20 anos O gene é maior que o núcleo
20 anos O gene é maior que o núcleo
20 anos O gene é maior que o núcleo
O gene é maior que o núcleo

Gene é uma linha no topo do cromossomo

Células que carregam estruturas pessoais Corresponde a todos os traços físicos
Corresponde a todos os traços físicos

É um pedaço de gene É constituído de fibras finas

É constituído de fibras finas

É um pedaço de gene Futuros professores Gene é maior que o núcleo

Futuros professores Gene é maior que o núcleo

Futuros professores Gene é maior que o núcleo

Gene é maior que o núcleo

O DNA é chamado de gene É um pedaço do gene É chamado de DNA Futuros professores de biologia É um trio de nucleotídeos no DNA

É um pedaço do gene É chamado de DNA Futuros professores de biologia É um trio de nucleotídeos no DNA

É chamado de DNA Futuros professores de biologia É um trio de nucleotídeos no DNA

Futuros professores de biologia É um trio de nucleotídeos no DNA

Futuros professores de biologia É um trio de nucleotídeos no DNA

É um trio de nucleotídeos no DNA

Eles têm a informação do DNA É achado na forma de cromátides Ele é formado pela junção das cromátides

É achado na forma de cromátides Ele é formado pela junção das cromátides

Ele é formado pela junção das cromátides

Eles são cromátides no DNA

III. Implicações das idéias originadas no cotidiano dos alunos a respeito de célula/genética

- As **idéias originadas no cotidiano** dos estudantes constituem um ponto de partida essencial. A partir dele a compreensão científica pode ser desenvolvida. Haverá mudança conceitual se o modelo anterior (cotidiano) trazer insatisfação e se a nova concepção parecer plausível (ou seja, as explicações são melhores que no modelo anterior). Os professores precisam estar conscientes desses pré-conceitos e do quanto eles correspondem (ou não), a modelos científicos. Por outro lado, os estudantes precisam se conscientizar de seus próprios conceitos e compara-los com as explicações científicas que se espera que eles desenvolvam. Assim, começar a aula com uma discussão de um fenômeno observado, como por exemplo, o fato de filhotes de cão serem também cães, e relaciona-lo com hereditariedade cria uma oportunidade para o estudante articular suas experiências e conceitos. A partir daí, o professor pode começar a elucidar seus estudantes sobre o conceito de gene.

- Usar exemplos que demonstrem a relação entre diferentes conceitos em estudo. Por exemplo, usar a anemia falciforme para fazer a ligação entre a estrutura do gene, a estrutura ou modo de ação de seu produto e o fenômeno invisível explícito. Usando esse exemplo, tem-se a seguinte seqüência de pontos-chave:
 - há uma pequena mudança na estrutura do gene
 - essa mudança resulta na produção de um tipo não usual de hemoglobina
 - essa hemoglobina diferente muda a forma das hemácias do sangue tornando-as menos eficientes no transporte de oxigênio no corpo
 - Uma vez entendido que o gene e a característica não são equivalentes e que genótipos e fenótipos estão em diferentes níveis os estudantes estarão preparados para reconhecer a necessidade de um mecanismo por meio do qual os genes podem ser expressos dando origem ao fenótipo. Eles estarão receptivos para o ensino dos conceitos de transcrição, tradução e da natureza química dos genes e seus produtos.

Considerações sobre a maneira de ensinar

1. Fatores que contribuem negativamente para a compreensão satisfatória dos processos biológicos:

- A falta de consciência tanto do professor quanto do aluno sobre **o ponto de início** a partir do qual deve ser iniciado o desenvolvimento científico. Em outras palavras, quais são as idéias pré-concebidas do estudante sobre o tema? (Observação: a organização do conteúdo do livro didático pode funcionar como uma barreira para a compreensão dos conceitos).
- a **fragmentação do conteúdo**. Geralmente, os livros texto de biologia para o ensino médio apresentam os processos básicos que ocorrem nos seres vivos como elementos separados. Desse modo, torna-se difícil ensinar um processo, como o da respiração que vai do nível pluricelular até o celular. Também torna-se bastante complicado explicar o funcionamento dos diversos órgãos do organismo se o nível celular for separado dos demais níveis de organização. Tais dificuldades têm graves repercussões para a compreensão de temas celulares e da biologia como um todo.
- Os equívocos entre termos e processos tais

como a respiração e a fotossíntese, a mitose e a meiose, devem se originar na **ênfase dada**, nas aulas e nos livros didáticos de baixo nível educacional, **às definições dos conceitos** isoladas dos processos a eles associados. Por exemplo, a “necessidade de oxigênio” na respiração humana e a produção da mesma molécula na fotossíntese causam confusão sobre os diferentes papéis desses processos e termos. Uma descrição detalhada das relações entre os processos que ocorrem na célula também pode ajudar a compreensão de como esses processos determinam outros processos que ocorrem no organismo multicelular. É recomendado que seja dada uma atenção especial ao entendimento equivocado que muitas vezes surge com o uso de analogias entre o que ocorre no indivíduo (multicelular) com o que ocorre no interior da célula (celular). Certamente, o uso de analogias é importante e necessário, mas os professores precisam usá-las com cuidado. Muitas vezes os processos que ocorrem no organismo, usados nas analogias, não são bem compreendidos pelos estudantes, e desse modo, não são adequados para serem em analogias com processos celulares. É necessário que seja feita uma representação formal do processo ou conceito envolvidos nas analogias.

Idéias sobre genes	Genes	DNA	cromossomos	14-15 anos	É um traço hereditário
	Genes	DNA	cromossomos	14-15 anos	É um traço hereditário
	Genes	DNA	cromossomos	14-15 anos	É um traço hereditário
	Genes	DNA	cromossomos	14-15 anos	É um traço hereditário
	DNA	cromossomos		14-15 anos	É um traço hereditário
				14-15 anos	É um traço hereditário
				14-15 anos	É um traço hereditário
				14-15 anos	É um traço hereditário
				14-15 anos	É um traço hereditário
Quatro nucleotídeos do DNA formam um gene					
Ele é um gene					
Ele é um gene					
É a menor estrutura					
Eles formam o grupo sanguíneo O					
DNA está no cromossomo					
O DNA está no cromossomo					
Cromossomos consistem de dupla-hélice					
16-17 anos Eles são traços hereditários					
16-17 anos Eles são traços hereditários					
16-17 anos Eles são traços hereditários					

Eles são traços hereditários

Eles são compostos por cromossomos Ele é composto de proteínas A, T, C, G É uma estrutura que carrega genes 20 anos O gene é maior que o núcleo
Ele é composto de proteínas A, T, C, G É uma estrutura que carrega genes 20 anos O gene é maior que o núcleo
É uma estrutura que carrega genes 20 anos O gene é maior que o núcleo
20 anos O gene é maior que o núcleo
20 anos O gene é maior que o núcleo
O gene é maior que o núcleo

Gene é uma linha no topo do cromossomo

Células que carregam estruturas pessoais Corresponde a todos os traços físicos
Corresponde a todos os traços físicos

É um pedaço de gene É constituído de fibras finas
É constituído de fibras finas

É um pedaço de gene Futuros professores Gene é maior que o núcleo
Futuros professores Gene é maior que o núcleo
Futuros professores Gene é maior que o núcleo
Gene é maior que o núcleo

O DNA é chamado de gene É um pedaço do gene É chamado de DNA Futuros professores de biologia É um trio de nucleotídeos no DNA
É um pedaço do gene É chamado de DNA Futuros professores de biologia É um trio de nucleotídeos no DNA
É chamado de DNA Futuros professores de biologia É um trio de nucleotídeos no DNA
Futuros professores de biologia É um trio de nucleotídeos no DNA
Futuros professores de biologia É um trio de nucleotídeos no DNA
É um trio de nucleotídeos no DNA

Eles têm a informação do DNA É achado na forma de cromátides Ele é formado pela junção das cromátides
É achado na forma de cromátides Ele é formado pela junção das cromátides
Ele é formado pela junção das cromátides

Eles são cromátides no DNA

III. Implicações das idéias originadas no cotidiano dos alunos a respeito de célula/genética

- As **idéias originadas no cotidiano** dos estudantes constituem um ponto de partida essencial. A partir dele a compreensão científica pode ser desenvolvida. Haverá mudança conceitual se o modelo anterior (cotidiano)

trouzer insatisfação e se a nova concepção parecer plausível (ou seja, as explicações são melhores que no modelo anterior). Os professores precisam estar conscientes desses pré-conceitos e do quanto eles correspondem (ou não), a modelos científicos. Por outro lado, os estudantes precisam se conscientizar de seus próprios conceitos e compara-los com as explicações científicas que se espera que eles desenvolvam. Assim, começar a aula com uma discussão de um fenômeno observado, como por exemplo, o fato de filhotes de cão serem também cães, e relaciona-lo com hereditariedade cria uma oportunidade para o estudante articular suas experiências e conceitos. A partir daí, o professor pode começar a elucidar seus estudantes sobre o conceito de gene.

- Usar exemplos que demonstrem a relação entre diferentes conceitos em estudo. Por exemplo, usar a anemia falciforme para fazer a ligação entre a estrutura do gene, a estrutura ou modo de ação de seu produto e o fenômeno invisível explícito. Usando esse exemplo, tem-se a seguinte seqüência de pontos-chave:
 - há uma pequena mudança na estrutura do gene

Grupos Idéias sobre genes Genes
 DNA cromossomos 14-15 anos É um traço hereditário
 Idéias sobre genes Genes DNA cromossomos 14-15 anos É um traço hereditário
 Genes DNA cromossomos 14-15 anos É um traço hereditário
 Genes DNA cromossomos 14-15 anos É um traço hereditário
 Genes DNA cromossomos 14-15 anos É um traço hereditário
 DNA cromossomos 14-15 anos É um traço hereditário
 cromossomos 14-15 anos É um traço hereditário
 14-15 anos É um traço hereditário
 14-15 anos É um traço hereditário
 É um traço hereditário

Quatro nucleotídeos do DNA formam um gene
 Ele é um gene
 Ele é um gene

É a menor estrutura

Eles formam o grupo sanguíneo O DNA está no cromossomo
 O DNA está no cromossomo

Cromossomos consistem de dupla-hélice 16-17 anos
 Eles são traços hereditários
 16-17 anos Eles são traços hereditários

16-17 anos Eles são traços hereditários
Eles são traços hereditários

Eles são compostos por cromossomos Ele é composto de proteínas A, T, C, G É uma estrutura que carrega genes 20 anos O gene é maior que o núcleo
Ele é composto de proteínas A, T, C, G É uma estrutura que carrega genes 20 anos O gene é maior que o núcleo
É uma estrutura que carrega genes 20 anos O gene é maior que o núcleo
20 anos O gene é maior que o núcleo
20 anos O gene é maior que o núcleo
O gene é maior que o núcleo

Gene é uma linha no topo do cromossomo

Células que carregam estruturas pessoais Corresponde a todos os traços físicos
Corresponde a todos os traços físicos

É um pedaço de gene É constituído de fibras finas
É constituído de fibras finas

É um pedaço de gene Futuros professores Gene é maior que o núcleo
Futuros professores Gene é maior que o núcleo
Futuros professores Gene é maior que o núcleo
Gene é maior que o núcleo

O DNA é chamado de gene É um pedaço do gene É chamado de DNA Futuros professores de biologia É um trio de nucleotídeos no DNA
É um pedaço do gene É chamado de DNA Futuros professores de biologia É um trio de nucleotídeos no DNA
É chamado de DNA Futuros professores de biologia É um trio de nucleotídeos no DNA
Futuros professores de biologia É um trio de nucleotídeos no DNA
Futuros professores de biologia É um trio de nucleotídeos no DNA
É um trio de nucleotídeos no DNA

Eles têm a informação do DNA É achado na forma de cromátides Ele é formado pela junção das cromátides
É achado na forma de cromátides Ele é formado pela junção das cromátides
Ele é formado pela junção das cromátides

Eles são cromátides no DNA

III. Implicações das idéias originadas no cotidiano dos alunos a respeito de célula/genética

- As **idéias originadas no cotidiano** dos estudantes constituem um ponto de partida essencial. A partir dele a compreensão científica pode ser desenvolvida. Haverá mudança conceitual se o modelo anterior (cotidiano)

trouzer insatisfação e se a nova concepção parecer plausível (ou seja, as explicações são melhores que no modelo anterior). Os professores precisam estar conscientes desses pré-conceitos e do quanto eles correspondem (ou não), a modelos científicos. Por outro lado, os estudantes precisam se conscientizar de seus próprios conceitos e compara-los com as explicações científicas que se espera que eles desenvolvam. Assim, começar a aula com uma discussão de um fenômeno observado, como por exemplo, o fato de filhotes de cão serem também cães, e relaciona-lo com hereditariedade cria uma oportunidade para o estudante articular suas experiências e conceitos. A partir daí, o professor pode começar a elucidar seus estudantes sobre o conceito de gene.

- Usar exemplos que demonstrem a relação entre diferentes conceitos em estudo. Por exemplo, usar a anemia falciforme para fazer a ligação entre a estrutura do gene, a estrutura ou modo de ação de seu produto e o fenômeno invisível explícito. Usando esse exemplo, tem-se a seguinte seqüência de pontos-chave:
 - há uma pequena mudança na estrutura do gene
 - essa mudança resulta na produção de um tipo não usual de hemoglobina
 - essa hemoglobina diferente muda a forma das hemácias do sangue tornando-as menos eficientes no transporte de oxigênio no corpo
 - Uma vez entendido que o gene e a característica não são equivalentes e que genótipos e fenótipos estão em diferentes níveis os estudantes estarão preparados para reconhecer a necessidade de um mecanismo por meio do qual os genes podem ser expressos dando origem ao fenótipo. Eles estarão receptivos para o ensino dos conceitos de transcrição, tradução e da natureza química dos genes e seus produtos.

Considerações sobre a maneira de ensinar

1. Fatores que contribuem negativamente para a compreensão satisfatória dos processos biológicos:

- A falta de consciência tanto do professor quanto do aluno sobre o **ponto de início** a partir do qual deve ser iniciado o desenvolvimento científico. Em outras palavras, quais são as idéias pré-concebidas do estudante sobre o tema? (Observação: a organização do conteúdo do livro didático pode funcionar como uma barreira para a compreensão dos conceitos).
- a **fragmentação do conteúdo**. Geralmente, os livros texto de biologia para o ensino médio apresentam os processos básicos que ocorrem nos seres vivos como elementos separados. Desse modo, torna-se difícil ensinar um processo, como o da respiração que vai do nível pluricelular até o celular. Também torna-se bastante complicado explicar o funcionamento dos diversos órgãos do organismo se o nível celular for separado dos demais níveis de organização. Tais dificuldades têm graves repercussões para a compreensão de temas celulares e da biologia como um todo.
- Os equívocos entre termos e processos tais como a respiração e a fotossíntese, a mitose e a meiose, devem se originar na **ênfase dada**, nas aulas e nos livros didáticos de baixo nível educacional, **às definições dos conceitos** isoladas dos processos a eles associados. Por exemplo, a “necessidade de oxigênio” na respiração humana e a produção da mesma molécula na fotossíntese causam confusão sobre os diferentes papéis desses processos e termos. Uma descrição detalhada das relações entre os processos que ocorrem na célula também pode ajudar a compreensão de como esses processos determinam outros processos que ocorrem no organismo multicelular. É recomendado que seja dada uma atenção especial ao

entendimento equivocado que muitas vezes surge com o uso de analogias entre o que ocorre no indivíduo (multicelular) com o que ocorre no interior da célula (celular). Certamente, o uso de analogias é importante e necessário, mas os professores precisam usá-las com cuidado. Muitas vezes os processos que ocorrem no organismo, usados nas analogias, não são bem compreendidos pelos estudantes, e desse modo, não são adequados para serem em analogias com processos celulares. É necessário que seja feita uma representação formal do processo ou conceito envolvidos nas analogias.

- O **uso de analogias** entre processos nos níveis multicelular e celular pelos estudantes tem implicações nas dificuldades observadas, uma vez que eles têm que estabelecer representações abstratas de estruturas e funções celulares. As implicações relativas a construção de explicações sobre o funcionamento multicelular, começa pela de formação do conceito sobre a própria célula. Esse esquema não permite a compreensão, por exemplo, das diferenças e semelhanças entre plantas e animais.
- A conclusão aponta uma possível direção para mudanças nas aulas: enfrentar os problemas detectados do começo – as relações entre os níveis multicelular e celular – e explicar, a partir de uma visão integrada, a rede de processos complexos desempenhados nos diferentes níveis de organização.

2. Estabelecimento de níveis de complexidade

De acordo com as afirmações previamente feitas, é útil considerar que os conceitos científicos têm diferentes níveis de compreensão e alcances dentro das teorias científicas o que determina a utilização diferenciada desses conceitos.

3. Os conceitos precisam ser localizados num contexto capaz de fornecer ao estudante elementos para a construção e compreensão significativas dos mesmos. Por exemplo quando se fala em ligações entre processos gerais e processos celulares, o ensino dos níveis de organização pode começar com os aspectos mais gerais que estão mais próximos do estudante.

4. Idéias prévias

É conveniente que as idéias prévias não sejam consideradas como entidades conceituais isoladas, porque elas apresentam conjuntos de conceitos tornando possível o estabelecimento de correlações entre eles. Deve-se fazer uma interpretação das idéias do estudante de maneira inter-relacionada para permitir um ensino frutífero. Os professores deverão recorrer a uma estratégia de ensino capaz de levar em consideração problemas mais amplos como uma visão antropomórfica e evitar lidar com os conceitos prévios de modo isolado.

5. Um contexto na aula

Para a representação de conceitos numa área tão vasta como é a da célula é necessário imergir os estudantes numa atmosfera que facilite a integração do conceito e dos processos celulares. Esta atmosfera implica em fornecer ao estudante referências múltiplas, como um problema a ser compreendido, textos, experimentos, uso da história da ciência, simulações. Essas situações propiciarão, ao estudante a oportunidade de fazer correlações e inferências, além de construir explicações que tornem possível a construção de uma célula articulada com a representação dos processos celulares.

Desafio:

Apresente uma proposta que poderia minimizar as dificuldades de compreensão significativa dos estudantes sobre as estruturas e processos que ocorrem no interior da célula.

Bibliografía

- Banet, E. and G. E. Ayuso – Teaching of biological inheritance and evolution of living being in secondary school. *Int. J. Sci. Educ.* Vol. 25 (3): 373-407, 2003.
- *Flores, F. – Representation of the cell and its processes in high school students: an integrated view. *Int. J. Sci. Educ.* Vol. 25 (2): 269-286, 2003.
- García-Estañ, R. : Banet, E., Valcárcel, M.V. – Concepciones sobre la enseñanza/aprendizaje de futuros profesores de ciencias de enseñanza secundaria. *Enseñanza de Las Ciencias*, Número extra (IV congreso), 1993.
- Díaz de Bustamante, J., e Jiménez Aleixandre, M.P. ? Vês lo que dibujas? Observando células con el microscopio. *Enseñanza de las Ciencias*, Vol 14 (2): 183-194, 1996
- Lewis, J. Genes, chromosomes, cell division and inheritance – do students see any relationships? *Int. J. Sci. Educ.* Vol. 22 (2): 177-195, 2000.
- *Lewis, J. Taarits, genes, particles and information: re-visiting student's understanding of genetics. *Int. J. Sci. Educ.* Vol. 26 (2): 195-206, 2004.
- Palmero, M.L.R. La célula vista por el alunado. *Ciência & Educação*, Vol. 9 (2): 229-246, 2003.
- Saka, et al. A cross-age study of the understanding of three genetic concepts: how do they image the gene, DNA and chromosomes? *J. Sci. Edu. Tech.* Vol 15 (2), 2006.

CONSIDERAÇÕES SOBRE O ENSINO DE BIOLOGIA CELULAR

Adaptado de: Tanner, K. Allen, D. – *Approaches to Cell Biology Teaching: a primer on standards. Cell Biology Education*. Vol. 1: 95-100, 2002.

O primeiro desafio no planejamento de qualquer curso é a decisão sobre o que ensinar ou, o que os estudantes devem aprender:

- Com que profundidade um tópico deve ser ensinado?
- Qual a idade cognitiva apropriada para o aprendizado de um tópico?
- O que os estudantes já estudaram a respeito?
- Que tipo de conteúdo poderá prepará-los para futuros estudos?

Freqüentemente, existe uma tendência de se levar em consideração apenas o tempo da aula colocando os professores frente a frente com a grande dificuldade de priorizar e escolher apenas os conceitos mais essenciais. Além disso, é muito importante que se considere não apenas **O QUE ensinar**, mas **COMO ensinar**.

O ensino das ciências é, geralmente, a grande preocupação dos países que pretendem preparar os seus cidadãos para, após o término do ensino médio, terem condições de acompanhar o desenvolvimento tecnológico dos tempos modernos.

Nos Estados Unidos da América, foram publicados, em 1993 e 1996, dois documentos com parâmetros para a reforma do ensino de ciência naquele país. Ambos os documentos emergiram como resultado de uma intensa interação entre sociedades científicas, organizações educacionais e professores de ensino médio. Os documentos apresentam detalhes referentes ao conteúdo científico que os estudantes devem conhecer e compreender durante as diferentes etapas da educação escolar.

Alguns pontos destes documentos são resumidamente apresentados a seguir:

- o conhecimento científico é essencial para todos os estudantes e não apenas para os que seguirão carreira como cientistas ou engenheiros.
- a aprendizagem das ciências deve estar centrada no estudante, desenvolvendo a curiosidade científica natural e tornando a educação científica importante na sua vida cotidiana .
- para viabilizar a transformação esperada no ensino de ciências, foram propostos os parâmetros essenciais para o desenvolvimento profissional dos professores de ciência, ou seja, o que os professores devem experimentar para serem capazes de ensinar segundo a forma proposta pelo novo programa. Foram também propostas as diretrizes para a reforma. (Tabela 1).

Como está inserida a Biologia Celular nessa reforma? O que e como os alunos de ensino médio devem aprender sobre a biologia da célula?

Com relação ao ensino-aprendizagem da Biologia Celular no ensino médio ambos os documentos julgaram importante introduzir, para o estudante o conceito de célula como “a unidade fundamental da vida”. Da mesma forma é importante a explicitação de que “alguns seres vivos são formados por uma única célula” e que “outros organismos, como os seres humanos, são multicelulares”.

Além disso, os documentos recomendam a abordagem de célula não sob o ponto de vista estrutural e funcional da “célula individualmente”, mas sim na perspectiva do “organismo”. Assim, as células são apresentadas como as menores unidades que formam um organismo que, por sua vez é formado pelos tecidos e órgãos. Estes desempenham as funções necessárias para a sobrevivência de um ser vivo.

Os documentos enfatizam também que os estudantes entre 14 e 18 anos devem compreender que as células possuem subunidades funcionais especializadas que subvencionam suas múltiplas funções. Esses estudantes devem aprender sobre as moléculas que formam a célula e os papéis que elas desempenham nas funções celulares; a seletividade da membrana celular, o armazenamento da informação genética além das muitas facetas que as proteínas apresentam.

Além disso, deve ser introduzido o conceito de fotossíntese como processo realizado pelas células vegetais, o papel da diferenciação no desenvolvimento celular assim como a regulação do crescimento e divisão da célula (detalhes na tabela 2 e 3).

A visão funcional da célula contida nesses documentos está intimamente ligada ao **COMO** os estudantes devem aprender ciência (tabela 1). Desse modo, para que os estudantes compreendam conceitualmente o que é uma célula, as experiências de aprendizagem devem ser relevantes para a sua vida cotidiana desenvolvendo as habilidades do pensamento crítico e, sempre que possível, envolvendo-os ativamente na investigação científica. Uma das estratégias para o aprendizado de biologia celular é a utilização de perguntas orientadas.

Tabela 1. Alterações na ênfase com que os conteúdos de ciências são ensinados:

Menos ênfase em	Mais ênfase em
Conhecer fatos científicos e informações	Compreender conceitos científicos e desenvolver habilidades
Estudar isoladamente o conteúdo das disciplinas (física, vida, ciência da terra) com seus respectivos objetivos.	Compreender o conteúdo das disciplinas no contexto de perguntas, da tecnologia e da ciência sob uma perspectiva pessoal, social e histórica.
Separar os conhecimentos da ciência dos respectivos processos.	Integrar todos os aspectos dos conteúdos da ciência.
Cobrir muitos tópicos científicos	Estudar alguns aspectos do conteúdo científico.
Nas atividades que demonstrem e verifiquem o conteúdo da ciência - Investigações confinadas a um período escolar	Nas atividades que investigam e analisam as questões da ciência
No desenvolvimento de habilidades fora de um contexto	No desenvolvimento de habilidades dentro de um contexto
Nos processos individuais tais como observações e inferências	No uso de habilidades múltiplas como manipulação, cognição e processual.
Na obtenção de respostas	No uso de evidências e estratégias para o desenvolvimento ou revisão de uma explicação
No ensino de Ciências como exploração e experimento.	No ensino de Ciências como argumento e explicações.
No fornecimento de respostas para perguntas sobre os conteúdos das ciências	Na comunicação de explicações científicas
Na valorização de indivíduos ou grupos de estudantes que analisam e sintetizam resultados sem defender uma conclusão	Na valorização de grupos de estudantes que freqüentemente analisam e sintetizam resultados após conclusões defendidas
Na utilização do tempo para cobrir grande quantidade de conteúdo	Na implementação da investigação, da compreensão, das habilidades, dos questionamentos e do conhecimento do conteúdo científico.
Na obtenção de conclusões a partir do resultado de experimentos	Na aplicação dos resultados dos experimentos científicos para a argumentação científica e explicações.
Nas comunicações particulares das conclusões do estudante para o professor	Nas comunicações públicas das idéias dos estudantes e dos trabalhos em classe

Tabela 2 National Science Education Standards, 1996.

- As células possuem estruturas que desempenham determinadas funções. Cada célula é rodeada por uma membrana que a separa do meio externo. Dentro da célula há uma mistura concentrada de milhares de moléculas diferentes que formam uma variedade de estruturas especializadas para desempenharem as diferentes funções celulares como: produção de energia, transporte de moléculas, eliminação de excretas, síntese de novas moléculas e armazenamento de material genético.
 - As células realizam reações químicas. Os alimentos ingeridos pela célula são quebrados gerando as moléculas necessárias para a síntese de outras moléculas ou macromoléculas. Ambas, a quebra e a síntese são possíveis graças à participação de um grande número de proteínas catalisadoras chamadas de enzimas. A quebra de algumas moléculas possibilita que a célula armazene energia (ATP) e compostos químicos específicos que são usados para o seu funcionamento
 - A informação genética armazenada no DNA da célula é usada para dirigir a síntese de milhares de proteínas necessárias para o seu funcionamento.
 - As funções da célula são reguladas. A regulação ocorre por meio de mudanças na atividade das funções desempenhadas por proteínas e por meio de expressão seletiva de genes individuais. Essa regulação permite que a célula responda ao ambiente e controle e coordene o seu crescimento e divisão.
 - As células das plantas contêm cloroplastos, onde é realizada a fotossíntese. As plantas e muitos microrganismos usam a energia solar para promover a reação entre as moléculas de dióxido de carbono e a água gerando compostos orgânicos ricos em energia e liberando oxigênio no ambiente externo. O processo de fotossíntese promove a conexão vital entre o sol e a energia necessária pelos sistemas vivos.
 - As células podem se diferenciar. Os organismos multicelulares complexos são formados por um arranjo altamente organizado de células diferenciadas. No desenvolvimento desses organismos multicelulares, a descendência de uma única célula forma um embrião no qual as células se multiplicam e se diferenciam gerando muitos tipos de células especializadas que formam os tecidos, que, por sua vez formam os órgãos que compõem, finalmente, o organismo. A diferenciação é regulada pela expressão de genes diferentes.
-

Tabela 3 – Benchmarks for Science Literacy, American Association for the Advancement of Science, 1993.

- Todas os seres vivos são compostos por uma ou por milhões, de células, cujos detalhes são, geralmente, visíveis com o auxílio de microscópios. Os diferentes tecidos do corpo e órgãos são formados por diferentes tipos de células. As células dos tecidos e órgãos dos animais são semelhantes às dos seres humanos, mas diferem um pouco das células das plantas.
- Dentro de cada célula há partes especializadas para o transporte de materiais, transferência de energia, síntese de proteínas, eliminação de excretas, recuperação de informações e mesmo movimento. Além disso, a maioria das células dos organismos multicelulares desempenha alguma função especial que outras não são capazes de desempenhar. Por exemplo, as células das glândulas salivares produzem e secretam a saliva. Nos demais tipos celulares presentes no organismo os genes envolvidos nessa produção estão silenciados, ou não ativos.
- O trabalho da célula é efetuado pelos inúmeros tipos de moléculas que a formam, na maioria proteínas. As moléculas de proteínas são longas, geralmente formadas por cadeias compostas por 20 tipos de aminoácidos. A função de cada proteína depende da seqüência específica dos aminoácidos. A forma que a cadeia apresenta é conseqüência de atrações entre as suas diferentes partes.
- A informação genética codificada nas moléculas de DNA fornece instruções para a montagem das moléculas de proteínas. O código usado é essencialmente o mesmo em todas as formas de vida. Antes da divisão da célula, as instruções são duplicadas de

modo que cada uma das duas novas células obtenha toda a informação necessária para desempenhar suas funções.

- As interações entre os diferentes tipos de moléculas na célula são responsáveis pelos vários ciclos de atividades como ocorre com o crescimento seguido pela divisão celular. O comportamento da célula pode também ser afetado por moléculas de outras partes do organismo, ou mesmo por outros organismos.
 - A mutação de um gene pode resultar na divisão celular descontrolada, chamada de câncer. A exposição de células a certas substâncias químicas ou a radiações aumenta a probabilidade de mutações e, conseqüentemente, as chances de desenvolver o câncer.
 - A maioria das células funciona melhor dentro de uma estreita faixa de temperatura e acidez. Em temperaturas muito baixas, as velocidades de reação são muito menores. Altas temperaturas e/ou extremos de acidez podem mudar de modo irreversível a estrutura da maioria das proteínas. Mesmo pequenas mudanças na acidez podem alterar as moléculas e o modo de interação entre elas. As células de organismos unicelulares ou multicelulares possuem moléculas que ajudam a manter a acidez celular dentro de uma faixa estreita de variação.
 - Uma célula viva é composta de um pequeno número de elementos químicos, principalmente carbono, oxigênio, fósforo e enxofre. Os átomos de carbono ligam-se facilmente entre si formando cadeias e anéis que originam moléculas grandes e complexas.
-

CONTEÚDO – CÉLULA

Adaptado de: Campbell, N. ^a, Mitchell, L. G. e Reece, J.B. *Biology – Concepts and Connections. Third Edition. Addison Wesley Longman, Inc. San Francisco, 1999.*

INTRODUÇÃO

- Microscópios – os diferentes tipos e para que servem - exemplos
- O tamanho da célula varia de acordo com sua função – qual a amplitude de variação, comparar tamanho de células pro e eu, de organelas, de moléculas e de átomos (um dos problemas no ensino-aprendizagem da célula é confundi-la com moléculas e átomos)
- Leis naturais limitam o tamanho da célula – dar exemplos de células de diferentes tamanho. Exercício com a relação superfície/ volume
- Diferenças entre as células pro e eucariótica – chamar a atenção para o fato da célula eucariótica ser dividida em compartimentos.

APRESENTAÇÃO DA CÉLULA

Organelas do sistema de endomembranas

- Núcleo – centro de controle da célula (DNA, relação cromatina/cromossomo, nucléolo, membrana nuclear)
- Reticulo endoplasmático rugoso e liso, Complexo de Golgi, lisossomos, vesículas de transporte, vacúolos – importante dar a relação entre as diferentes organelas (isso dá unidade à célula). Dar exemplos de caminhos seguidos por compostos na célula como a secreção de anticorpos por um glóbulo branco: síntese nos ribossomos aderidos ao retículo endoplasmático rugoso, a montagem das subunidades do anticorpo no interior do retículo, a adição de um pequeno açúcar no complexo de Golgi, transformando a molécula numa glicoproteína, a circunscrição dessas moléculas em vesículas secretoras e a união das vesículas com a membrana plasmática.

As organelas produtoras de energia –

- cloroplastos - a produção de matéria orgânica a partir de energia luminosa
- mitocôndrias – convertem uma forma de energia química (do alimento) em outra, o ATP, a principal fonte de energia para o trabalho celular. Em seu interior ocorre a respiração celular.

As organelas que ajudam a organizar a estrutura e as atividades da célula

- Citoesqueleto e estruturas relacionadas – forma da célula, manter o núcleo em posição, transporte de vesículas secretoras, cílios, flagelos

A superfície da célula

- Membrana plasmática
- Parede
- Elementos que unem as células.

Todos os tipos de célula compartilham características em comum.

A CÉLULA FUNCIONANDO

Energia

- Consideração sobre **energia**
- As leis que governam a conversão de energia
- As reações químicas armazenam ou liberam energia

- As enzimas aumentam as velocidades das reações químicas – o meio em que a célula se encontra afeta a atividade das enzimas

Membrana citoplasmática

- composição e função – tipos de transporte através da membrana – o balanço hídrico da célula depende do meio em que ela está

COMO A CÉLULA PRODUZ ENERGIA QUÍMICA

Respiração celular

- a distinção e a relação entre a respiração celular e a inspiração que leva oxigênio até as células
- o uso de ATP para realizar todas as funções (exemplos com atividades humanas estão mais próximas do cotidiano do aluno: andar, correr, dormir, sentar, dançar, etc. Pode se usar uma tabela de energia consumida nas diferentes atividades)

Mecanismos básicos de armazenamento e de liberação de energia

- A energia disponível para a célula é proveniente está contida no arranjo dos elétrons numa ligação química, como na glicose, por exemplo. A cadeia de elétrons
- Reações de redução
- Dois modos de produção de ATP – quimiossíntese e fosforilação do substrato
- Estágios da respiração celular – as 3 etapas da respiração (glicólise, ciclo de Krebs e cadeia de transporte dos elétrons)
- Fermentação – alternativa anaeróbica da respiração
- Interconexão entre a quebra e a síntese de moléculas – as células usam muitos tipos de moléculas orgânicas como combustível para a respiração celular – o alimento fornece a matéria prima para a biossíntese – o combustível para a respiração, em última análise, vem da fotossíntese.

Fotossíntese

- **Visão geral da fotossíntese** – os autótrofos são os produtores na biosfera – a fotossíntese ocorre no cloroplasto das plantas – as plantas produzem O₂ pela quebra da molécula de água – a fotossíntese, assim como a respiração, é uma reação de redução – fotossíntese ocorre em duas etapas.
- **As reações de luz:** a conversão da energia luminosa em química – as cadeias de transporte de eletros gera ATP, NADP e O₂ – a cadeia de transporte de elétrons produz ATP – O ciclo de Calvin: conversão de CO₂ em açúcar – revisão: a fotossíntese usa a energia luminosa para fabricar moléculas de alimento – A fotossíntese, radiação solar e a atmosfera da Terra – fotossíntese modera o efeito estufa

REPRODUÇÃO CELULAR

A base celular da herança

- As células se originam de outras células pré-existentes
- Células eucarióticas se reproduzem por fissão binária
- O ciclo celular das células eucarióticas - Mitose
 - Os cromossomos duplicam em cada divisão celular
 - A divisão celular é um processo dinâmico (fases com o sentido da progressão das mudanças ocorridas no processo)

- Fatores que afetam a divisão celular - fatores de crescimento e fatores que induzem divisão, câncer
- Cariótipo
- Reprodução assexuada
- **Meiose**
 - Na célula somática os cromossomos estão aos pares
 - Os gametas possuem apenas um conjunto de cromossomos, ou seja, apenas um dos membros de cada par de homólogos
 - A meiose reduz o número de cromossomos diplóide para haplóide
 - A orientação independente dos cromossomos na meiose e a fertilização ao acaso geram a variabilidade dos descendentes.
- **Comparação meiose-mitose**
- **Acidentes na meiose pode alterar o número de cromossomos (síndromes humanas mais conhecidas como Klinefelter, Turner, Down)**

A BILOGIA MOLECULAR DO GENE

- **A estrutura do material genético**
 - Os experimentos que demonstraram que o DNA é o material hereditário
 - DNA e RNA são polímeros de nucleotídeos
 - DNA é uma molécula em dupla-hélice
 - A replicação do DNA depende do emparelhamento de bases
- **O fluxo de informação do DNA para a proteína**
 - O genótipo se expressa como proteínas que fornecem a base molecular para as características fenotípicas
 - O código genético
 - A transcrição produz mensagens genéticas na forma de RNA
 - As mensagens genéticas são traduzidas no citoplasma
 - Os RNA transportadores servem como interpretes durante a tradução
 - Os ribossomos fabricam polipeptídios
 - O códon de iniciação marca o início da mensagem do RNAm
 - A elongação da síntese protéica
 - O fluxo de informação genética na célula: DNA – RNA – proteína
 - Mutações podem mudar o significado dos genes
- **O controle da expressão gênica**
 - Proteínas que interagem com o promotor dos genes “ligam” ou “desligam” genes
 - A diferenciação produz uma variedade de células especializadas
 - As células especializadas retém seu potencial genético
- **A Tecnologia do DNA recombinante**