

Versão Online ISBN 978-85-8015-079-7
Cadernos PDE

VOLUME II

OS DESAFIOS DA ESCOLA PÚBLICA PARANAENSE
NA PERSPECTIVA DO PROFESSOR PDE
Produções Didático-Pedagógicas

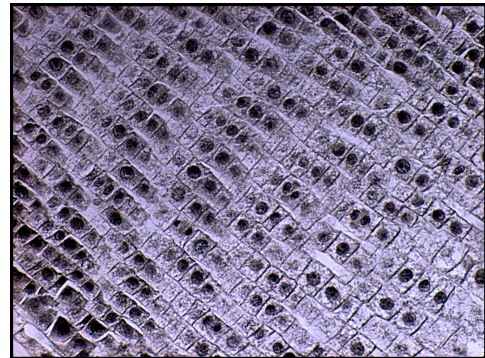
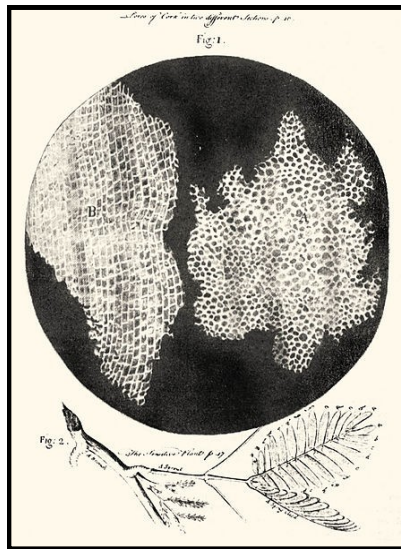
2014

SECRETARIA DE ESTADO DE EDUCAÇÃO
SUPERINTENDÊNCIA DA EDUCAÇÃO
DIRETORIA DE POLÍTICAS E PROGRAMAS EDUCACIONAIS
PROGRAMA DE DESENVOLVIMENTO EDUCACIONAL - PDE

Título: Analogia Celular: atividades propostas a partir de Livros Didáticos de Biologia	
Autor	Patrícia Acioli Carvalho
Disciplina	Biologia
Estabelecimento de Ensino de Implementação do Projeto	Colégio Estadual Santa Cândida/ Curitiba- Pr
Município	Curitiba/ PR
Núcleo Regional de Educação	Curitiba
Professor Orientador	Profº. Dr. Danislei Bertoni
Instituição de Ensino Superior	Universidade Tecnológica Federal do Paraná- Campus Ponta Grossa
Resumo	<p>O campo de estudos da Biologia celular e molecular abrange conhecimentos considerados de difícil compreensão, seja enquanto disciplina de referência na pesquisa e na academia, seja por parte da divulgação científica e da transposição didática para estudantes e professores.</p> <p>Nesse sentido, a organização destes conhecimentos nos currículos escolares, a especificidade e a complexidade, bem como as metodologias utilizadas, favorecem a permanência da fragmentação conceitual, descontextualização e memorização, caracterizando uma aprendizagem mecânica, sem significado para o aluno. A partir dessas asserções, entendemos como necessário o desenvolvimento de novas possibilidades metodológicas, de estratégias e encaminhamentos para uma compreensão dos conteúdos de biologia celular mais significativa. A Teoria da Aprendizagem Significativa proposta por David Ausubel (1918- 2008), juntamente ao uso das analogias pode favorecer a construção de conceitos e do conhecimento científico escolar, a partir dos conhecimentos prévios dos alunos.</p>
Palavras Chave	Analogias; Biologia Celular; Aprendizagem Significativa
Formato do Material Didático	Unidade Didática
Público Alvo	Alunos do 1º ano do Ensino Médio da Rede Estadual de Ensino do Paraná.

Unidade Didática

Analogia Celular: atividades propostas a partir de Livros Didáticos de Biologia.



Apresentação

Professor(a)!

Nesse momento, você tem a oportunidade de conhecer a Unidade Didática produzida ao longo do Programa de Desenvolvimento Educacional (PDE), ano 2014/ 2015.

Este material didático, intitulado **Analogia Celular: atividades propostas a partir de livros didáticos de Biologia**, foi construído a partir de inquietações vivenciadas em sala de aula ao longo da minha prática docente, do trabalho que desenvolvi junto aos professores de Biologia da Rede Estadual de Educação do Estado do Paraná durante as formações continuadas e das leituras que fundamentaram o desenvolvimento destas ações. Um dos referenciais teóricos utilizados para a elaboração desta Unidade Didática foi a Diretriz Orientadora da Educação Básica do Estado do Paraná para a disciplina de Biologia (PARANÁ, 2008), além da fundamentação baseada em produções de pesquisadores da área do ensino de Biologia.

Célula foi o conteúdo selecionado para o desenvolvimento desta Unidade Didática, a qual contempla parte dos conteúdos específicos tradicionalmente presentes e organizados em manuais didáticos para o 1º ano do Ensino Médio. A opção por este conteúdo foi devida a especificidade conceitual e o uso recorrente de analogias, possivelmente por se relacionarem a conhecimentos abstratos (PEDROSO; AMORIN; TERRAZZAN, 2007).

Pensando em um material de apoio didático–pedagógico que contemplasse a necessidade de estratégias inseridas em uma abordagem metodológica diferenciada, construímos essa Unidade com a seguinte organização:

- **Problematizando**– Nesse tópico propomos uma questão problematizadora a partir da analogia utilizada pelos autores do Livro Didático “*Biologia em contexto*”, seguida da observação de imagens e da proposição de questionamentos que serão desenvolvidos ao longo das *Atividades*.
- **Atividades**– As 4 *Atividades* foram elaboradas a partir de analogias presentes nos capítulos voltados à Biologia Celular de dois Livros Didáticos de Biologia aprovados PNLD 2015*. Essas atividades foram organizadas em **Ações**.
- **Ações**– Em cada *Atividade* propomos **Ações** que colocam o aluno como sujeito do processo ensino–aprendizagem e o(a) professor(a) como mediador deste processo. Essas 10 **Ações** envolvem recursos didáticos e estratégias metodológicas, com o foco no uso de analogias, valorizando o conhecimento prévio dos estudantes como ponto de partida para a construção de conceitos e para uma aprendizagem com significado.

*AMABIS, J. M.; MARTHO, G. R. **Biologia em contexto**. 1 Ed. São Paulo: Moderna, 2013.
LOPES, S.; ROSSO, S. **Bio**. 2 Ed. São Paulo: Saraiva, 2013.

- **Orientações Metodológicas para o Professor**– Após as *Atividades* recomendamos orientações metodológicas que fundamentam as ações do professor(a).

Por fim, espera-se que esta Unidade Didática possa contribuir com a construção dos conceitos atrelados ao conteúdo **célula**, a partir dos conhecimentos prévios dos estudantes, tornando a aprendizagem significativa.

Boa Leitura! E bom trabalho!

Lista de Imagens

Imagem 1– Gafanhoto (Reino Animal). Fonte: Carlos Belz.

Imagem 2– Cogumelos (Reino Fungi). Fonte: Carlos Belz.

Imagem 3– Homem (Reino Animal). Fonte: Carlos Belz.

Imagem 4– Araucária (Reino Vegetal). Fonte: Patrícia Acioli Carvalho.

Imagem 5– Bactérias (Reino Monera). Disponível em: <<http://www.stockvault.net/photo/143143/bacteria>>. Acesso em: 17 nov. 2014.

Imagem 6– Paramécio (Reino Protista). Disponível em: <<http://www.shutterstock.com/pic.mhtml?id=115489060&pl=1374942119>>. Acesso em: 17/ nov. 2014.

Imagem 7– Células da Raiz da Cebola. Aumento 20x 10. Coloração H.Férrica. Lâmina pertencente ao acervo da Universidade Positivo/ Curitiba– PR, 14 nov. 2014. Fonte: Patrícia Acioli Carvalho.

Imagem 8– Células da Raiz da Cebola (*em foco somente duas*). Aumento 200x. Coloração Reação de Feulgen + Fast Green. Lâmina pertencente ao acervo da Universidade Positivo/ Curitiba– PR, 14/ nov. 2014. Fonte: Patrícia Acioli Carvalho.

Imagem 9– Tijolo em 3D. Fonte: Patrícia Acioli Carvalho.

Imagem 10– Células da Raiz da Cebola. Aumento 20x 10. Coloração Reação de Feulgen + Fast Green. Lâmina pertencente ao acervo da Universidade Positivo/ Curitiba– PR, 14 nov. 2014. Fonte: Patrícia Acioli Carvalho.

Imagem 11– Muro de Tijolos, Fonte: Patrícia Acioli Carvalho.

Imagem 12– Microscópio utilizado por Robert Hooke, em 1663. Disponível em: <http://commons.wikimedia.org/wiki/Robert_Hooke#mediaviewer/File:Microscope_de_HOOKE.png>. Acesso em: 27 nov. 2014.

Imagem 13– Microestrutura da cortiça. Imagem ampliada 200x. Disponível em: <<http://commons.wikimedia.org/wiki/File:RobertHookeMicrographia1665.jpg?uselang=pt-br>>. Acesso em: 10 nov. 2014.

Imagem 14– Célula procarionte bidimensional. Ilustração: Adriana Couto Pereira Rocha.

Imagem 15– Célula eucarionte vegetal bidimensional. Ilustração: Adriana Couto Pereira Rocha.

Imagem 16– Célula eucarionte animal tridimensional. Ilustração: Adriana Couto Pereira Rocha.

Imagem 17– Esfregaço Sanguíneo do Homem. Aumento 100x 1,25 (objetiva de óleo de imersão). Coloração Rosenfeld. Lâmina pertencente ao acervo da Universidade Positivo/ Curitiba– PR, em 28 nov. 2014. Fonte: Patrícia Acioli Carvalho.

Imagem 18– Favo de Mel. Disponível em: <<http://www.stockvault.net/photo/127835/honey-comb>>. Acesso em: 17 nov. 2014.

Imagem 19– Pedra Pomes. Fonte: Patrícia Acioli Carvalho.

Imagem 20– Esponja de limpeza. Fonte: Patrícia Acioli Carvalho.

A célula faz parte do nosso corpo? Onde ela está?

A Biologia interage com outras ciências na atualidade para estudar e explicar a vida, sua origem e evolução. Em toda a sua história, mesmo antes da ciência moderna, naturalistas procuraram explicar sobre a origem da vida e a constituição/composição dos seres.

Para El-Hani e Meyer (2009), *“Muito do que sabíamos sobre a biologia dos organismos mudou nos últimos anos. Isso sugere que o que saberemos amanhã também será diferente do que sabemos hoje.*

PROBLEMATIZANDO...

A formulação da Teoria Celular foi revolucionária para a Biologia. Pense um pouco: não é notável que seres distintos como uma ameiba e uma pessoa sejam constituídos pelo mesmo “tijolo” básico, a célula?

AMABIS, J. L.; MARTHO, G. R. **Biologia em contexto**. 1 Ed. São Paulo: Moderna, 2013.

No texto acima, do Livro Didático *“Biologia em contexto”*, os autores Gilberto Rodrigues Martho e José Mariano Amabis comparam uma célula a um tijolo. Os autores afirmam, também, que diferentes seres vivos são constituídos por uma unidade básica, a célula. Para você, faz sentido comparar célula a um tijolo? E dizer que todos os seres vivos são constituídos de células?

Observe as imagens abaixo e pense como a célula pode formar os seres vivos.

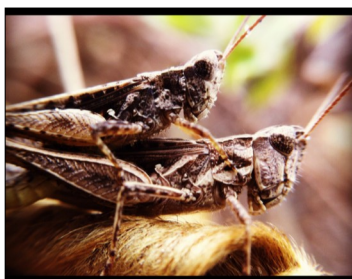


Imagem 1



Imagem 5



Imagem 2

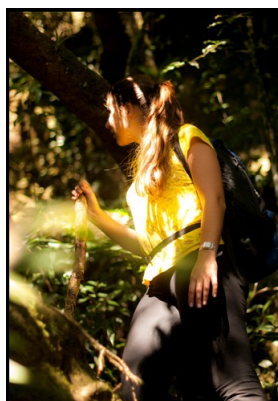


Imagem 3



Imagem 4

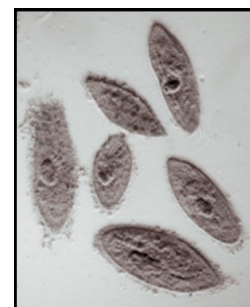


Imagem 6

A célula faz parte do nosso corpo? Onde ela está?

Se os diferentes seres vivos apresentados nas imagens são realmente formados por células, pense nas seguintes questões que serão desenvolvidas ao longo das próximas *Atividades*:

Como e quando as células foram observadas e propostas pela comunidade científica como unidade básica dos seres vivos ?

Apresenta uma forma padrão? De que depende esta forma?

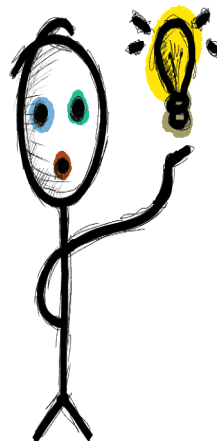
Por que as células são importantes para a manutenção da vida na Terra? (será que somente na Terra?)

Todos os seres vivos são constituídos por células?

Qual a localização e o tamanho desta unidade formadora dos seres vivos?

Como são compostas? Apresentam alguma classificação em relação às suas partes?

Mas afinal o que é célula?



A célula faz parte do nosso corpo? Onde ela está?

ATIVIDADE 1

Você concorda ou discorda da afirmativa dos autores explicitada no problema inicial de que uma ameba e uma pessoa são constituídos pelo mesmo “tijolo” básico, a célula? No seu entendimento, qual a relação entre um tijolo e uma célula? Já conhecemos um tijolo e sabemos para que é utilizado, mas em relação a célula, você conhece e sabe que função ela tem para os seres vivos?

AÇÃO 1

Observe a imagem do Microscópio Óptico Trinocular (1600x), exibida pelo professor na TV Multimídia ou Projetor de imagens. Posteriormente, analise a imagem e desenhe em um papel sulfite com o máximo de detalhes que conseguir observar.

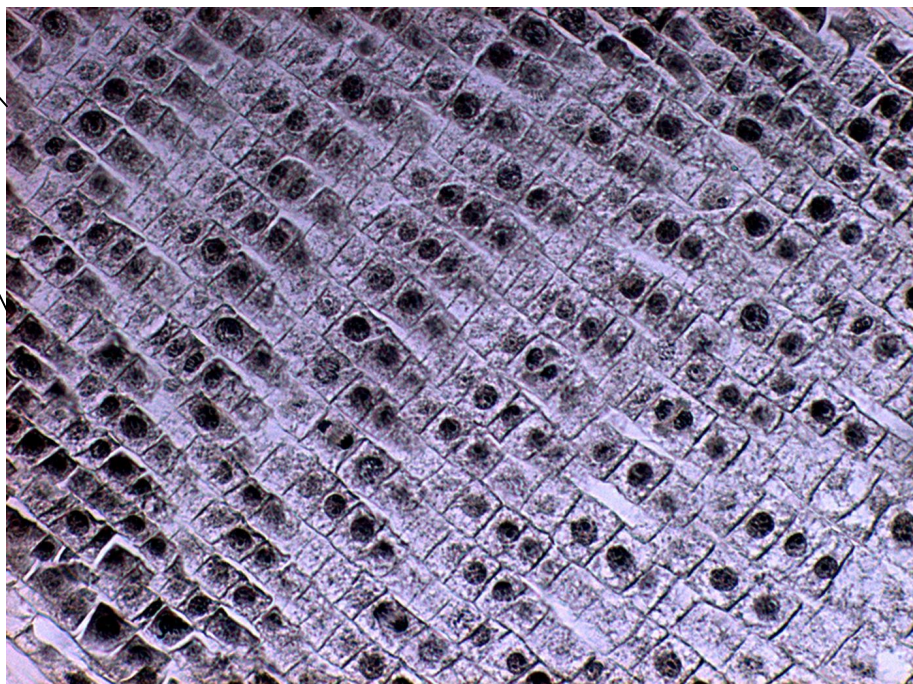


Imagem 7

A célula faz parte do nosso corpo? Onde ela está?

AÇÃO 2

Após a observação e a elaboração do desenho, leia as questões a seguir e registre suas considerações para posterior discussão com os demais colegas e o professor (a).

1. No momento em que você observou a imagem pensou em alguma comparação? Se sim, com o quê? Se não o fez, pense com o que você poderia comparar a célula observada.

2. Você já observou essa imagem antes? Quando e aonde?

3. Qual detalhe lhe chamou mais atenção na imagem? Por quê?

4. A folha em que você desenhou uma representação da imagem observada apresenta quantas dimensões? Quais são elas? Pode-se dizer que a imagem observada apresenta as mesmas dimensões do desenho que você fez na folha?

AÇÃO 3

Observamos a imagem ao microscópio, desenhamos, anotamos nossas considerações e posteriormente discutimos em sala de aula. Agora, vamos observar as imagens e responder as questões, relacionando-as aos registros realizados até o presente momento.

1. Célula e Tijolo

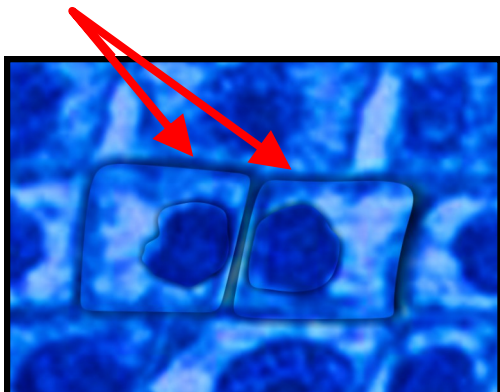


Imagem 8



Imagem 9

A célula faz parte do nosso corpo? Onde ela está?

2. Tecido vegetal e Muro de tijolos

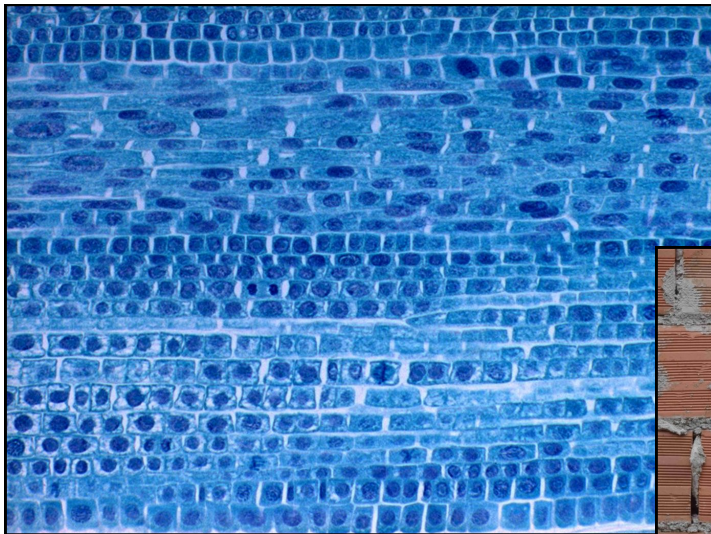


Imagem 10



Imagem 11

1. Estabeleça relações de comparação entre os registros (desenho e anotações das questões presentes na **Ação 2**) e as imagens observadas.

2. A partir das relações entre os registros e as imagens, elabore sua própria definição de célula.

3. O conjunto de células apresentado na **imagem 10** é de um organismo vegetal. Os demais seres vivos apresentam conjunto semelhante de células?

4. Desenhe como você imagina que possa ser uma célula do seu corpo.

5. Todas as células do seu corpo são iguais? Pense! Uma célula sanguínea é igual a uma célula que forma a íris do olho? Esta é igual a célula que forma o pâncreas? E estas são iguais ao óvulo e ao espermatozoide?

A célula faz parte do nosso corpo? Onde ela está?

AÇÃO 4

“A célula é a unidade básica de organização da vida”. Essa é uma das muitas definições utilizadas. Vejamos outras definições em diferentes momentos históricos:

“As células são entidades vivas autônomas.”

SCHWANN, T.; SCHLEIDEN, M. J. **Microscopical researches into the accordance in the structure and growth of animals and plants.** London: Printed for the Sydenham Society, 1847.

“Os seres vivos são seres organizados. Eles são construídos por uma unidade fundamental— a célula. Muitos seres vivos são constituídos de uma única célula— seres unicelulares e muitos outros, de várias células— seres pluricelulares. Nos seres unicelulares, as suas funções se confundem com as da própria célula. Nos seres pluricelulares, podemos distinguir, pelo menos nos de organização mais elevada, certas funções especializadas exercidas por grupos de células diferenciadas.”

ANTUNES JUNIOR, A.; ANTUNES, J. **Compêndio de história natural.** Volume 2. Companhia Editora Nacional, 1960.

“Célula é a unidade morfológica e fisiológica dos seres vivos.”

KUMPINSKI, I.; KÉPES, A. **Nova biologia.** Porto Alegre: Sulina, 1977.

“A célula viva é a unidade fundamental de que se compõem todos os organismos vivos.”

SCIENTIFIC AMERICAN. **A célula viva.** São Paulo: Polígono, 1969.

“As células são pequeníssimas unidades de que são feitos todos os seres vivos. Alguns organismos, como as amebas, são constituídos de uma única célula, enquanto outros, como os seres humanos, são constituídos de trilhões de células [...]”

BURNIE, D. **Dicionário temático de biologia.** Scipione, 1997.

“A palavra célula deriva do latim “cellula” diminutivo de cela ou quarto pequeno e significa pequeno compartimento. [...] A célula é a menor unidade do ser vivo.”

FERREIRA, F. A. G. **O melhor da Biologia. Introdução a Citologia.** Minas Gerais, 25 de fev, 2014.

“A palavra célula vem do latim “cella”, que significa pequeno compartimento ou recinto, termo usado para designar os pequenos aposentos dos religiosos nos mosteiros e conventos.”

LOPES, S. ROSSO, S. **Bio.** 2 Ed. São Paulo: Saraiva, 2013.

A célula faz parte do nosso corpo? Onde ela está?

Após leitura das definições, analise qual delas se aproxima ou pode ser utilizada para complementar a que você construiu. Reelabore e discuta com o seus colegas e professor (a).

A célula faz parte do nosso corpo? Onde ela está?

ATIVIDADE 2

AÇÃO 5

Agora, já temos o conceito de célula construído coletivamente a partir dos conhecimentos prévios de todos os colegas da sala e a partir das definições apresentadas pelos diferentes autores.

Como você pensa que este conceito foi construído ao longo do tempo? Você acredita que o conceito de célula sofreu modificações ou o que modificou foi o modo de observar a célula com o desenvolvimento da tecnologia microscópica? Por que ocorreram tais modificações?

Observe e analise as imagens abaixo...



Imagem 12

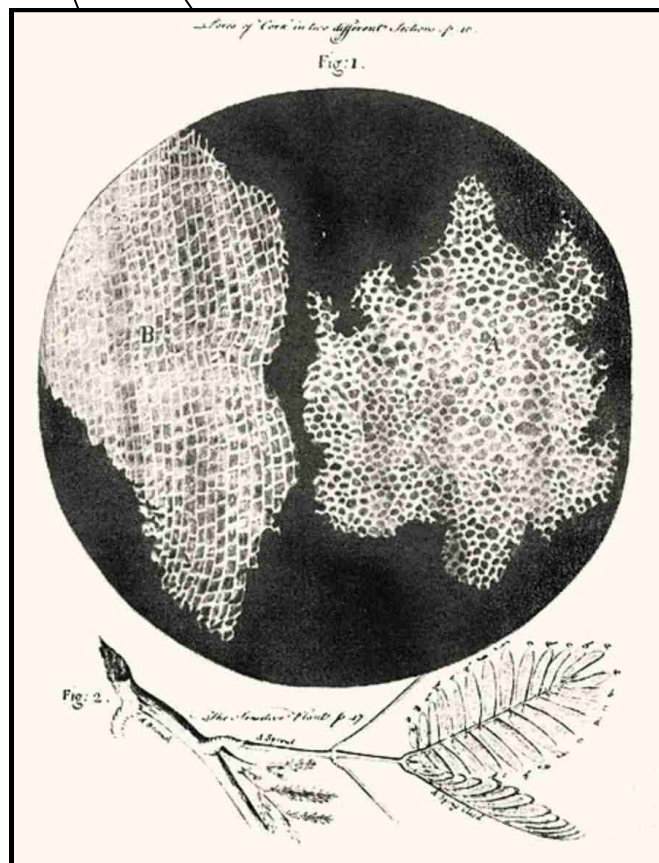


Imagem 13

A célula faz parte do nosso corpo? Onde ela está?

E agora pense e responda às questões abaixo.

1. Você consegue imaginar o que está sendo representado na **imagem 13**? Descreva sobre o que você observa nessa imagem.

2. Estabeleça semelhanças e diferenças dessa imagem com a imagem que você observou ao microscópio.

AÇÃO 6

Para os historiadores das ciências...

“Para a história das ciências, dentre a enorme diversidade de observações presentes na Micrographia, destaca-se a da estrutura da cortiça, não só por ser a mais famosa dessas observações, mas também por ter dado origem à criação de um termo importante na biologia. É comum atribuir-se a descoberta da célula a Hooke, que comunicou suas observações à Royal Society de Londres, no ano de 1667.

Segundo ele mesmo relata, a primeira observação de células (nome que ele deu devido à semelhança de estrutura com os favos de abelhas) foi realizada ao analisar ao microscópio uma delgada camada de cortiça. [...]

Hooke interpretou suas observações da estrutura da cortiça de um modo inesperado.”

DE ALMEIDA, A. V.; DE OLIVEIRA MAGALHÃES, F. Robert Hooke e o problema da geração espontânea no século XVII. **Scientiae Studia**, v. 8, n. 3, p. 367-388, 2010.

A célula faz parte do nosso corpo? Onde ela está?

A partir da leitura do trecho do artigo intitulado, “*Robert Hooke e o problema da geração espontânea no século XVII*”, pesquise as questões propostas a seguir e organize um “*Roteiro Histórico*”, que servirá de apoio para a elaboração de uma história em quadrinhos.

1. *Micrographia*, foi o livro escrito Robert Hooke, em 1665, em que ele ilustra a imagem da cortiça observada ao microscópio. Qual era o conteúdo deste livro?

2. Hooke observou um pedaço de cortiça ao microscópio e logo estabeleceu uma analogia com a estrutura dos favos de mel de abelhas. Pesquise imagens de favos de mel e compare com a imagem da cortiça. Na sua opinião, a estrutura observada por Hooke e dos favos de mel são semelhantes?

- Se sua resposta for negativa, justifique.

- Se sua resposta for afirmativa, quais são as semelhanças?

3. Segundo os professores Argus de Almeida e Francisco Magalhães, autores do texto indicado anteriormente, “*Hooke interpretou suas observações da estrutura da cortiça de um modo inesperado*”. No seu entendimento, o que os autores quiseram dizer com esta frase? Por que a interpretação de Hooke foi de modo inesperado?

4. E, depois do momento histórico em que Robert Hooke observou a cortiça no microscópio, o que aconteceu? Pesquisadores deram continuidade às suas observações?

A célula faz parte do nosso corpo? Onde ela está?

ATIVIDADE 3

AÇÃO 7

Iniciando nossa terceira atividade, já temos os conhecimentos sobre a célula um pouco mais elaborados e organizados:

- a maioria dos seres vivos é formada pela mesma unidade básica, a célula;
- a definição de célula;
- as observações da cortiça por Robert Hooke e a primeira definição de célula;
- a Teoria Celular, proposta por Schwann, Schleiden e outros.

Esses conhecimentos nos permitem prosseguir nas investigações e nas pesquisas referentes à célula.

Observe as três ilustrações que representam uma célula.

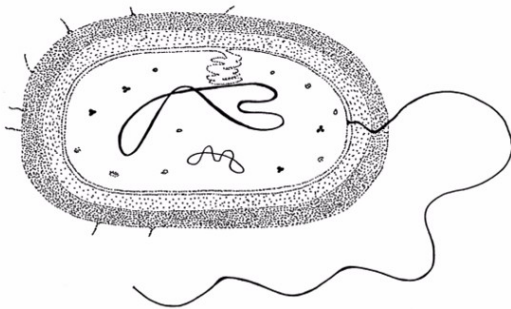


Imagem 14



Imagem 15

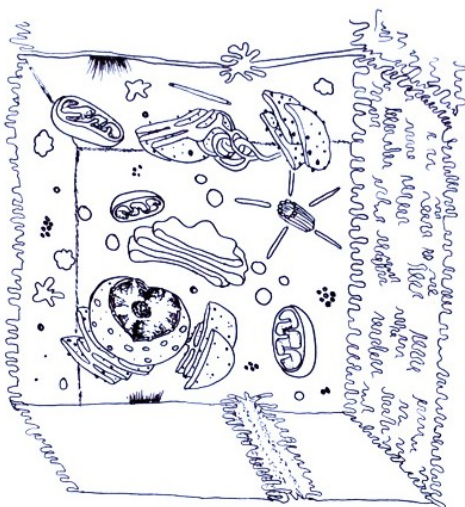


Imagem 16

A célula faz parte do nosso corpo? Onde ela está?

Após observação e análise de possíveis semelhanças e diferenças, sistematize suas considerações na tabela abaixo:

	Considerações sobre as células
	Imagens
Semelhanças	
Diferenças	

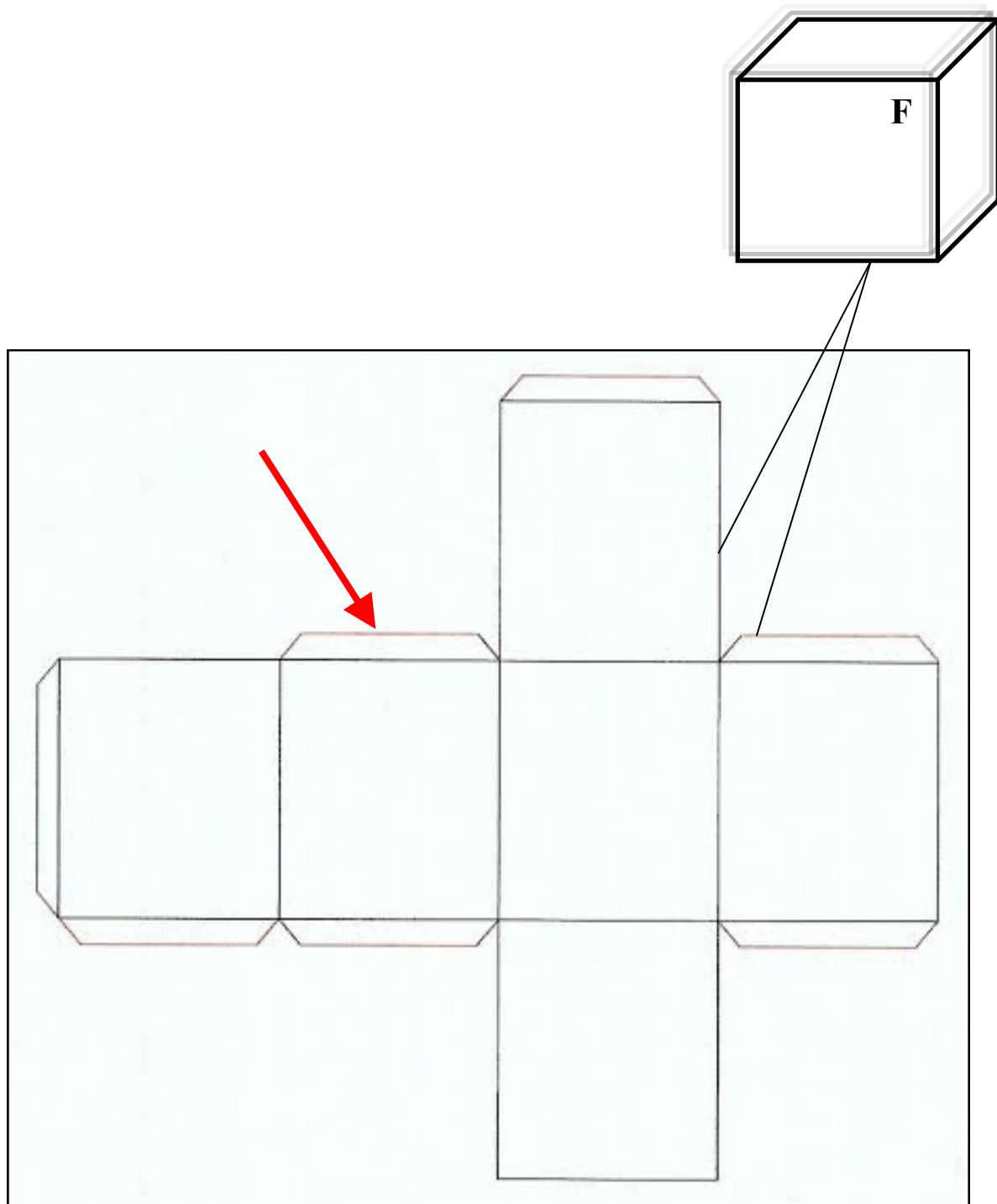
AÇÃO 8

Vamos tornar real e concreta a ilustração da **imagem 16**, construindo um cubo como modelo didático. Uma característica importante deste poliedro regular são as faces geometricamente iguais (observe uma das faces indicada com a letra **F**). Guarde essa informação, pois ela será importante ao longo das próximas **Ações**.

A célula faz parte do nosso corpo? Onde ela está?

Seguem os procedimentos para a montagem do cubo:

1. Recorte e dobre o cubo;
2. Deixe montado somente no formato, mas não cole ainda. Você será orientado posteriormente a colar as sete partes menores (indicação da seta) nas faces (F).



A célula faz parte do nosso corpo? Onde ela está?

Nosso cubo já está construído. Ou seria uma célula?

Vamos “transformar” este cubo em uma célula. Como? Seguindo as seguintes orientações.

1. Escolha uma cor e pinte a membrana plasmática. Consulte no seu Livro Didático e verifique quais são as características desta parte da célula e as represente por meio de desenho ou pela escolha materiais que possam representar essas características.
2. Depois represente o citoplasma. Consulte o seu Livro Didático e verifique quais são as características e componentes desta parte da célula. Procure materiais que possam representar essas características e componentes celulares.
3. Agora é a vez de representar o núcleo. Consulte o seu Livro Didático e siga as mesmas orientações encaminhadas para o citoplasma.
4. Existem células próximas a esse formato em nosso corpo? Se a resposta for sim, qual (quais)? Você acredita que o formato cúbico tem a ver com a função da célula? Pesquise e justifique sua resposta.

AÇÃO 9

Agora é a sua vez!

Você vai precisar do seu Livro Didático para iniciar nossa próxima pesquisa. Orientado pelo seu professor(a), procure imagens de diferentes células, procariontes e eucariontes, de seres unicelulares e pluricelulares. A partir das imagens observadas, escolha 3 tipos de células que fazem parte do seu corpo.

Imagens escolhidas? Então, prosseguimos em busca da resposta a nossa pergunta: *A célula faz parte do nosso corpo? Onde ela está?*

1. Desenhe em detalhes cada célula em uma folha.
2. Em seguida, perceba como as células estão representadas no Livro Didático: em duas (2D) ou três dimensões (3D)? Caso esteja em duas dimensões, você deverá desenhá-la em 3D.

A célula faz parte do nosso corpo? Onde ela está?

3. Na sequência, pesquise informações de cada uma das células escolhidas por você, mas neste momento a busca deverá acontecer em outros livros e/ou na internet.

- Qual a localização dessas células em seu corpo?

- Existe uma explicação para cada uma das células apresentar o formato que tem? Estabeleça relação com a função executada por elas em seu corpo.

- De acordo com o Sistema Internacional de Medidas (SI), qual a unidade usada para medir a dimensão das células?

- Como estão organizadas em relação as partes que as compõem?

4. Escolha uma das células desenhadas e crie um modelo didático em 3D. Lembre-se de utilizar materiais que possam ser reaproveitados e que representem de maneira adequada o que você pretende mostrar, ou seja, utilize materiais que possam apresentar as características da célula escolhida. Lembre-se que a célula é uma parte viva do nosso corpo e que apresenta movimentos, então pense em materiais que possibilitem a visualização desta dinamicidade.

Modelo didático em 3D pronto!

5. Observe todos os detalhes do modelo de célula que você construiu. Agora, elabore um texto em que possa descrever as características desta célula em relação as estruturas, presença ou ausência de núcleo, forma, função, com se encontra organizada em nosso corpo e outras características que estudamos ao longo das *Atividades*. Ao realizar essa descrição, procure utilizar analogias com objetos, formas, ações do seu dia a dia, e com o que mais você conseguir estabelecer relações de comparação. **Vamos começar?**

ATIVIDADE 4

AÇÃO 11

Ao longo das três *Atividades* e suas **Ações**, tomamos como ponto de partida uma analogia. Essa analogia foi retirada do Livro Didático de “*Biologia em contexto*”, onde os autores Gilberto Rodrigues Martho e José Mariano Amabis comparam a célula ao tijolo.

Neste momento, propomos a você, professor(a), o trabalho, em sala de aula, com duas outras analogias para o desenvolvimento dos conteúdos específicos: “organelas citoplasmática” e “divisão celular”. Vamos lá, Professor(a)! Agora é com você.

Lembre-se de utilizar os referências teóricos para fundamentar seu trabalho em sala de aula.

Proposta 1 – Organelas Citoplasmáticas

No século XIX, além destas três partes fundamentais das células, descobriu-se que o citoplasma contém estruturas presumivelmente equivalentes a pequenos “órgãos” celulares, por isso denominadas organelas (ou orgânulos) celulares.

AMABIS, J. L.; MARTHO, G. R. **Biologia em contexto**. 1 Ed. São Paulo: Moderna, 2013.

Três partes fundamentais da célula?

Essa informação você já tem, pois construímos juntos os conceitos de membrana plasmática, citoplasma e núcleo ao longo das *Atividades*. Neste momento, estudaremos especificamente as estruturas presentes no citoplasma das diferentes células que compõem o nosso organismo.

Vamos pensar...

A célula faz parte do nosso corpo? Onde ela está?

Proposta 2 – Divisão Celular

Em um aparente paradoxo, na “matemática” celular dividir é igual a multiplicar. Por quê?

AMABIS, J. L.; MARTHO, G. R. **Biologia em contexto**. 1 Ed. São Paulo: Moderna, 2013.

Paradoxo?

Segundo o dicionário Aurélio, essa palavra significa: *opinião contrária à comum, fato incrível, desconchavo, asneira*. Vamos pensar: para a matemática, se eu divido, diminuo a quantidade e se multiplico aumento. E na matemática da divisão celular? Em qual mecanismo podemos encontrar esse paradoxo?

Bom estudo e bom trabalho!



ATIVIDADE 1

AÇÃO 1

As estruturas que os estudantes observaram somente são possíveis de ser visualizadas com a utilização do Microscópio. Considera-se importante a visualização diretamente nas oculares para que os estudantes possam se familiarizar com esse recurso e só posteriormente exibir a imagem para o grupo ao mesmo tempo.

Cabe salientar que, para muitos, o olhar pode ainda não estar preparado para essa observação, e o papel do professor (a) é fundamental nessa etapa. Segundo Giraldi (2005, p. 3), *“olhos não “treinados” dificilmente conseguem definir células ou mesmo estruturas celulares ao observá-las ao microscópio”*.

Neste momento, será possível interagir com os estudantes e acompanhar as observações ao microscópio e as representações dessa imagem desenhadas nas folhas. É importante perceber e valorizar as possíveis analogias que poderão surgir, para uma elaboração coletiva de conceitos, estabelecendo relações entre os saberes apresentados e o conhecimento científico.

As imagens do problema inicial podem ser trazidas para discussão, relacionando-as com as observações realizadas ao Microscópio.

AÇÃO 2

As questões apresentadas nessa **Ação** têm como principal objetivo verificar os conhecimentos prévios dos estudantes a partir da observação da imagem, da percepção e das noções do conceito de célula.

O levantamento dos conhecimentos prévios apresentados pelos estudantes, não são necessariamente conceitos, mas podem ser ideias, modelos, proposições, representações que servem de “âncora” para novos conhecimentos. Segundo Moreira (2011, p. 89), *“o núcleo da aprendizagem significativa é a interação cognitiva entre os novos conhecimentos e os conhecimentos prévios”*.



A intenção, neste momento, é que os estudantes estabeleçam relações entre as células e um muro feito de tijolos, uma analogia muito utilizada nos Livros Didáticos de Biologia, que apresentem outras analogias possíveis. Se essa comparação não for mencionada, o professor (a) pode encaminhar a discussão.

Nas questões apresentadas, espera-se que os estudantes estabeleçam comparações, analogias dos conhecimentos que ele já apresenta em sua estrutura cognitiva com os conhecimentos novos a serem apresentados em relação à célula no que se refere ao tamanho, dimensões, organização, coloração e demais questionamentos que possam ser trazidos pelo grupo.

Além das discussões já propostas, outras questões poderão ser apresentadas por você professor (a), seguem algumas sugestões:

1. Em relação à junção das células, como acontece? No muro, os tijolos estão unidos pela massa, contendo, geralmente, cimento, areia e cal. E nas células, como isso acontece?
2. O que faz com que elas permaneçam juntas? Por que isso é importante?
3. Essa junção entre as células é necessária para a formação de tecidos? O tecido epitelial representa bem esta característica, mas no tecido sanguíneo, as células não necessariamente estão juntas como nos demais tecidos, será mesmo que ele se constitui em um tecido?

Observe a imagem microscópica do esfregaço sanguíneo humano, apresentada a seguir, e promova questionamentos em relação a tecidos que não necessariamente precisam estar com suas células unidas para formar um tecido.

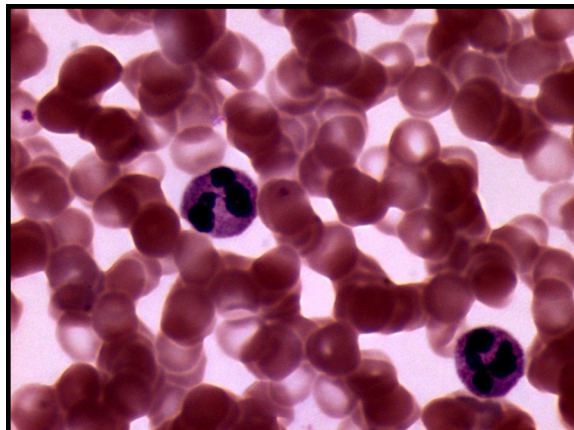


Imagem 17



4. Que semelhança há entre a organização das células em um tecido, como as da raiz da cebola, e a dos tijolos em uma parede?
5. É possível comparar analogicamente a célula ao tijolo e as células unidas com a parede de tijolos? Sob qual aspecto? Estrutural ou funcional?
6. Para as funções necessárias à sobrevivência dos organismos vivos há necessidade das células se organizarem como em uma parede de tijolos? E como ficam os organismos unicelulares?

AÇÃO 3

As imagens que iniciam esta **Ação 3** não apresentam legenda propositalmente. Neste momento, com a sua mediação, os estudantes poderão elaborar a definição de célula a partir dos seus conhecimentos prévios e posteriormente estabelecerem relações com a analogia apresentada na problematização inicial.

Segundo Pedroso, Amorin e Terrazzan (2007, p. 1) as analogias são definidas como “*comparações/semelhanças existentes entre análogo e alvo que possibilitam conhecer e compreender o alvo*”, sendo o análogo o domínio conhecido, familiar ao aluno e o alvo, o domínio pouco familiar. O **alvo**, nesse caso, é o conceito de célula, domínio pouco familiar, e o **análogo** é o tijolo, domínio conhecido, familiar ao aluno.

A **Ação 3** propicia a elaboração do conceito e o desenho da célula construídas a partir do que os estudantes já conhecem. É fundamental que nas definições construídas pelos estudantes perceba-se o entendimento de que a célula é a unidade da vida.

Possivelmente, nas construções dos estudantes, a definição de célula não constará terminologias elaboradas sendo necessário estabelecer as relações entre as definições apresentadas e as definições historicamente construídas.

Em relação ao desenho podem ser exploradas questões como: as partes da célula, formas, funções, localização e uni e pluricelulares, tecidos, união das células entre outras que podem ser acrescentadas por você professor(a).



E falando em união de células, a Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), divulgou em sua revista eletrônica, em janeiro de 2012, o artigo “*A arquitetura dos tecidos: conexões com vizinhos ajudam a definir a função das células no organismo*”. O artigo pode ser utilizado para seu aprofundamento teórico ou com os estudantes em sala de aula.

O artigo encontra-se disponível em: < <http://revistapesquisa.fapesp.br/2012/01/17/a-arquitetura-dos-tecidos/>>. Acesso em: 03 dez. 2014.

AÇÃO 4

A apresentação de diferentes definições, materiais didáticos (*blog*, dicionário, livro didático, paradidático e de divulgação científica) e momentos históricos tem como objetivo mostrar ao estudante que o conhecimento se constrói ao longo do tempo, que apresenta provisoriedade e intencionalidade. Nessa perspectiva a aprendizagem torna-se significativa e não mecânica.

[...] “*A aprendizagem significativa implica interação entre conhecimentos prévios e novos conhecimentos, em um processo no qual estes passam ter significados psicológicos, e os primeiros podem adquirir novos significados*” [...] (MOREIRA, 2011, p. 65). Assim, as **Ações 3 e 4** possibilitam a interação entre os conhecimentos prévios e os novos conhecimentos do conceito de célula, objetivando, ao longo deste processo de interação, a aquisição de novos significados para o estudante.

Na **Ação 3**, os estudantes construíram seu próprio conceito de célula. Nessa construção, estão implícitas concepções sob a influência do momento histórico atual, ou seja, as relações tecnológicas, científicas, culturais, econômicas, sociais, religiosas, etc. É importante discutir que o momento histórico influencia na construção do conhecimento científico.

Já na **Ação 4**, algumas definições foram apresentadas para que comparassem com o conceito de célula que elaboraram, estabelecendo, assim, relações entre o conhecimento prévio que possuem e o conhecimento científico.



Mas quais são os conhecimentos sobre células a que os estudantes têm acesso? O que está posto na mídia e nas redes sociais?

Seguem algumas sugestões para leitura e aprofundamento.

- **Células Tronco: muita esperança, pouco progresso.**

Disponível em: <<http://www.gazetadopovo.com.br/mundo/new-york-times/conteudo.phtml?id=1502445&ch=>>. Acesso em: 01 dez. 2014.

- **Pensando fora da célula.**

Disponível em: <<http://cienciahoje.uol.com.br/noticias/2014/09/pensando-fora-da-celula>>. Acesso em: 01 dez. 2014.

- **Nascimento do primeiro bebê de proveta brasileiro completa 30 anos.**

Disponível em: <<http://g1.globo.com/jornal-nacional/videos/t/edicoes/v/nascimento-do-primeiro-bebe-de-proveta-brasileiro-completa-30-anos/3681245/>>. Acesso em: 01 dez. 2014.

- **Se cuida, Homem-Aranha.**

Disponível em: <<http://chc.cienciahoje.uol.com.br/se-cuida-homem-aranha/>>. Acesso em: 01 dez. 2014.

ATIVIDADE 2

AÇÃO 5

Esta atividade tem como objetivo possibilitar aos estudantes estabelecer relações de comparação entre as imagens observadas até o presente momento (*sendo as imagens dos diferentes organismos formados por células, as observadas ao microscópio, as que apresentam analogias entre tijolo e a junção dos mesmos*) e a imagem da cortiça observada por Robert Hooke.



Robert Hooke, ao observar a cortiça no microscópio em 1663, registrou algumas de suas conclusões no livro *Micrografia*, sendo uma delas: “a leveza da cortiça, assim como o favo vazio, uma esponja, uma pedra pome ou outro semelhante, deve-se a uma quantidade muito pequena de corpo sólido, estendido numa dimensão extraordinariamente grande” (PRESTES, 1997, p. 22).



Imagem 18



Imagem 19



Imagem 20

Segundo Ferraz (2006), ao longo da história da Ciência, mais especificamente na História da Biologia, no processo de construção das teorias ou dos conceitos, em vários momentos, os cientistas utilizaram-se de metáforas e analogias para explicar suas descobertas.



Exemplificando alguns desses episódios históricos, James Watson (1928-) e Francis Crick (1916–2004), Maurice Wilkins (1916–2004) e outros pesquisadores contribuíram para a construção do modelo tridimensional da molécula de DNA, estabelecendo uma relação analógica com uma escada de corda, enrolada de cima para baixo, formando uma dupla hélice. Outro exemplo, a metáfora da árvore da vida utilizada por Charles Darwin (1809–1919), como forma de representar as relações de parentesco entre organismos presentes e os existentes em épocas passadas, caracterizando ancestralidade comum.

A partir das imagens exibidas e da descrição de Robert Hooke, uma proposta interessante e desafiadora seria a reelaboração das analogias utilizadas, só que agora, escrita pelos estudantes com suas próprias palavras.

AÇÃO 6

Nesta **Ação 6**, o seu trabalho deve estar voltado para a orientação da pesquisa a partir do “*Roteiro Histórico*”, e da elaboração de uma história em quadinhos (HQ) na qual deverá constar as respostas das perguntas constantes no roteiro. Para a realização e criação da HQ, é importante considerar questões como:

1. A elaboração de um roteiro;
2. A utilização de linguagem coloquial e informal, possibilitando a criação de diálogos divertidos;
3. A definição da diagramação, ou seja, distribuir os diálogos bem como os desenhos em quadros, além, das quantidades e disposição de quadros por página;
4. A utilização de desenhos simples;
5. A definição, em um primeiro momento, dos textos nos balões e só depois o desenho dos personagens, pois estes ocupam muito espaço;
6. A utilização de letras maiúsculas;
7. A finalização da HQ, pensar em um desfecho interessante que surpreenda o leitor, bem como a criação de um título.



Segundo Pizarro (2005), citado por Palhares (2009) em seu artigo *História em quadrinhos: Uma ferramenta pedagógica para o ensino de História*, “quando os quadrinhos são utilizados de maneira adequada, possibilitam uma reflexão crítica que se constrói pela mediação do professor, devendo ir além da leitura ou preenchimento dos balões em branco”.

Sugestões para pesquisa:

- **A nova face de Robert Hooke.**

Disponível em: <<http://cienciahoje.uol.com.br/noticias/historia-da-ciencia-e-epistemologia/a-nova-face-de-robert-hooke>>. Acesso em: 21 nov. 2014.

- **O mundo invisível Robert Hooke e Louis Pasteur.**

Disponível em: <<http://globoTV.globo.com/rede-globo/globo-ciencia/v/o-mundo-invisivel-robert-hooke-e-louis-pasteur-integra/1709085/>>.

Acesso em: 21 nov. 2014.

- **Quem tramou Robert Hooke.**

Disponível em: <<http://www.scielo.oces.mctes.pt/pdf/ctm/v20n3-4/v20n3-4a07.pdf>>. Acesso em: 21 nov. 2014.

ATIVIDADE 3

AÇÃO 7

Professor, nessa **Ação** os estudantes irão observar as ilustrações com algumas representações de diferentes células. Neste momento do processo, é necessária a sua interferência e mediação, orientando a observação e sistematização das ideias para as seguintes questões:

- a presença e ausência do núcleo (células procariontes e eucariontes), bem como sua importância no funcionamento celular e do organismo;
- as estruturas fundamentais da célula observadas em cada uma das três ilustrações;
- a presença e ausência de organelas nas células vegetais e animais, que não estão identificadas propositalmente;



- a observação das dimensões (bi e tridimensionalidade) das células e como essas dimensões estão presentes na formação dos organismos. Qual é a relação dessa dimensão com a imagem observada ao microscópio? Estas questões já vem sendo desenvolvidas sutilmente desde a **Ação 2**.

Para instrumentalização da **Ação 8**, além das discussões já realizadas em sala, sugerimos a realização de atividades que permitam aprimoramento da compreensão dos estudantes em relação as dimensões. A primeira pode ser a exibição de vídeos didáticos conforme sugestão a seguir.

- **O Que é uma Dimensão? Em 3D... e 2D... e 1D Minuto da física.**

Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=xo2W9_f2zEA>.

Acesso em: 01 dez. 2014.

- **Isto é Matemática, A Quarta Dimensão.**

Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=4TnMMdT3VGw>>. Acesso em: 01 dez. 2014.

A segunda sugestão pode ser para que cada estudante escolha um objeto e depois fotografe-o em perspectiva de maneira a contemplar as 3D. Posteriormente, eles devem explicar para os colegas como as dimensões estão visíveis na imagem. Essa atividade visa possibilitar a observação dos objetos que os cercam e a perceber que muitos destes apresentam 3D, assim como as células, estruturas formadoras do nosso corpo, nosso foco das próximas **Ações**.

Vamos lá, professor (a)! Você pode pensar em uma terceira sugestão!

AÇÃO 8

A **Ação 8** traz para a discussão em sala de aula a construção de modelos didáticos, a possibilidade dos estudantes estabelecerem relações analógicas estruturais entre o cubo e a célula presente no organismo humano e a relação existente entre a forma da célula e sua função.



O ensino de Biologia necessita do uso de modelos didáticos, principalmente em se tratando do estudo da célula, que compreende conteúdos, em sua maioria com estruturas microscópica e mecanismos “escondidos”, de difícil visualização e equipamentos específicos para observação.

Bastos e Faria (2011) acreditam que a utilização dos modelos didáticos é uma forma lúdica de aprendizagem que aproxima os estudantes dos conceitos científicos de forma prazerosa e significativa e citam outros autores em seu trabalho, como:

- Teixeira (2010), que explicita: “*o estudo da Biologia da célula se torna uma temática complexa, uma vez que poucos recursos podem ser utilizados em sala de aula para promover a interação do aluno*”; e
- Amaral (2010), complementa que o “*manuseio do modelo de uma célula tridimensional pelos estudantes proporciona grande interesse e curiosidade*”.

Para a complementação do trabalho com os modelos didáticos, podem ser utilizados os recursos didáticos de simulação por computadores. A sugestão do simulador objetiva, nesta **Ação** especificamente, a visualização da célula animal e suas organelas em 3D e a observação destas ao microscópio em 2D. Segue o endereço do *Simulador* sugerido.

- **Simulador de Célula Animal.**

O simulador está indicado como recurso tecnológico na aula “*Pesquisando a organização celular: O que é que a célula tem?*” Disponível no Portal do Professor do MEC. Disponível em: <http://objetoseducacionais2.mec.gov.br/bitstream/handle/mec/7625/organelas_celula_animal.swf?sequence=1>. Acesso em: 02 dez. 2014.



AÇÃO 9

Ao final dessa penúltima **Ação**, possivelmente os estudantes já podem responder as indagações do “*Problematizando*”, apresentadas no início deste material didático.

Além de já apresentarem uma possível resposta à nossa pergunta, *A célula faz parte do nosso corpo? Onde ela está?*, os estudantes foram convidados a criar suas próprias analogias. Cabe ressaltar a importância de socializar as construções entre os estudantes e analisar os limites das analogias, realizando as intervenções necessárias.

Segundo Duarte (2005) as analogias construídas pelos estudantes tornam as situações mais interessantes e relevantes por apresentarem problemas que advêm dos seus conhecimentos prévios; os estudantes identificam, confrontam e trabalham seus conhecimentos com a mínima intervenção do professor. Contudo, o professor precisa estar atento a limitações do uso das analogias, à dificuldade em selecionar uma fonte análoga e a uma insuficiente compreensão do domínio desconhecido. A autora complementa que “*deste modo, impõe-se a exploração didática da analogia em interação didática com o professor*”(DUARTE, 2005, p. 20).

Além das contribuições já explicitadas no momento em que os estudantes podem construir suas próprias analogias, Pedroso, Amorin e Terrazzan (2007) consideram importante apresentações analógicas incidirem sobre análogos concretos (materiais conhecidos pelos estudantes) e alvos abstratos (conceitos relacionados à célula).

Outro ponto importante associado ao uso das analogias é a modelagem didática. Cabe a você professor(a) lembrar os estudantes que a célula viva não é estática. Portanto na questão 4 da **Ação 9** sugerimos o uso de materiais que representem os movimentos de uma estrutura viva, como por exemplo o uso de bolsas térmicas contendo água ou gel, entre outros.



AÇÃO 10

Esta última **Ação** tem como objetivo verificar se as informações presentes na reportagem são compreendidas pelos estudantes a partir das *Atividades* desenvolvidas ao longo do material didático. Espera-se que o estudante execute, em seu cotidiano, ações práticas e novas atitudes que expressem os conteúdos adquiridos em sala de aula.

O texto solicitado ao final desta **Ação** deve ser considerado um instrumento avaliativo, pois permite verificar o processo de construção do conhecimento em relação ao conceito de célula, a partir do problema inicial.

Segundo Gasparin (2009),

[...] ao final do processo de aprendizagem, a avaliação do rendimento escolar apontará o quanto os alunos se aproximaram do conceito científico proposto, conforme seu nível de desenvolvimento e as condições do trabalho docente.

O processo de partir do que os alunos já conhecem para chegar à aprendizagem e domínio dos conceitos ou conteúdos científicos previstos é um longo caminho, com muitas etapas, com avanços, recuos, retomadas. Entre os dois extremos desenvolve-se toda a ação docente e dos alunos. O mestre é o guia que, agindo, por sua mediação, sobre as mentes e as práticas dos aprendentes, torna-se a ponte na travessia entre o conhecimento espontâneo e o científico-cultural (GASPARIN, 2009, p. 16).

Ao final desta **Ação**, cabe ressaltar que a avaliação da construção dos conceitos científicos a respeito da célula pode ser proposta de outras maneiras, utilizando diferentes instrumentos avaliativos, neste caso o instrumento utilizado foi o texto, o qual deveria estabelecer relações entre o tema abordado na reportagem e a pergunta “*A célula faz parte do nosso corpo? Onde ela está?*”

Professor(a), qual a sua proposta de avaliação?

Referências

- ALMEIDA, A. V.; MAGALHÃES, F. O. Robert Hooke e o problema da geração espontânea no século XVII. **Scientiae Studia**, v. 8, n. 3, p. 367-388, 2010. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ss/v8n3/v8n3a04.pdf>>. Acesso em: 14 nov. 2014.
- AMABIS, J. M. MARTHO, G. R. **Biologia em contexto**. 1 Ed. São Paulo: Moderna, 2013.
- ANTUNES JUNIOR, A.; ANTUNES, J. **Compêndio de história natural**. Volume 2. Companhia Editora Nacional, 1960.
- BASTOS, K. M. de B.; FARIA, J. C. N. de M. Aplicação de modelos didáticos para abordagem da célula animal e vegetal, um estudo de caso. **Enciclopédia Biosfera**. Centro científico. Goiânia, vol . 7, N. 13; 2011. Págs. 1867 a 1877. Disponível em: <<http://www.conhecer.org.br/enciclop/2011b/multidisciplinar/aplicacao%20de%20modelos.pdf>>. Acesso em: 14 nov. 2014.
- BURNIE, D. **Dicionário temático de biologia**. Scipione, 1997.
- DUARTE, M. C. Analogias na educação em ciências, contributos e desafios. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 10, n. 1, p. 7-29, 2005. Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/ienci/artigos/Artigo_ID121/v10_n1_a2005.pdf>. Acesso em: 14 nov. 2014.
- DE ALMEIDA, A. V.; DE OLIVEIRA MAGALHÃES, F. Robert Hooke e o problema da geração espontânea no século XVII. **Scientiae Studia**, v. 8, n. 3, p. 367-388, 2010.
- EL-HANI, Charbel Niño; MEYER, Diogo. A evolução da teoria darwiniana. **ComCiência**, n. 107, p. 0-0, 2009. Disponível em: <http://comciencia.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1519-76542009000300011&lng=en&nrm=iso&tlng=em>. Acesso em: 16 dez. 2014.
- FERRAZ, D. F. **O uso de analogias como recurso didático por professores de biologia no ensino médio**. Cascavel: Edunioeste, 2006.
- FERREIRA, F. A. G. **O melhor da Biologia. Introdução a Citologia**. Minas Gerais, 25 de fev, 2014. Disponível em: <<http://omelhordabiologia.blogspot.com.br/search/label/Biologia%201%C2%BA%20ano>>. Acesso em: 20 out. 2014.
- GASPARIN, J. L.. **A construção dos conceitos científicos em sala de aula**. Publicação eletrônica (2009). Disponível em: <<http://ead.bauru.sp.gov.br/efront/www/content/lessons/41/A%20constru%C3%A7%C3%A3o%20dos%20conceitos%20cient%C3%ADficos%20em%20sala%20de%20aula.pdf>>. Acesso em: 11 dez. 2014.
- GIRALDI, P. M.. **Linguagem em textos didáticos de citologia: investigando o uso de analogias**. 2005. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências da Educação. Programa de Pós-graduação em Educação Científica e Tecnológica. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/102533/225441.pdf?sequence=1>>. Acesso em: 14 nov. 2014.
- KUMPINSKI, I.; KÉPES, A. **Nova biologia**. Porto Alegre: Sulina, 1977.
- LOPES, S. ROSSO, S. **Bio**. 2 Ed. São Paulo: Saraiva, 2013.

Referências

PALHARES, Marjory Cristiane. História em Quadrinhos: Uma Ferramenta Pedagógica para o Ensino de História. 2010. Disponível em: <<http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/pde/arquivos/2262-8.pdf>>. Acesso em: 12 dez. 2104.

MILLÉO, A. O que revela o hemograma. **Jornal Gazeta do Povo**. Curitiba, 20 fev. 2014. Disponível em: <<http://www.gazetadopovo.com.br/viverbem/saude-bem-estar/conteudo.phtml?id=1448373&tit=O-que-revela-o-hemograma>>. Acesso em: 14. nov. 2014.

MOREIRA, M. A. Aprendizagem significativa: a teoria e textos complementares. São Paulo: **Editora Livraria da Física**, 2011

PARANÁ. **Diretrizes Curriculares da Educação Básica** (2008). Disponível em: ,http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/diretrizes/dce_bio.pdf.> Acesso em: 28 de jul. 2014.

PEDROSO, C. V.; AMORIM, M. A. L.; TERRAZZAN, E. A. Uso de analogias em livros didáticos de Biologia: um estudo comparativo. **ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE PESQUISADORES EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIA**. VI Encontro Nacional de Pesquisadores em Educação em Ciência. Anais: Florianópolis, 2007. Disponível em: <<http://www.nutes.uftj.br/abrapec/vienpec/CR2/p1029.pdf>>. Acesso em: 14 nov. 2014.

PRESTES, M. E. B. **Teoria celular**: de Hooke a Schwann. Ed. Scipione, 1997.

SCHWANN, T.; SCHLEIDEN, M. J. **Microscopical researches into the accordance in the structure and growth of animals and plants**. London: Printed for the Sydenham Society, 1847. Disponível em: <<https://archive.org/details/microscopicalre01schwgoog>>. Acesso em: 14. Nov. 2014.

SCIENTIFIC AMERICAN. **A célula viva**. São Paulo: Polígono, 1969.