

# Descobrimos a célula

## CONCEITOS A EXPLORAR

### Química

Aminoácidos. Síntese de proteínas.

Reações químicas que consomem e produzem energia: gráfico de energia de ativação e velocidade de reações.

Fotossíntese.

Catálise.

Oxirredução.

Osmose: membranas semipermeáveis.

Efeitos coligativos.

Água: estrutura, polaridade e formação de pontes de hidrogênio.

### Biologia

Célula: divisão celular; estrutura e função das diversas partes da célula; diferenciação celular; histórico da descoberta da célula.

Desenvolvimento embrionário.

## COMPETÊNCIAS A DESENVOLVER

### Química

Articular o conhecimento científico e tecnológico numa perspectiva interdisciplinar para compreender fenômenos naturais.

Identificar fontes de informação e formas de obter informações relevantes para o conhecimento de Química.

Selecionar e utilizar idéias e procedimentos científicos (leis, teorias, modelos) para a resolução de problemas qualitativos e quantitativos em Química, identificando e acompanhando as variáveis relevantes.

Utilizar as tecnologias básicas de redação e informação, como computadores.

Utilizar instrumentos de medição e de cálculo.

Fazer uso dos conhecimentos de química para explicar o mundo natural e para planejar, executar e avaliar intervenções práticas.

### Biologia

Desenvolver a capacidade de comunicação.

Desenvolver a capacidade de questionar processos naturais e tecnológicos, identificando regularidades, apresentando interpretações e prevendo evoluções.

Desenvolver o raciocínio e a capacidade de aprender.

Articular o conhecimento científico em uma perspectiva interdisciplinar. Fazer uso da Física, da Química e da Biologia para explicar o mundo natural.

Reconhecer o sentido histórico da ciência e da tecnologia.



Compreender as ciências como construções humanas, entendendo como elas se desenvolveram por acumulação, continuidade ou ruptura de paradigmas.

Descrever processos e características do ambiente ou de seres vivos, observados em microscópio ou a olho nu.

Perceber e utilizar os códigos intrínsecos da Biologia.

Conhecer diferentes formas de obter informações (observação, experimento, leitura de texto e imagem, entrevista), selecionando aquelas pertinentes ao tema biológico em estudo.

Expressar dúvidas, idéias e conclusões acerca dos fenômenos biológicos.

Relacionar fenômenos, fatos, processos e idéias em Biologia, elaborando conceitos, identificando regularidades e diferenças e construindo generalizações.

Relacionar os diversos conteúdos conceituais de Biologia (lógica interna) na compreensão de fenômenos.

Estabelecer relações entre as partes e o todo em um fenômeno ou processo biológico.

Reconhecer a Biologia como um fazer humano e, portanto, histórico, fruto da conjunção de fatores sociais, políticos, econômicos, culturais, religiosos e tecnológicos.

Identificar as relações entre o conhecimento científico e o desenvolvimento tecnológico, considerando a preservação da vida, as condições de vida e as concepções de desenvolvimento sustentável.

## INTERFACE COM OUTRAS DISCIPLINAS

### Filosofia

Conceito de teoria; construção do conhecimento científico; natureza da ciência.

### Física

Estudo de lentes; radiação eletromagnética; luz visível e invisível.

Óptica e microscopia.

Pressão osmótica.

### História

Recursos tecnológicos disponíveis na época da invenção do microscópio; benefícios trazidos para o ser humano pelo invento.

### Matemática

Geometria; dimensões da célula; volume; quantidade de células nos mais variados indivíduos; Sistema Internacional de Medidas.

# SUGESTÕES PARA EXPLORAR O VÍDEO

## Química

José Carlos de Azambuja Bianchi

O vídeo pode servir de ponto de partida para uma aula de **oxirredução**. Para prepará-la, converse com o professor de Biologia a respeito das reações químicas que acontecem nas mitocôndrias,

onde a célula obtém grande parte da energia para realizar as funções básicas dos seres vivos. Nesse processo, ocorrem reações de oxirredução.

### Experiência

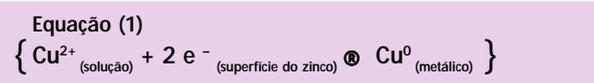
Faça com a classe uma experiência simples.



- O sulfato de cobre II é solúvel em água. Portanto, existem em solução íons  $\text{Cu}^{2+}$  e  $\text{SO}_4^{2-}$  e a placa de zinco está imersa nessa solução.
- Em poucos minutos, a coloração azul da solução vai diminuindo e a placa de zinco começa a ser recoberta por uma fina camada de cobre metálico (vermelho).

### A interpretação

Chame a atenção da classe: ao entrar em contato com o zinco metálico, os íons  $\text{Cu}^{2+}$  da solução sofrem redução, isto é, recebem elétrons. Esse processo pode ser assim escrito:

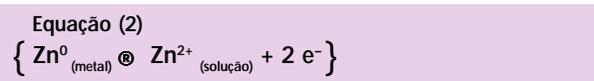


O processo equacionado em (1) é uma redução. Mostre como o número de oxidação do íon é reduzido a zero.

Portanto, redução é um processo no qual um átomo, molécula ou íon captura um elétron (ou elétrons) e a partícula é o agente oxidante.

#### Continuando a observar a experiência:

O átomo de zinco da placa, que perdeu dois elétrons, abandona a placa sólida, indo fazer parte da solução. Esse processo é assim equacionado:



### Produção de energia

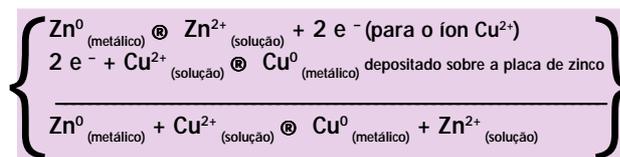
A reação que ocorre nesse exemplo pode ser usada para produzir energia: a energia armazenada nas espécies químicas é transformada em energia elétrica.

O par Zn e Cu é o precursor das pilhas atuais: em

A equação (2) mostra um processo de oxidação ou perda de elétrons por meio de um átomo, íon ou molécula. Observe como nesse processo há aumento do número de oxidação e a partícula que perde o elétron é o agente redutor.

As equações (1) e (2) são chamadas de semi-reações: aquela em que a espécie ganha elétrons é a **redução**; e aquela em que a espécie perde elétrons é a **oxidação**.

Uma vez que os dois processos são simultâneos, recebem o nome de oxirredução, tendo como equação global:



Chame a atenção também para o fato de a quantidade de elétrons cedidos ser igual à quantidade de elétrons recebidos, o que viabiliza acertar os coeficientes da equação global.

O ânion  $\text{SO}_4^{2-}$  não aparece na equação, pois não participa do processo de oxirredução.

um processo espontâneo, a reação transforma energia química em energia elétrica.

Já que falamos de energia, vale a pena lembrar os **processos enzimáticos**, tão comuns nas células.

A uma certa temperatura, as moléculas de uma



mesma substância não têm a mesma quantidade de energia. Apenas as moléculas com mais energia conseguem reagir, atravessando o que se chama de barreira de energia.

Para que mais moléculas possam reagir, aumentando o rendimento de uma reação, duas medidas poderiam ser tomadas:

1. Aumentar a energia das moléculas, para que uma fração maior delas fique habilitada a reagir,

aumentando o rendimento da reação.

2. Diminuir a barreira energética, de modo que a maioria das moléculas possa reagir.

A primeira possibilidade é inviável em seres vivos, que vivem em temperatura ambiente. Assim, a **catálise** é uma fantástica alternativa para os seres vivos, uma vez que esse processo é desenvolvido por enzimas, que favorecem a velocidade das reações em temperatura ambiente.

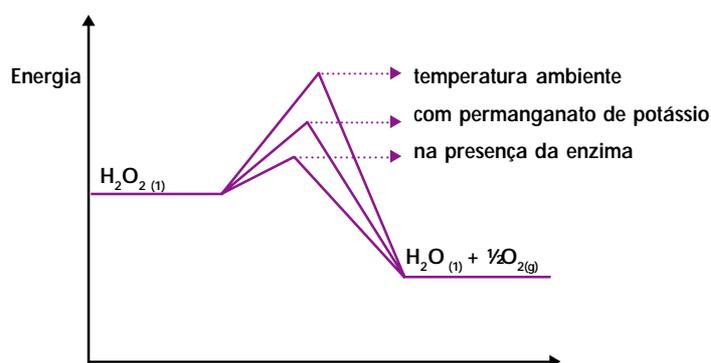
## Experiência

O professor pode mostrar aos alunos a velocidade de decomposição da água oxigenada de 10 volumes.

1. Coloque um pequeno volume de água oxigenada e aqueça suavemente. Observe a formação de bolhas no interior do líquido.
2. Coloque o mesmo volume de água oxigenada e adicione permanganato de potássio (sal vendido nas

farmácias em envelopes de 1 grama). Adicione um quinto do permanganato de potássio e observe a formação de bolhas.

3. Coloque o mesmo volume de água oxigenada em um copo. Adicione um minúsculo pedaço de carne fresca (a carne contém a enzima catalase) e observe a formação de bolhas.



## Química

**Claudia Amoroso Bortolato Elias**

Antes de exibir o vídeo, levante a seguinte questão:

- Por que a água é líquida à temperatura ambiente, enquanto o gás carbônico, que tem uma molécula mais pesada que ela, não é?

Compare informações a respeito do ponto de ebulição dos diferentes hidretos dos elementos da família do oxigênio; mostre como a água apresenta o maior de todos, embora ela seja a menor molécula.

Depois de alguns ensaios, compare a estrutura da molécula de água (angular) com a estrutura da molécula do gás carbônico (linear), mostrando a grande diferença de eletronegatividade entre os átomos de hidrogênio e os de oxigênio. Isso torna a molécula muito mais polar que os demais hidretos

apresentados ou que o gás carbônico, cuja estrutura é apolar.

Interações intermoleculares por formação de pontes de hidrogênio, interações fortes, eletrostáticas, explicam o comportamento físico-químico das moléculas de água.

Proponha outras questões:

- Que tipo de substâncias a água deve dissolver?
- Com quais tipos de líquido ela deve ser miscível?

Isso permitirá discutir:

- a presença de eletrólitos corporais;
- a concentração de íons no interior e no exterior da célula;
- a membrana como reguladora da entrada e da saída de substâncias na célula.

## Experiências

Após a exibição do vídeo, realize com a turma um experimento de absorção e perda de água por osmose com ovos de codorna descalcificados (protegidos apenas pela membrana) e cubos de beterraba ou de cenoura.

### Ovos de codorna

#### Material

- copos
- 2 ovos de codorna
- vinagre (solução 4% de ácido acético)
- água de bateria
- solução saturada de sal (água de bateria + sal de cozinha)

#### Procedimento

1. Mergulhe os ovos de codorna em vinagre por 24 horas.
2. Depois de dissolvida a casca (carbonato de cálcio:  $\text{CaCO}_3$ ), coloque um ovo protegido apenas pela membrana na solução salina e outro na água de bateria.
3. Após algum tempo (cerca de 2 horas), os alunos observarão como o ovo na solução salina diminuiu de tamanho por perda de água; e o ovo mergulhado na água de bateria aumentou de tamanho, devido à entrada de líquido.

### Cubos de beterraba

#### Material

- tubos de ensaio ou copos
- cubos de beterraba crua de cerca de  $1 \text{ cm}^3$
- água de bateria
- solução saturada de sal (água de bateria + sal de cozinha)

#### Procedimento

1. Mergulhe um cubo de beterraba em solução salina e outro em água de bateria.
2. Após cerca de 1 hora já se pode observar o resultado: o cubo que estava na solução salina está mais compacto. O que estava na água de bateria ficou inchado.

Discuta com os alunos o resultado dos experimentos. Aproveite para falar de rotina e método nos ex-

perimentos, bem como da necessidade de repeti-los, para que os conhecimentos científicos avancem.

# Biologia

José Mariano Amabis

### Correção

Existe um erro conceitual no vídeo. Onde se diz que “os corpos basais são responsáveis pela formação do núcleo”, o correto seria: “os corpos basais são responsáveis pela formação dos cílios e flagelos. O núcleo sempre se forma a partir de outro núcleo pré-existente”.

Esse vídeo pode ser apresentado no início de um curso de Citologia, com o objetivo de criar uma visão integrada do objeto a ser estudado: a célula.

As entrevistas com pesquisadores são um ponto motivador do vídeo, uma vez que relatam com entusiasmo os desafios da pesquisa científica, o prazer do pesquisador em seu trabalho diário e a importância de conhecer a estrutura e o funcionamento da célula para uma compreensão mais aprofundada do que seja vida.

O vídeo coloca a célula como uma realidade da natureza, e não como uma abstração a ser aprendida para cumprir o currículo escolar.

## 1 Aspectos históricos e filosóficos da ciência

Explore o início da fita desenvolvendo a visão histórica da ‘descoberta da célula’, aproveitando a oportunidade para abordar o tema da natureza da ciência e da construção do conhecimento científico.

Uma pergunta que pode ser colocada para debate é:

*Robert Hooke realmente descobriu a célula? O que ele descreveu como ‘célula’ é igual ao que identificamos hoje com esse termo?*

A resposta é: não. Hooke usou o termo ‘célula’, que significa ‘pequeno compartimento’, para designar as cavidades microscópicas da cortiça. A cortiça é um material de revestimento produzido no tronco de certas árvores, como o sobreiro (*Quercus suber*), usado para fabricar rolhas e outros utensílios. O interior de suas células é oco.

No entanto, mesmo após observar células vivas e

constatar que suas cavidades, ao contrário das ‘células’ da cortiça, estavam repletas de líquido, Hooke não pôde compreender o significado do que estava vendo.

**Ressalte para os alunos que as observações da natureza se tornam relevantes quando tentamos explicá-las, ou usá-las para compreender fatos conhecidos. Ou seja: uma observação é importante, sob o ponto de vista da ciência, quanto feita à luz de uma teoria, de uma visão de mundo (aqui, o termo ‘teoria’ é usado no sentido de uma idéia ampla que tenta explicar um conjunto de fatos).**

Hooke não poderia ter ido além. Em sua época, a Biologia não existia como ciência, pois não estava

definido seu objeto de estudo – a vida.

Os naturalistas, como eram chamados os investigadores da natureza na época, não tinham ainda um conceito de vida. Tanto assim que dividiam as coisas da natureza em três reinos: mineral, vegetal e animal. Para a ciência da época, um mineral era tão diferente de um animal quanto este de uma planta.

A separação entre o mundo vivo e o não-vivo e, portanto, o surgimento da Biologia como ciência, só veio a acontecer no limiar dos séculos 18 e 19. O estímulo aos estudos citológicos foi imediato, pois a essência da vida deveria estar na intimidade da matéria dos seres vivos, no que fosse comum a animais e plantas.

**As pesquisas do século 19 levaram à elaboração da teoria celular que, juntamente com a teoria da evolução, constitui o alicerce sobre o qual se apóia a Biologia atual.**

Assim, o principal motivo de a Citologia não ter progredido nos dois séculos posteriores ao achado de Hooke não foi a má qualidade dos microscópios, mas a falta de uma teoria que desse sentido às observações dos cientistas.

Ao contrário do que aparece no vídeo, Leeuwenhoek não melhorou o microscópio de Hooke. O microscópio usado por ele era simples, construído com uma só lente. No entanto, seu instrumento permitia visualizar imagens melhores do que as de seu antecessor por já ter sido superada

a questão da interferência da aberração cromática. Esse problema, que só foi corrigido no século 19, dificultava a observação, pois a imagem aparecia com um halo colorido ao redor – resultante da decomposição da luz branca em seus diversos comprimentos de onda, como acontece no fenômeno do arco-íris.

A elaboração dos fundamentos da teoria celular, ou seja, do conceito de que todos os seres vivos são formados por células, desencadeou um enorme interesse pelo estudo da célula a partir de meados do século 19.

**Discuta com os alunos o significado de uma teoria científica, deixando claro que uma teoria é mais do que hipóteses e fatos: ela é um modo de ver o mundo, interpretá-lo e explicá-lo.**

A teoria celular, por exemplo, não diz apenas que todos os seres vivos são formados por células, mas sim que a célula é a unidade da vida, que a vida acontece realmente na célula.

Para questionar esse ponto, é comum os alunos argumentarem que os vírus não são formados por células. E então, são entidades vivas? Eles são vivos, sim, porque se reproduzem, evoluem e passam por mutações, como qualquer ser vivo.

Os vírus não contradizem a teoria celular, pois para se expressar como seres vivos eles sempre dependem de células. Sua reprodução depende do equipamento celular que ‘tomam emprestado’ de um outro ser vivo, que lhes serve de hospedeiro.

## Atividades

### Pesquisa histórica

Organize a classe em grupos e oriente os estudantes para que levantem dados a respeito de cada um dos cientistas estudados: nome, nacionalidade, formação (onde e com quem estudou), época em que atuou, resumo de suas realizações científicas. Além disso, peça para pesquisarem acontecimentos de outras áreas, que ganharam destaque na época do cientista estudado.

### Observação ao microscópio

1. Com o auxílio de uma lâmina de barbear nova, retire as fatias mais finas que puder de uma rolha de garrafa de vinho. As fatias devem ser pra-

ticamente transparentes, de modo que sua espessura contenha poucas camadas de células.

2. Coloque as fatias de cortiça sobre uma lâmina de microscopia; não use água.
3. Faça os alunos observarem inicialmente com o menor aumento. Se a fatia de cortiça ficar muito grossa, tente concentrar a observação perto das extremidades, onde geralmente o corte sai mais fino.

Peça para os estudantes fazerem desenhos do material observado, anotando o aumento utilizado, e comparem seus desenhos com os de Hooke, cuja ilustração aparece no vídeo e em livros de texto.

## 2 Estrutura e organização das células

O vídeo aborda esse assunto de forma resumida. Para desenvolver o conteúdo, recorra aos livros didáticos,

que em geral aprofundam bem o tema. E desenvolva algumas atividades com a classe.

## Atividades

### Modelos de célula

A construção de modelos para representar a célula e suas organelas contribui muito para que os alunos compreendam melhor as dimensões relativas das estruturas microscópicas e sua organização no interior da célula.

A escolha dos materiais pode ser feita pelo professor ou decidida pelos estudantes; neste último caso, é freqüente que apareçam trabalhos surpreendentemente criativos e de boa qualidade.

Entre os materiais mais usados estão: massa de modelar, gelatina, gel para cabelo, filmes plásticos (para as membranas), frutas, macarrão e dezenas de outros. Em modelos de tamanho compatível, as mitocôndrias podem ser representadas por amendoins, por exemplo, e uma ameixa pode fazer as vezes do núcleo celular.

Estimule seus alunos a criar: lembre-se de que a inventividade é um dos objetivos maiores da educação.

### Analogia com uma cidade

Explore a possibilidade levantada no vídeo de fazer uma analogia funcional entre uma célula e uma cidade. Peça para os alunos ampliarem essa analogia, desenhando por exemplo as estruturas celulares e sua correspondência na cidade.

### Modelo de membrana celular

Tanto a espessura como certas propriedades da bolha de sabão são muito semelhantes às de uma membrana biológica. Desenvolva com a classe uma atividade em que os estudantes façam bolhas de sabão e leve-as a observar, por exemplo:

- a flexibilidade;
- a incrível capacidade de reorganização (quando perfurada por uma agulha, a bolha pode continuar intacta);
- sua capacidade de se dividir em bolhas menores.

### Prática laboratorial

Se dispuser de microscópios, reproduza com a classe observações mostradas no vídeo como: a demonstração de ciclose em células de pêlos estaminais de *Tradescantia*, vacúolos e movimentos ciliares e flagelares em protozoários.

## 3 Divisão celular

Enquanto assistem o vídeo, chame a atenção dos alunos para o fato de que a filmagem foi feita em tempo acelerado, pois uma mitose dura entre meia hora e uma hora.

Estimule os comentários e oriente a discussão a respeito das observações dos alunos.

Apresente mais uma vez o vídeo, congelando temporariamente as imagens nos pontos que foram considerados relevantes. Em geral esses pontos coincidem com os usados para separar as fases da

divisão. Isso ajudará os estudantes a entender que a mitose é um processo contínuo, mas está representada em apenas quatro fases.

Chame a atenção para a movimentação dos cromossomos durante a divisão e para a disposição do fuso mitótico, relativamente bem visível nas imagens do vídeo. Mostre como o ponto fundamental da mitose é a distribuição de cópias idênticas de cada um dos cromossomos para os pólos da célula, de modo a originar dois núcleos geneticamente idênticos.

## Atividades

### Pesquisa bibliográfica

Peça para os estudantes pesquisarem a descrição da mitose em textos escritos e desenhos esquemáticos, comparando as informações com o que viram na filmagem. Isso contribuirá para que entendam melhor as descrições formais e as representações esquemáticas dos processos biológicos.

### Simulação de pesquisa

Uma atividade interessante é a simulação do trabalho realizado pelo citologista Walther Flemming, no final da década de 1880. Oriente os alunos para que ordenem, em uma seqüência lógica, as figuras mitóticas observadas por Flemming em células epidérmicas de salamandra.

Ao organizar os estágios da mitose desenha-

dos pelo pesquisador, os estudantes poderão compreender as dificuldades encontradas pelo cientista, entendendo melhor a divisão celular.

### Simulação com modelo

A massa de modelar pode ser um ótimo material para auxiliar a compreender conceitos importantes relacionados ao processo da mitose.

Organize a classe em grupos de três ou quatro estudantes, de modo que possam trocar idéias e discutir os conceitos entre si, e oriente o trabalho:

1. Fazer rolinhos de massa para representar um ou dois cromossomos, com um grão de lentilha ou de feijão para simbolizar o centrômero. Representar então a duplicação desses cromossomos, construindo rolinhos semelhantes e unindo-os dois a dois pela região dos centrômeros.

2. Arrumar os modelos de cromossomos duplicados sobre a carteira, de modo a simular a formação da placa metafásica.

3. Representar a separação das cromátides-irmãs e a migração dos cromossomos, puxando os modelos para os pólos, pela região dos centrômeros.

4. Comparar os grupos de cromossomos em cada um dos pólos de migração com o grupo originalmente presente na célula.

A observação desses modelos pode ajudar a reforçar os conceitos de cromossomo, cromátide e centrômero, bem como a classificação dos cromossomos de acordo com a posição do

centrômero e outros conceitos básicos.

Enquanto os alunos trabalham, circule entre eles e peça para justificarem suas representações, principalmente se não estiverem corretas, avaliando eventuais falhas na assimilação dos conceitos e do processo.

Procure enfatizar o aspecto da separação das cromátides e a migração das irmãs para pólos opostos, de modo a formar dois núcleos cromosomicamente idênticos entre si e ao que lhes deu origem.

Para encerrar a atividade, apresente o vídeo mais uma vez, para os estudantes compararem e discutirem seus modelos em massa com as imagens reais da divisão celular.

4

## A divisão celular na formação do organismo multicelular

A parte final do vídeo explora a formação de organismos multicelulares por meio de divisão e diferenciação celulares.

Para complementar a informação, apresente textos e desenhos sobre o assunto, para melhorar a

compreensão do processo embrionário. Esse assunto pode ser usado como introdução para o estudo da diversidade celular dos organismos e para uma abordagem mais detalhada do desenvolvimento embrionário.

## Consulte também

GUYTON, A.C. *Neurociência básica – Anatomia e fisiologia*. Rio de Janeiro, Guanabara-Koogan, 1991, pp. 53-60.