

*Sequência didática investigativa  
para o ensino-aprendizagem  
da estrutura e funções  
das biomoléculas*

Luiz Felipe  
Rezende de Magalhães

Ana Lucia  
Moraes Giannini

Rio de Janeiro  
2024

Apoio educacional:

Este produto educacional é resultado dos estudos desenvolvidos no Mestrado Profissional em Ensino de Biologia (PROFBIO) na Universidade Federal do Rio de Janeiro sob o oferecimento do Ministério da Educação (MEC) através da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).



UFRJ



PROFBIO  
Mestrado Profissional  
em Ensino de Biologia



CAPES



Esta obra é disponibilizada nos termos da Licença Creative Commons – Atribuição – Não Comercial – Compartilhamento pela mesma licença 4.0 Internacional. É permitida a reprodução parcial ou total desta obra, desde que citada a fonte.

A coleção do Mestrado Profissional pode ser acessada, na íntegra, na aba Produtos / Trabalho de Conclusão de Mestrado, no site oficial do PROFBIO: <<https://www.profbio.ufmg.br/>>

**Oferecimento:**

Ministério da Educação (MEC)

Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES)

**Programa:**

Mestrado Profissional em Ensino de Biologia (PROFBIO)

**Unidade Administrativa:**

Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ)

Centro de Ciências da Saúde (CCS)  
Av. Carlos Chagas Filho, 373, Rio de Janeiro - RJ, 21941-590

**Produto educacional :**

Sequência Didática Investigativa

**Área de interesse:**

Ensino de Biologia

**Mestrando:**

Luiz Felipe Rezende de Magalhães

**Orientação:**

Ana Lucia Moraes Giannini

**Pesquisa e Elaboração:**

Luiz Felipe Rezende de Magalhães  
Ana Lucia Moraes Giannini

**Capa e diagramação:**

Luiz Felipe Rezende de Magalhães

**Fotografia:**

Acervo pessoal do autor

**Público alvo:**

Professores e professoras do Ensino Médio

**Tema:**

Biomoléculas

---

**Trabalho de Conclusão de Mestrado**

---

MAGALHÃES, Luiz Felipe Rezende de. & GIANNINI, Ana Lucia Moraes. ***Desenvolvimento de uma Sequência Didática Investigativa para o Ensino-Aprendizagem da Estrutura e Funções das Biomoléculas.*** Rio de Janeiro, 2024.

Sequência Didática Investigativa. Biomoléculas. Biologia Celular. Ensino por Investigação. Ensino-Aprendizagem.

---

# Sumário

Apresentação .....	5
Introdução .....	7
Tópico 1 : Biomoléculas.....	9
1 - Questionário prévio .....	11
2 - Analisando a tabela nutricional dos alimentos.....	13
3 - Discussão sobre os tipos de dietas .....	17
4 - Identificando as Biomoléculas e suas propriedades .....	21
5 - Construindo modelos didáticos de átomos e ligações químicas .....	27
Tópico 2 : Estruturando a membrana .....	30
1 - Posicionamento das biomoléculas na membrana .....	31
2 - Quiz da membrana plasmática .....	34
3 - Construção de modelo da membrana plasmática .....	39
Tópico 3 : Funções da membrana .....	44
1 - Relação superfície / volume celular .....	45
2 - Entendendo as trocas entre as células e o meio .....	49
3 - Diversidade celular em imagens .....	55
4 - Observando lâminas em microscópio .....	57
Tópico 4 : Dos ácidos nucleicos às proteínas .....	59
1 - Entendendo a molécula de DNA - estrutura e função .....	60
2 - Origem e estrutura do RNA .....	70
3 - Tradução do RNA - produção de proteínas .....	73
4 - Explorando o PDB - Protein Data Bank .....	78
Tópico 5 : Acervo do Laboratório de Produção Científica .....	82
1 - Organização dos modelos permanentes de biomoléculas .....	83
2 - Álbum de fotografias dos modelos didáticos .....	84
3 - Expo Cel - Exposição dos trabalhos desenvolvidos .....	89
Considerações Finais .....	91



# Apresentação



Caro professor, cara professora,

[...] este material em suas mãos é o fruto de dois anos de dedicação aos estudos relacionados ao ensino de biologia promovidos pelo PROFBIO na Universidade Federal do Rio de Janeiro. Por ser desenvolvido em um curso de Mestrado Profissional, o presente produto educacional é direcionado à prática docente, sendo a culminância do embasamento teórico adquirido durante as aulas presenciais e da literatura científica com os esforços aplicados nas turmas em que lecionei neste período. O intuito deste formato é, justamente, aproximar os conhecimentos científicos da escola básica, integrando-os aos modos de ensiná-los.

Diversas das atividades presentes na Sequência Didática Investigativa foram desenvolvidas nas disciplinas de Aplicação e Avaliação em Sala de Aula a fim de criar meios para transpor para os estudantes os conceitos da biologia de maneira didática. Partindo do pressuposto que as realidades observadas nos contextos escolares são diferentes, a utilização deste material deve ir além da reprodução das suas atividades em sala de aula, buscando através de uma leitura crítico-reflexiva o caminho para que você tenha ferramentas para tratar o tema biomoléculas.

A estrutura desta sequência didática foi pensada para permitir que professores e professoras tenham possibilidades criativas e que, com isso, façam as adaptações necessárias para o melhor desenrolar das suas aulas, levando em consideração os materiais disponíveis em suas escolas, as diferenças entre estudantes e turmas e o tempo para a realização das atividades. A principal intenção com este material é instrumentalizar ou, pelo menos, inculcar seu leitor para que ele se interesse em pensar como suas aulas de Biologia podem ser mais atrativas.

Fazendo um recorte da realidade a que me deparei em minhas aulas em relação às moléculas componentes dos seres vivos, penso que a lógica estrutural de atividades com viés investigativo pode ser extrapolada para outros temas da disciplina. Além do mais, as biomoléculas são essenciais para pensarmos outras áreas dentro da Biologia como, por exemplo, bioquímica e citologia. Portanto, é um exercício do olhar para que você entenda os principais elementos que poderão fazer parte das atividades. Os conhecimentos compartilhados neste produto educacional foram compilados e organizados de maneira cuidadosa a contribuir com as aulas de Biologia. Desejo uma boa leitura.

*Luiz Felipe Rezende de Magalhães*



# Introdução

Durante as aulas de Biologia quando tratamos das características gerais dos seres vivos, um dos aspectos importantes para a sua definição é que os vivos compartilham a mesma composição química: as Biomoléculas. Estas moléculas são carboidratos, lipídios, proteínas e ácidos nucleicos, estando estas presentes nas células. Essas moléculas são formadas por monômeros, subunidades estruturais que se unem para formar cadeias maiores e funcionais destas moléculas orgânicas: monossacarídeos, ácidos graxos, aminoácidos e nucleotídeos.

Os monômeros são como os materiais de construção em uma analogia com uma obra cujo projeto final é a célula, além também destas moléculas terem funções regulatórias no organismo. Em suma, as Biomoléculas cumprem funções estruturais e fisiológicas e devem ser estudadas de maneira a contemplar aspectos como, a sua origem, natureza atômica e interação com outras moléculas.

É importante ressaltar uma certa dificuldade para demonstrar os aspectos das Biomoléculas por sua natureza microscópica, se tornando um fator que deve ser levado em consideração quando o objetivo do professor é o processo ensino-aprendizagem. Além do mais, existe uma interface disciplinar entre as estruturas celulares estudadas em Biologia e os conhecimentos químicos do arcabouço molecular.

Esta sequência didática foi desenvolvida para incorporar aos estudos de Biologia Celular no Ensino Médio diversas funções atribuídas às Biomoléculas que por vezes podem passar despercebidas durante o processo ensino-aprendizagem. As atividades escolhidas para compor este produto educacional buscam auxiliar professores e professoras na montagem das suas aulas, além de trazer recursos e modos diversificados para desenvolver a Biologia em sala de aula.

Este material foi moldado com desde as suas primeiras linhas e a tendência é que ainda sofra alterações à medida que seja aplicado retratando as necessidades de quem o faz.. O trabalho docente desenvolvido que se materializou neste produto educacional não se encerra em si, tornando este um GUIA REFLEXIVO para a prática docente.

Professores e professoras, considerem esta sequência didática investigativa como parte do seu repertório docente, utilizando-a de maneira a estimular seus estudantes a protagonizarem a construção do seu próprio conhecimento. Esperamos contribuir com seu trabalho escolar e com a elucidação desta área tão fascinante da Biologia.

Bons estudos.

# Tópico 1: Biomoléculas

Este tópico faz a abordagem das funções das Biomoléculas nas células no que diz respeito a características químicas, estruturais e fisiológicas. As atividades neste momento irão diagnosticar os conhecimentos que os estudantes possuem sobre seres vivos e biomoléculas, além de abordar de onde estes nutrientes são provenientes, bem como suas propriedades químicas e como as moléculas orgânicas são construídas através dos seus átomos.

Nesta primeira etapa da sequência didática é muito importante que as biomoléculas sejam apresentadas aos estudantes como sendo os componentes básicos de todas as células, e que fique bem estabelecida a relação entre a dieta com a construção das células, conseqüentemente, do organismo. Este momento do estudo servirá para pavimentar os próximos passos da sequência, lembrando que os estudantes irão realizar as atividades para buscar as respostas aos questionamentos feitos durante a aula.

As atividades selecionadas irão relacionar diferentes tipos de dietas com seus objetivos práticos, desenvolverão modelos didáticos para que os estudantes entendam que as biomoléculas são formadas pelos mesmos elementos (carbono, hidrogênio, oxigênio, nitrogênio, fósforo e enxofre - CHONPS), mas apesar disso possuem estruturas distintas se organizando de diferentes formas, assim exercendo diferentes papéis na célula;

O Tópico 1 : *Biomoléculas* da Sequência Didática Investigativa segue estruturado no quadro abaixo juntamente com seus respectivos tempos para a aplicação em sala de aula:

1 - Questionário prévio	2 tempos
2 - Analisando a tabela nutricional dos alimentos	
3 - Discussão sobre tipos de dietas	2 tempos
4 - Identificando as biomoléculas e suas propriedades	
5 - Modelos didáticos representando átomos e ligações químicas	2 tempos

As atividades estão desenvolvidas nas próximas páginas com sugestões de adaptações e materiais complementares para auxiliar professores e professoras na montagem de suas aulas. Lembrando que aqui não se trata desenvolver planos de aula, mas sim um direcionamento ao trabalho docente. Constarão também os objetivos relacionados à aplicação das atividades, os principais recursos didáticos e uma região onde você pode saber mais informações sobre o tema.

## Atividade 1: Questionário prévio

A primeira atividade da sequência didática trata-se de um questionário que tem por objetivo principal fazer um diagnóstico sobre o que os estudantes entendem sobre as biomoléculas, incluindo perguntas acerca de conceitos essenciais para o desenvolvimento do tópico. Abaixo estão algumas sugestões de como este tipo de atividade pode ser apresentada para os estudantes.

Professores e professoras, no link abaixo há um exemplo de como este questionário prévio pode ser desenvolvido para testar os conhecimentos dos estudantes. É importante criar um material em que o aluno escreva a impressão dele sobre o tema, de maneira virtual ou física. O questionário foi contextualizado através de uma pequena introdução que passa pelas características dos seres vivos e nesse caso foram criadas perguntas discursivas de resposta curta. O texto de introdução e as perguntas também estão disponíveis na página seguinte para que a partir desta sugestão você desenvolva sua avaliação diagnóstica.

**Clique e acesse o link para  
o questionário prévio no  
Google Forms:**



Na natureza, todas as coisas são formadas por unidades menores que se organizam e interagem com o seu entorno e não seria diferente com os seres vivos. Tudo aquilo que é vivo possui algumas características em comum como:

- 1 - ser composto por célula(s)
- 2 - obter energia através de um metabolismo
- 3 - se nutrir e desenvolver
- 4 - ter capacidade reprodutiva
- 5 - sofrer mudanças com o passar do tempo
- 6 - interagir com o ambiente que o cerca
- 7 - possuir uma mesma composição química: biomoléculas

A partir desse entendimento sobre a unidade estrutural e fisiológica da vida - a célula - podemos ter muitas questões para uma reflexão. Pensando acerca da última afirmativa, “*possuem uma mesma composição química: biomoléculas*”, responda às seguintes perguntas:

- O que permite que um organismo vivo cresça e se multiplique?
- De onde vem as BIOMOLÉCULAS que compõem uma célula?
- Qual é o significado do termo BIOMOLÉCULA?
- Quais BIOMOLÉCULAS estão presentes no seu dia a dia?
- O que o seu corpo faz com o que você come?
- Nós somos o que comemos? Do que somos formados?

Com a aplicação deste questionário conseguimos diagnosticar os conhecimentos dos estudantes e podemos partir para a próxima atividade.

## Atividade 2: Analisando a tabela nutricional dos alimentos

Após a aplicação da *atividade 1* onde abordamos perguntas relacionadas às biomoléculas. Uma das perguntas remete à sua origem no organismo dos seres vivos: a *alimentação*. Com isso, sugerimos as seguintes perguntas geradoras para a *atividade 2*:

### ***Nós somos o que comemos? Do que somos formados?***

Para trabalhar as biomoléculas iremos partir da sua origem alimentar, para isso o roteiro a seguir (p. 14 - 16) tratará da análise das informações nutricionais constantes nos rótulos dos alimentos, iremos trazer algumas formas que as informações nutricionais podem ser exploradas no contexto dos estudantes. Serão utilizados os rótulos de alimentos consumidos pelos estudantes rotineiramente de forma que compreendam a importância de cada uma das

biomoléculas e a importância de uma nutrição balanceada. A ideia é gerar nos estudantes uma reflexão sobre a qualidade de sua alimentação.



INFORMAÇÃO NUTRICIONAL		
Porção de 200ml (1 copo)		
Quantidade por porção		
		%
Valor energético	83 kcal = 349 kJ	4%
Carboidratos	9,5 g	3%
Proteínas	6,2 g	8%
Gorduras totais	2,2 g	4%
Gorduras saturadas	1,2 g	5%
Sódio	133 mg	6%
Cálcio	237 mg	24%

\*Não contém quantidade significativa de gorduras *trans* e fibra alimentar\*

Valores Diários de referência com base em uma dieta de 2000 kcal ou 8400 kJ. Seus valores diários podem variar.



**Clique e saiba mais sobre  
as regras de rotulagem  
(Agência Brasil)**

.....

A nossa proposta de atividade de análise das informações nutricionais dos alimentos será iniciada com uma situação-problema envolvendo a dieta de uma pessoa no decorrer de um dia. Onde serão utilizados os rótulos dos alimentos que a pessoa consumiu. Para esta atividade foi criado rótulo de alimento fictício, mas com informações nutricionais de um produto real para servir de exemplo. As informações nutricionais foram coletadas do rótulo de uma marca conhecida para evitar qualquer exposição indevida, mas os estudantes utilizarão rótulos de alimentos do seu cotidiano. Vamos ao trabalho!

.....

### situação-problema:

Você quer cuidar melhor da sua saúde e decidiu recorrer a uma nutricionista para entender os impactos da sua dieta e ainda o que pode ser feito para melhorar sua alimentação. A nutricionista pediu para você registrar a sua rotina de refeições durante um dia, incluindo os alimentos e as quantidades consumidas neste período.. Ela também pediu para você coletar os rótulos dos alimentos que você mais gosta e que não passa um dia sequer sem consumi-lo. Durante a consulta solicitou os exames clínicos para assim prescrever a dieta mais adequada aos seus objetivos e estilo de vida.

A partir deste ponto, iremos analisar um rótulo de alimento de marca fictícia para demonstrar de maneira prática como este recurso pode ser utilizado na atividade:



# Achocolatado Thunder

## Informações nutricionais

Nutriente	100 ml**	20g (2 colheres de sopa)	%VD*
Valor energético	82 Kcal	72 Kcal	4%
Carboidratos	9,2g	9,7g	3%
Açúcares totais	8,1g	7,4g	**
Açúcares adicionados	3,4g	7,3g	15%
Proteínas	4,4g	2,6g	5%
Gordura totais	2,6g	1,5g	2%
Gorduras saturadas	1,6g	0,8g	4%
Gorduras trans	0g	0g	0%
Fibras alimentares	1,9g	4g	16%
Sódio	84mg	83mg	4%
Cálcio	222mg	226mg	23%
Ferro	1,9mg	4mg	29%

\* Percentual de valores diários fornecidos pela porção. \*\* No alimento pronto para consumo

Seguindo o rótulo discuta com os estudantes o que é cada um dos elementos componentes daquele alimento, como por exemplo: valor energético, calorias, nutrientes como carboidratos, proteínas, gorduras, fibras alimentares... Lembrando que estes valores são variáveis entre os alimentos, então, peça para que seja feito um relato dos nutrientes que eles mais consomem dentro do seu dia de acordo com as informações nutricionais contidas nos rótulos. Pensando desta maneira é possível pedir também que os estudantes façam o cálculo energético e os componentes nutricionais por exemplo do achocolatado misturado ao leite, sendo muito importante se atentar para as porções estimadas em casa rótulo.

Após este momento sugerimos que os estudantes façam o exercício de entender quais são os nutrientes mais presentes em sua dieta e as quantidades destes são consumidas por eles. Estimule o registro em caderno para que a atividade possa continuar de maneira integrada com os outros passos.

Um outro passo desta atividade é pedir para os estudantes se dividirem em grupos e baixarem em seus aparelhos de celular o aplicativo *Desrotulando* cujo qual é utilizado para escanear os códigos de barra dos alimento para obter as suas informações

nutricionais. Os estudantes podem também seguir os passos mostrados no aplicativo para catalogar os alimentos que eventualmente não estejam cadastrados. Os estudantes podem comparar os alimentos que eles escanearam para discutir diferentes tipos de dieta, além de poderem utilizar o *Guia Alimentar para a População Brasileira* para montar uma tabela comparativa com a sua alimentação, assim fazendo uma ponte com a *atividade 3* que será apresentada a seguir. Os estudantes podem também usar o seguinte artigo <https://www.revistas.usp.br/rsp/article/view/194155/179556> na atividade.



Clique para acessar o Guia Alimentar para a População Brasileira



Desrotulando o aplicativo:

Clique para acessar o aplicativo:



Com o aplicativo aberto você escaneia o código de barras do alimento e encontra informações como o valor nutricional, os aditivos presentes, substâncias alergênicas e ainda uma classificação com base nestas informações, sendo uma nota (1-100) atribuída ao alimento.

.....

## Atividade 3: Discussão sobre tipos de dieta

Para introduzir esta atividade iremos veicular o vídeo de 8 minutos e 12 segundos sobre as biomoléculas do canal do Youtube *Amoeba Sisters*.

Clique para acessar  
o link para o canal  
*The Amoeba Sisters*  
no Youtube



Após a apresentação do vídeo inicie uma exposição dialogada com os estudantes sobre os conceitos referentes aos monômeros e átomos fundadores das biomoléculas (CHONPS), além de como estas subunidades se organizam em carboidratos, lipídios, proteínas e ácidos nucleicos.

Por esta atividade ter como pré-requisito desenvolver a atividade anterior, as informações e possibilidades devem ser revisitadas. Uma ideia interessante é utilizar as dietas de um dia anotadas pelos estudantes como ponto de partida para a discussão, comparando dois cenários. Para evitar qualquer exposição, podemos pensar na possibilidade de sortear aleatoriamente as dietas e compará-las no que diz respeito à quantidade de calorias, qualidade dos alimentos e biomoléculas componentes.

A partir de situações cotidianas ou fictícias mostre dietas diferentes e discuta com os estudantes o que isso pode gerar de impactos sobre a saúde. Há possibilidades de discutir dietas vegetarianas em relação a dietas de origem animal, dietas em relação às funções que elas devem cumprir, dietas com base em alimentos ultraprocessados.



“Dieta vegana é mais saudável que comer carnes e laticínios?”

“Dietas Michael Phelps e sua absurda dieta de 12.000 calorias diárias.”

“Países pobres têm dieta mais nutritiva que nações ricas.”

“Alimentos que engordam.”



**Clique nos links para  
para as páginas**

Aqui o professor também pode fazer um júri dividindo a turma em 2 grupos, cada grupo defendendo uma dieta. Por exemplo, no caso das dietas veganas ou vegetarianas X dietas ricas em carnes, alimentos *in natura* X comidas processadas, alimentação de uma pessoa que faz exercícios físicos X alimentação de uma que trabalha sentada, alimentação de países ricos X alimentação de países pobres. Há diversas possibilidades para esta atividade, cada grupo deverá desenvolver argumentos que dão suporte a cada uma das dietas.

Sugerimos também a utilização de fotografias sobre alimentação que estão disponíveis em ambos os trabalhos são de ótima qualidade e possuem um aspecto artístico atraindo a atenção do público. A partir destas fotos é possível gerar uma discussão sobre o alimento em relação às pessoas que o consomem.



Exposição fotográfica de Gregg Segal sobre alimentação de crianças ao redor do mundo. (livro Daily Bread: What Kids Eat Around the World (Powerhouse Books, 2019).



Exposição fotográfica de Peter Menzel e Faith D'Aluisio com famílias de diversas partes do mundo e seu tipo de alimentação (livro Hungry Planet: what the world eats).



Discussões sobre o filme “ Super Size Me, a dieta do palhaço” : a nossa proposta é fazer a exibição do filme e propor uma discussão acerca da saúde alimentar. A ideia é fazer um cineclube com uma mesa redonda sobre a situação de um homem que registrou a sua rotina alimentar comendo por um mês exclusivamente em uma grande rede de *fast food* e quais foram os efeitos que este tipo de alimentação teve sobre a sua saúde.

Clique na imagem para o filme disponível no *Prime Video*:

Disponível também no link do *Youtube*:

<https://www.youtube.com/watch?v=SHNhUgaQfyM>



Neste caso seria interessante tratar dos efeitos da ingestão de alimentos ultraprocessados, hipertensão, diabetes, comparações entre dietas comuns em fast food e alimentos in natura.

Após estas possibilidades de discussão que podem ser desenvolvidas em sala de aula, é possível partir para a outra atividade que sugerida onde serão identificadas as biomoléculas nos alimentos através de testes bioquímicos e também se pode observar algumas propriedades destas moléculas na *atividade 4: Identificando as biomoléculas e suas propriedades*, que se encontra a seguir.



## Atividade 4 : Identificando as Biomoléculas e suas propriedades

Nesta atividade os estudantes farão testes bioquímicos em diferentes alimentos a fim de detectarem a presença de componentes como proteínas ou amido (tipo de açúcar). A ideia principal é trabalhar com experimentos em que consigamos através deles, demonstrar as biomoléculas que compõem a nossa dieta e suas possíveis funções. O professor deve selecionar alguns alimentos como leite, ovo, pão, maçã, banana, margarina, óleo ou outros alimentos sugeridos pelos estudantes e organizá-los em estações como descrito no quadro abaixo. Em seguida o professor divide a turma em grupos que deverão fazer a rotação nas estações nas quais serão realizados diferentes testes com os alimentos nela contidos (teste marcador de proteína, teste marcador de amido, solução detergente para lipídios, teste de isolamento térmico proporcionado por gorduras). O objetivo destas atividades é mostrar que os alimentos são formados de várias biomoléculas e que alguns são mais ricos em um tipo de biomolécula do que outras. Cada grupo irá apresentar aos seus colegas os resultados dos experimentos analisados. Com esta atividade, a intenção é pensarmos na funcionalidade dos nutrientes que ingerimos. Assim, trabalharemos os conceitos de macronutrientes e micronutrientes, trazendo ideias relacionadas aos alimentos in natura ou industrializados, observando a necessidade e quantidade do consumo de determinados alimentos.



Serão necessárias três bancadas onde estarão posicionados os alimentos e as instruções para a identificação das biomoléculas presentes em cada alimento. O quadro abaixo descreve como devem ser montadas as estações para realização das atividades práticas.

### ***Estação 1: Teste para a presença de amido***

#### **Procedimentos**

Teste bioquímico com lugol (tintura de iodo): em um frasco coloca-se amido de milho + saliva e no outro amido + água. No tubo com saliva o amido não vai corar de azul pois a amilase degrada o amido em glicose, já no tubo com amido e água o amido será evidenciado.- Utilizar diversos alimentos com e sem amido e utilizar o reagente (1 colher de chá), nesse caso os estudantes irão observar quais alimentos vão corar de azul escuro e assim determinar quais dos alimentos possuem amido e quais não possuem

**Clique na imagem para o teste realizado no canal *Laboratório na Rede***



Os estudantes deverão discutir os resultados dos testes com amido no sentido de entenderem quais alimentos possuem este carboidrato e também as suas funcionalidades no organismo, além de ajudar a construir o conceito de polissacarídeos. A partir desta discussão é possível que o professor discuta os monômeros componentes dos carboidratos.

## Estação 2: Teste para as propriedades dos lipídios

### Procedimentos

- Teste de solução detergente com o óleo (tensão/ polar ou apolar/ hidrofílico ou hidrofóbico/ anfipático) experimentos presente abaixo:



Clique na imagem para ver o experimento

- Teste de lipídios como isolante térmico: Experimento da luva na bacia com gelo: O estudante coloca duas luvas de látex uma em cima da outra em uma mão e na outra mão o aluno usa também 2 luvas de látex, mas entre as luvas coloca-se uma camada espessa de gordura vegetal ou margarina. O aluno coloca as 2 mãos numa bacia de gelo e relata a temperatura que está sendo sentida em ambas as mãos. A camada de gordura em volta da luva age como um isolante térmico e desta forma a sensação de frio será menor na mão que calça as duas luvas com a camada de gordura entre elas.



Clique na imagem para roteiro de experimento na página Minicientista.



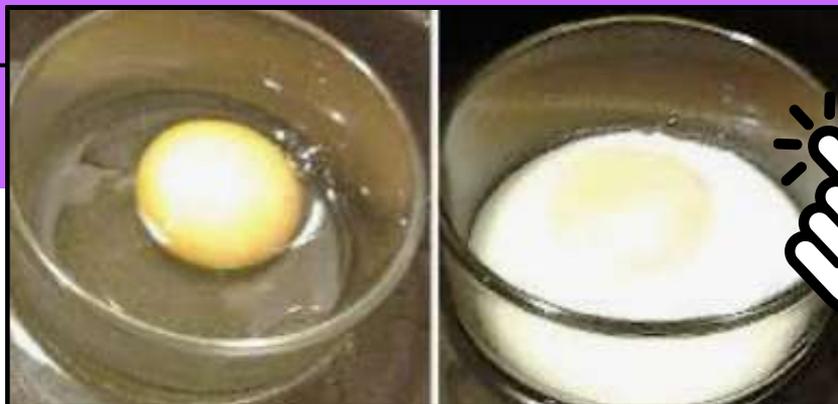
Clique na imagem para o teste realizado no canal Laboratório na Rede:

Nos testes com lipídios é importante que, durante a atividade, sejam abordadas as características químicas desta biomolécula como a apolaridade e hidrofobicidade. Trabalhar também o conceito de moléculas anfipáticas ou anfifílicas. O professor deve embutir nesta prática as diferenças entre água e lipídios o que irá auxiliar em aulas posteriores.

### ***Estação 3: Teste para a presença de proteínas***

#### **Procedimentos**

- Teste bioquímico de coagulação e desnaturação de proteínas.
- Análise de diferentes situações envolvendo proteínas. O que será que está acontecendo nessas situações: Porque vemos gruminhos brancos quando misturamos vinagre ou suco de limão no leite? Qual a diferença entre o ovo cozido e cru?



**Clique na imagem  
para assistir  
o teste no canal  
Laboratório na Rede**

Juntamente com este teste seria interessante o professor abordar com os estudantes a conformação das moléculas de proteína e as consequências da sua desnaturação. No caso a mudança da estrutura física da proteína irá incorrem em alteração da sua função para o organismo, pensando na clara do ovo ela se tornará rígida e não retoma seu estágio anterior. É possível tratar das condições ambientais em que uma determinada proteína irá atuar.

## Estação 4: Extração de DNA de vegetais

No quadro a seguir estão os insumos e como estes devem ser tratados para a realização do experimento.

Clique na imagem para artigo de referência



Itens	Quantidades	Especificações
Material biológico	25 g aproximadamente	Macerar o material biológico - banana, alho, cebola, morango, etc.
Água	1/3 de copo ou 150 ml	A mistura destes três materiais compõe a solução de lise, esta não pode conter espuma.
Sal de cozinha (NaCl)	1 colher de chá	
Detergente translúcido	1 colher de sopa	
Álcool 70%	1 parte de álcool para 1 parte de filtrado	Colocar o frasco de álcool no congelador por pelo menos 40 minutos.
Copo transparente	1 para a solução de lise 1 para a substância filtrada	Importante que sejam de vidro incolor, transparente e liso.
Filtro de café	1 unidade	Na falta do filtro de papel, pode ser usado um funil com algodão na saída
Recipiente de vidro	1 unidade	Em que caiba o copo em banho-maria

Etapas	Procedimentos
1	Adicionar $\frac{3}{4}$ de água num copo de vidro e adicionar uma colher de chá de sal e uma colher de sopa de detergente transparente (solução de lise)
2	Macerar o material biológico com a ajuda de um garfo e adicionar à solução de lise misturando delicadamente para não formar espuma.
3	Incubar a mistura em banho-maria com água à temperatura de 70°C aproximadamente por um tempo de 20 minutos.
4	Retirar o copo do banho-maria e passar a mistura por um filtro de papel, recolhendo o filtrado em um outro copo de vidro transparente.
5	Colocar o copo com o filtrado num banho com gelo e água gelada deixando-o esfriar por aproximadamente 5 minutos.
6	Retirar o copo do gelo e adicionar vagarosamente álcool gelado pela parede do copo em uma proporção de 1 parte de álcool para 1 parte de filtrado.
7	Repousar o copo em uma superfície e observar a separação das substâncias, o DNA precipitará em uma nuvem esbranquiçada e a pectina ficará no topo da fase alcoólica.

A ideia é que os estudantes socializem e debatam com a turma os resultados e visões criadas a partir dos testes desenvolvidos nesta atividade.



Clique na imagem para assistir ao experimento no canal da UNICAMP

## Atividade 5 : Modelos didáticos de átomos e ligações químicas

Esta atividade busca trabalhar a montagem de algumas biomoléculas abordadas na aula anterior através do desenvolvimento de modelos didáticos construídos pelos estudantes com materiais trazidos pelo professor e/ou sugeridos pelos estudantes, de forma a estimular sua participação, criatividade e construção do seu conhecimento nas aulas. Os estudantes já vão ter visto o vídeo sobre as unidades formadoras de biomoléculas no Tópico 1 Aula 2 Atividade 3: Discussão sobre os tipos de dietas apropriadas para cada pessoa e este vídeo será o ponto de partida para a atividade 5:

<https://www.youtube.com/watch?v=h6Jv1RI4nyQ> (português)

<https://www.youtube.com/watch?v=40244P1e9QM>

**Clique nos links para ter acesso  
ao vídeo de *Amoeba Sisters***



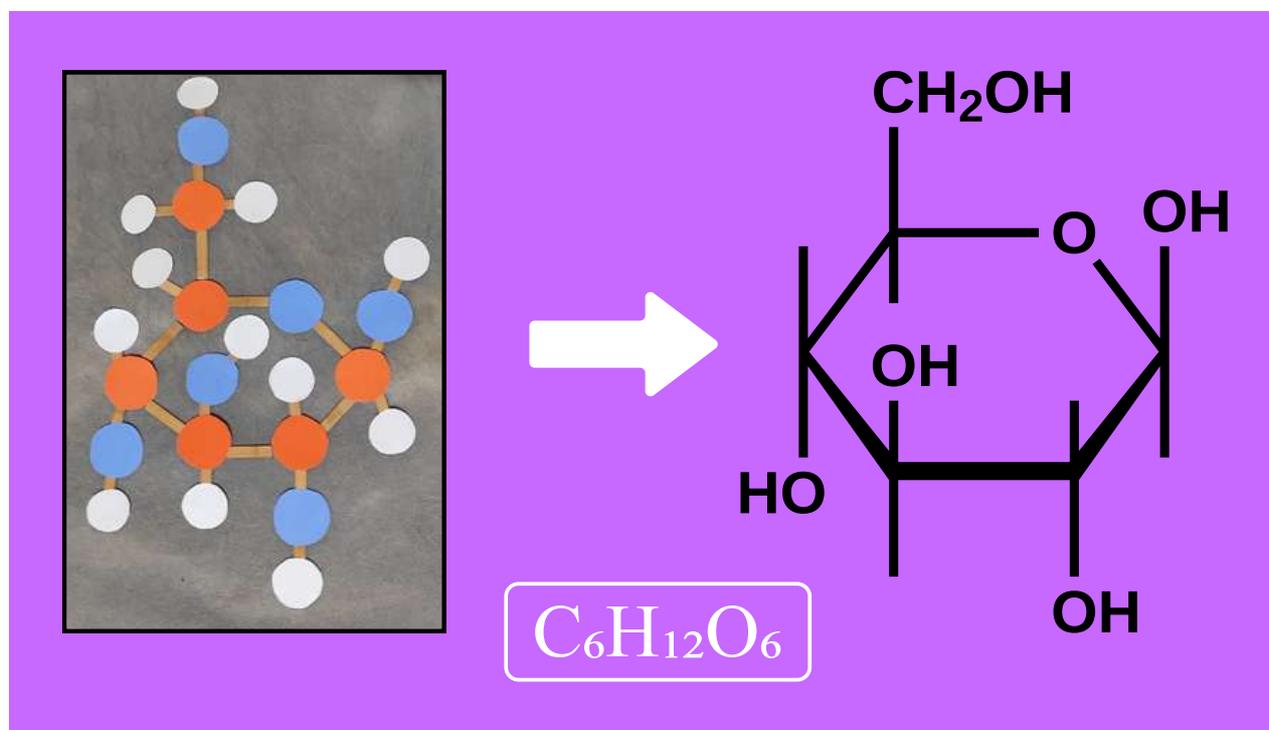
Os modelos serão desenvolvidos com miçangas de tamanhos e cores diferentes e/ou outros materiais alternativos para elucidar as estruturas das biomoléculas. Para o melhor entendimento será primeiro montada a molécula de água e discutida as características desta molécula. Sobre a molécula de água, o professor pode explorar as propriedades de capilaridade, tensão superficial, calor específico, ligações químicas (pontes de hidrogênio) e sua natureza polar em contraponto à natureza apolar dos lipídios, por exemplo.

Neste momento os estudantes irão construir em grupo algumas das subunidades formadoras das biomoléculas como aminoácidos, glicose, ácidos graxos e nucleotídeos. Depois da confecção dos modelos, os estudantes deverão fotografá-los e anexá-los em suas anotações.

<b>Biomolécula</b>	<b>Átomos</b>	<b>Monômeros</b>	<b>Estrutura tridimensional</b>
Carboidratos	CHO	Monossacarídeos	glicose/ galactose/ frutose
Lipídios	CHO	Glicerol e ácidos graxos	glicerofosfolipídios/ colesterol/
Proteínas	CHONS	Aminoácidos (20)	proteínas de membrana
Ácidos Nucleicos	CHONP	Nucleotídeos (A, T, C, G e U)	DNA e RNA

O quadro acima possui algumas informações sobre as biomoléculas que servem de base para construir os modelos desejados. Utilizando como exemplo o carboidrato glicose que é formado por três tipos de átomo (CHO), os estudantes devem montar a estrutura da molécula com as unidades que representarão os átomos (usar bolinhas de cores e tamanhos diferentes para os átomos e palitos para representar as ligações entre os átomos).

Abaixo segue como poderia ficar uma molécula de glicose representada por um estudante.



À esquerda o modelo representado por círculos de cartolina colorida para representar os átomos diferentes e palitos de madeira para as ligações químicas. A ideia é discutir com os estudantes a composição das moléculas e que elas possuem subunidades menores (átomos) unidas energeticamente. Nesta atividade podemos fazer a interdisciplinaridade com a química e levar a temática de valência dos átomos e tipos de ligação química.

Temos por objetivo ao final do *Tópico 1* que os estudantes possam diferenciar os diferentes tipos de biomoléculas, suas unidades formadoras e suas principais funções na célula.

## Tópico 2 : Estruturando a membrana

Este tópico tem como objetivo o entendimento de como as membranas se estruturam, de que são formadas e algumas de suas funções. Será trabalhado o conceito de molécula anfipática para entender a organização celular. Este conceito já terá sido construído a partir da realização dos testes com detergentes e lipídios que constam na Atividade 4: Identificando as Biomoléculas e suas propriedades. Retomar conceitos anteriores é de grande importância para o processo ensino-aprendizagem.

O *Tópico 2 : Estruturando a membrana* está disponível no quadro abaixo juntamente com os tempos necessários para a sua aplicação em sala de aula:

1 - Posicionamento das biomoléculas na membrana	2 tempos
2 - Histórico da membrana plasmática	
3 - Construção de modelo da membrana plasmática	2 tempos

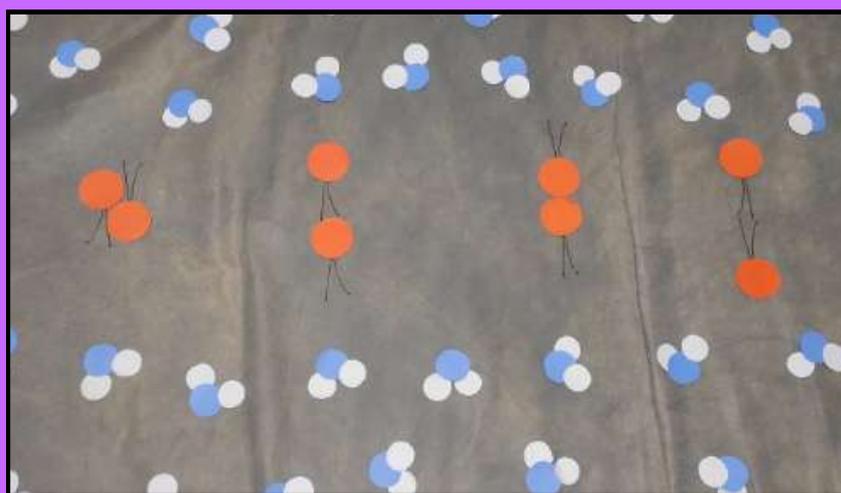
Este tópico irá abordar os conhecimentos prévios dos estudantes acerca das membranas celulares para a construção de um modelo didático que demonstra suas características químicas com a utilização dos modelos dos glicerofosfolipídios e de moléculas de água.

# Atividade 1: Posicionamento das biomoléculas na membrana

Sabemos que as biomoléculas se organizam para a estruturação das partes da célula, sendo assim pensamos a atividade 1 deste tópico a partir de uma pergunta relacionada à membrana plasmática, o limite celular com o meio aquoso tanto externo (meio extracelular) quanto interno (meio intracelular). A pergunta geradora selecionada para iniciar a discussão nesta atividade é a seguinte:

## ***Como as biomoléculas se organizam para a formação da membrana plasmática?***

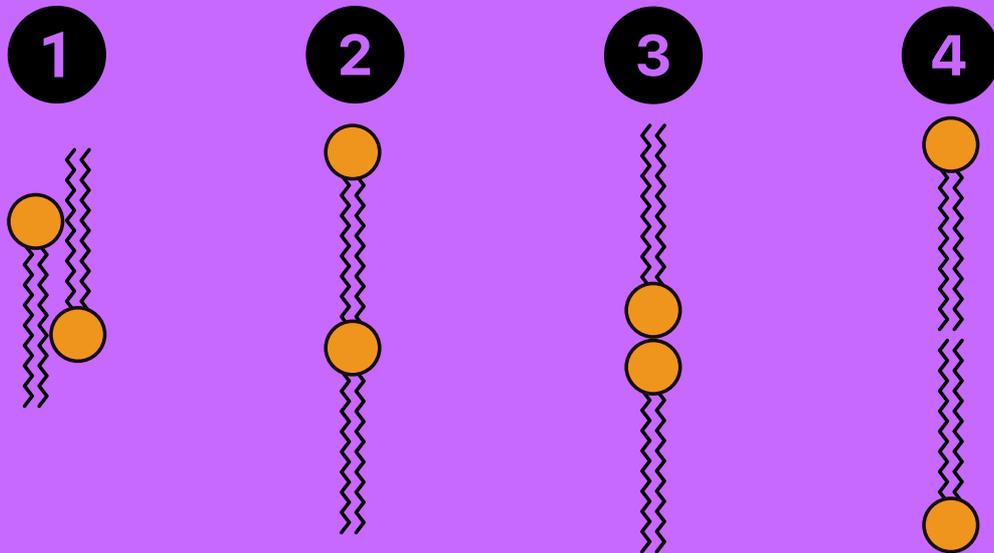
O modelo utilizado para entender os glicerofosfolipídios nesta atividade é composto por círculos de papel laranjas representando a sua cabeça hidrofílica e grampos de cabelo para representar as caudas hidrofóbicas.



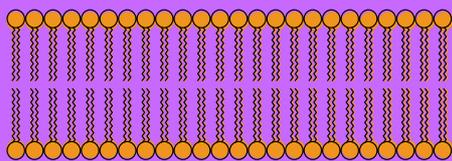
Em uma superfície posicionamos os glicerofosfolipídios para analisarmos quais interações são possíveis entre estas moléculas na presença de água

Nem todas as formas que os glicerofosfolipídeos estão posicionados é possível e a partir daí discutimos com os estudantes como a membrana plasmática se organiza.

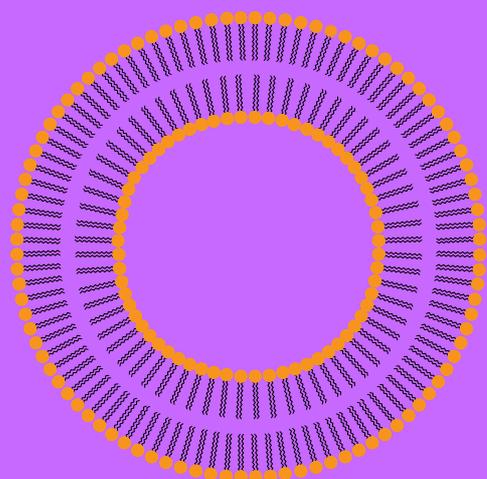
Com o conceito de molécula anfifílica definido, cuja qual possui uma região polar (hidrofílica) e outra apolar (hidrofóbica) é possível pensar as possibilidades de organização dos glicerofosfolídeos na membrana plasmática. Repetindo as possibilidades a discussão em torno do modelo deve tomar a seguinte forma:



Em 1 e 2 as regiões polares estão em contato com as regiões apolares de outros glicerofosfolídeos e isso não é possível por incompatibilidade química, em 3 apesar de ser possível as cabeças polares interajam entre si, as caudas apolares voltadas para “fora” deixariam elas expostas às moléculas de água e a possibilidade 4 é a mais adequada, mas também precisa que estas moléculas estejam em quantidade para formar uma vesícula que isole uma certa quantidade de água em seu interior.

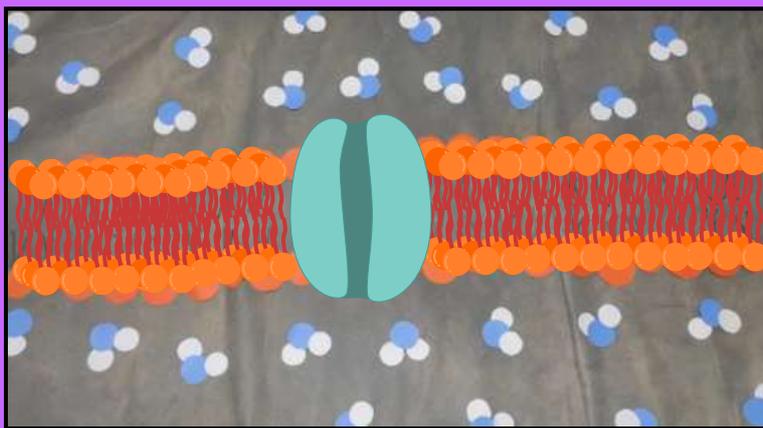
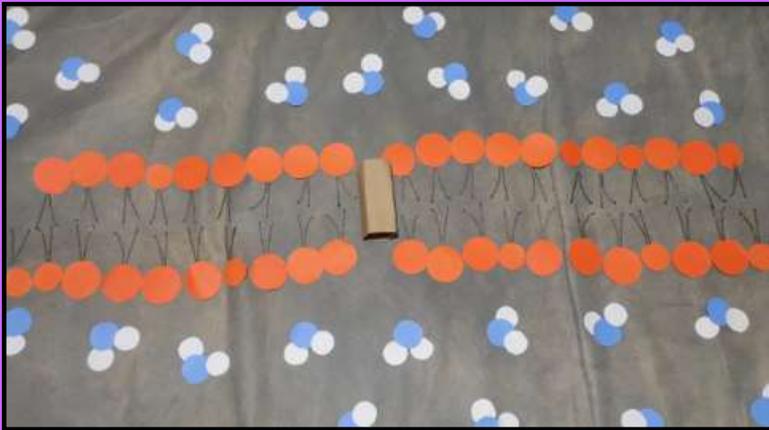


**bicamada lipídica**



**lipossomo**

A partir desta discussão conseguimos montar o modelo de membrana plasmática com os círculos de papel (cabeças hidrofílicas/polares) e com os grampos de cabelo (caudas hidrofóbicas/apolares). Observe:



A imagem está demonstrando a conclusão da interação entre as moléculas de água (dois círculos brancos unidos por um círculo azul maior) e os glicerofosfolipídios. Mostramos que há um ambiente isolado das moléculas de água no interior da membrana. Também utilizamos um tubo de papel conectando a região intracelular e extracelular, representando uma proteína de membrana (proteína de canal).

Durante alguns estudos acerca do uso deste material em sala de aula, o modelo didático cumpriu a sua função de permitir uma melhor visualização das estruturas. Por mais simples que ele seja, com o modelo didático a tendência é a facilitação do processo ensino-aprendizagem. O objetivo deste modelo didático é para mediar essa relação e também mostrar para os estudantes uma maneira diferente de abordar este tema. Esta atividade foi aplicada de modo a facilitar o entendimento dos estudantes acerca das membranas biológicas. A partir daí, podemos prosseguir para a *atividade 2*.

## Atividade 2: Quiz da membrana plasmática

Nesta atividade iremos tratar das biomoléculas componentes da membrana plasmática e também traçar um panorama histórico da construção do modelo mosaico fluido, baseado em nos seguintes materiais de apoio:

*Artigo científico:* Once upon a time the cell membranes: 175 years of cell boundary research, este é um artigo de revisão bibliográfica com uma historiografia bastante completa sobre a membrana plasmática, de autoria de Jonathan Lombard (2014) com acesso pelo link:

<https://biologydirect.biomedcentral.com/articles/10.1186/s13062-014-0032-7>

*Artigo científico:* Membrana Celular de Catarina Moreira (2014) presente na Revista de Ciência Elementar com acesso em:

[https://www.fc.up.pt/pessoas/jfgomes/pdf/vol\\_2\\_num\\_2\\_62\\_art\\_membranaCelular.pdf](https://www.fc.up.pt/pessoas/jfgomes/pdf/vol_2_num_2_62_art_membranaCelular.pdf)

*Artigo de divulgação científica:* O material no link a seguir é de autoria de Filipe da Silva Lima, Caroline Dutra Lacerda e Hernan Chaimovich e publicado em O Globo:

<https://blogs.oglobo.globo.com/ciencia-matematica/post/uma-breve-historia-de-um-modelo-de-membrana-biologica.html>

*Slides para aulas sobre membrana plasmática:* material de Maria Izabel Gallão com informações e dados acerca da temática. Este material pode ser utilizado como apoio para entender melhor os conceitos. O link está a seguir:

<http://www.biologia.ufc.br/backup/docentes/IzabelGallao/Grad/Membrana.plasmatica.pdf>



**Clique nos links para ter acesso aos materiais de apoio para montar seu quiz**

Inicie a atividade com uma exposição dialogada envolvendo os estudantes com perguntas gerais sobre o que eles já trazem de conhecimentos sobre a membrana, quais biomoléculas podem ser encontradas nas membranas celulares (lipídios, proteínas e açúcares), que características a membrana precisaria ter para atender aquela determinada função (características moleculares) e quem na membrana (lipídios, proteínas ou glicocálix) provavelmente estariam envolvidos numa determinada função. Além disso pretendemos discutir com os estudantes que conhecimentos existiam sobre as propriedades da membrana plasmática e como foi sendo construído o modelo atual do mosaico fluido.

Para isso, sugerimos o desenvolvimento de um *quiz* para esta atividade, de modo que integre os conhecimentos dos estudantes através de um jogo interativo onde a turma inteira pode participar de maneira a engajá-los através de um momento de diversão. No quadro abaixo estão as instruções de como baixar o aplicativo que utilizaremos para jogar, o Kahoot!

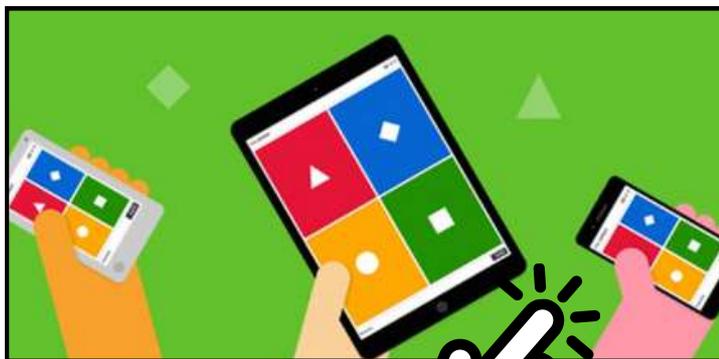
O *Kahoot!* é um aplicativo onde você consegue montar quizzes com questões de múltipla escolha com quatro alternativas e também questões de verdadeiro ou falso. É possível

ajustar os tempos para a resposta de cada pergunta e os estudantes vão pontuando de acordo com seus acertos. O aplicativo faz o ranqueamento dos estudantes em tempo real. Quando seu *quiz* estiver pronto, é gerado um link de acesso para ser compartilhado com os estudantes.



**Clique no ícone  
para baixar o  
aplicativo  
*Kahoot!***

O Kahoot! é de simples utilização e conta com a versão em português. Selecione imagens para montar seus *quizzes*. Abaixo segue um tutorial para auxiliar no desenvolvimento da atividade.

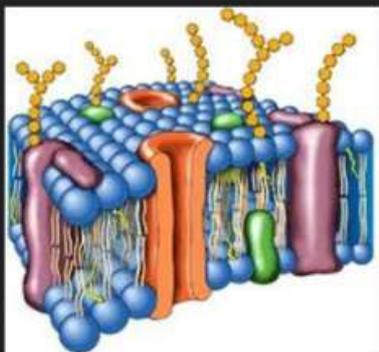


**Clique na imagem e acesse o tutorial para utilizar o Kahoot!**

Tutorial produzido pelo canal do Youtube TEC Educação como usar o Kahoot! O vídeo ensina como fazer o seu cadastro, criar as questões e compartilhar o link (código) para jogar.

Aqui sugerimos algumas formas de questões que podem ser construídas. O ideal é que a questão venha com imagens associadas para ilustrar os conceitos. Observe:

1/2 Quiz



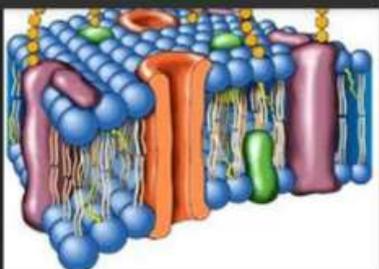
Sobre a estrutura das membranas biológicas assinale a alternativa mais adequada:

As proteínas podem formar canais para a passagem de substâncias	O glicocálix fica voltado para o interior da célula
Os glicerofosfolípidios não interagem com as moléculas de água	A parte interna da membrana é polar e interage com a água

28

Correto

+727



Sobre a estrutura das membranas biológicas assinale a alternativa mais adequada:

✓ As proteínas podem formar canais para a passagem de substâncias	✗ O glicocálix fica voltado para o interior da célula
✗ Os glicerofosfolípidios não interagem com as moléculas de água	✗ A parte interna da membrana é polar e interage com a água

Avançar

A questão mostrada anteriormente (p. 34) é do tipo múltipla escolha com 4 alternativas. Na imagem é mostrado como a questão aparece antes de ser respondida e após o seu acerto, juntamente com a pontuação obtida pelo estudante. Na barra abaixo da questão aparece o tempo ajustado para a resposta, no caso 30 segundos.

A questão a seguir é do tipo verdadeiro ou falso, ajustada para o tempo de 20 segundos e em dois momentos antes e depois da sua resposta. Observe:

The image displays two screenshots of a Kahoot! question interface. The left screenshot shows the question "Os glicerofosfolípídios são moléculas ANFIFÍLICAS com região polar e outra apolar." with "Verdadeiro" and "Falso" buttons. The right screenshot shows the same question with a green "Verdadeiro" button, a red "Falso" button, and a score of +788. A hand icon points to the question image.

**Clique na imagem e tenha acesso às questões no Kahoot!**

A ideia é que você baixe o aplicativo e crie suas questões para jogar junto com os estudantes que podem se dividir em grupos de 3 a 4 pessoas.

Crie uma quantidade de perguntas que seja suficiente para incluir em sua aula e que permita a discussão após as respostas. A seguir estão algumas perguntas que podem ser exploradas em seu *quiz*. Observe:

Os glicerofosfolipídeos em uma membrana plasmática possuem qual característica química?

Alternativas: A-polares B-Apolares C-Anfipáticos D-Lipofóbicos  
(Resposta: C)

O glicocálix da membrana plasmática possui quais funções para a célula?

Alternativas: A-transporte de substâncias B-sinalização química.  
(Resposta: B)

As proteínas de membrana que permitem a passagem de água (aquaporina) são proteínas:

Alternativas: A-integrais B-periféricas (Resposta: A)

Na membrana plasmática qual destes eventos gastam energia para acontecer?

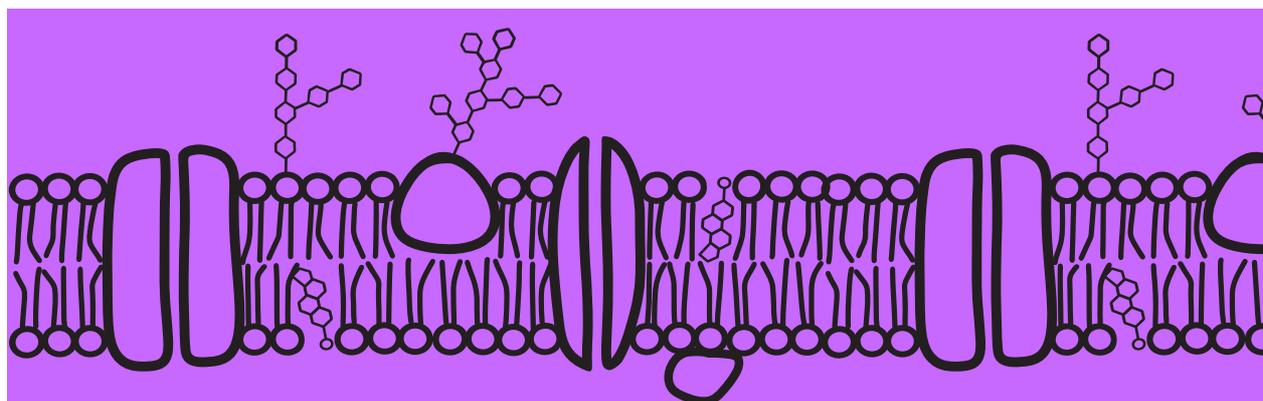
Alternativas: A-entrada de oxigênio por difusão simples B-passagem de água por osmose C-transporte de íons sódio e potássio D-entrada de glicose por difusão facilitada (Resposta: C)

Quais destes componentes não fazem parte da membrana plasmática?

Alternativas: A-fosfolipídeos B-colesterol C-Proteínas D-DNA  
(Resposta: D)

## Atividade 3 : Construção do modelo de membrana plasmática

Nesta atividade os estudantes se dividirão em grupos onde cada um deles vai construir um modelo de membrana com diferentes materiais de sua escolha, dentro de materiais disponibilizados e também dos trazidos pelos estudantes. Como na aula anterior os aspectos estruturais e funcionais da membrana foram abordados, os estudantes já estarão capacitados a construir seus modelos de membrana biológica.



Iremos aproveitar os modelos construídos para discutir a fluidez da membrana plasmática, sua importância e como ela pode ser controlada pela célula (insaturações, tamanhos de caudas hidrofóbicas e cabeças hidrofílicas, colesterol nos animais). Após a construção dos modelos, cada um será avaliado pelo professor que poderá apontar erros ou equívocos conceituais no modelo, por exemplo. Aqui espera-se que os modelos sejam próximos ao modelo do mosaico fluido. Os estudantes agora serão desafiados a responder uma situação problema que irá indicar seu real aprendizado sobre as membranas biológicas até o momento que a atividade ocorre.

## situação-problema:

Uma poça d' água é um verdadeiro ecossistema com diversos seres unicelulares vivendo, se alimentando de matéria orgânica e de outros seres também unicelulares. Um dos representantes destes microrganismos é a *Entamoeba histolytica*, também conhecida por seu nome popular, ameba. Este protozoário tem a capacidade de detectar a presença de uma bactéria que lhe servirá de alimento, sobre a qual ela lança os pseudópodes que englobam a célula e logo após ocorre a digestão.

Tendo em vista esta situação e a composição estrutural da membrana celular tente responder às seguintes perguntas:

1 - Como a água entra e sai na célula da ameba?

2 - Se a ameba está delimitada por sua membrana, qual a característica desta membrana que permite que a ameba se locomova?

3 - O que permite que uma ameba, um ser unicelular, reconheça a presença de uma outra célula?

Com as perguntas poderá ser discutido o transporte de substâncias, a fluidez da membrana plasmática e a sinalização química que permite a identificação de outros seres vivos pela célula.

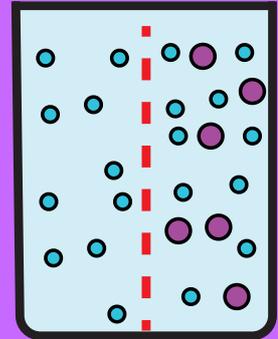


**Clique na imagem para o vídeo sobre a biologia das amebas do Instituto de Biociências da USP**

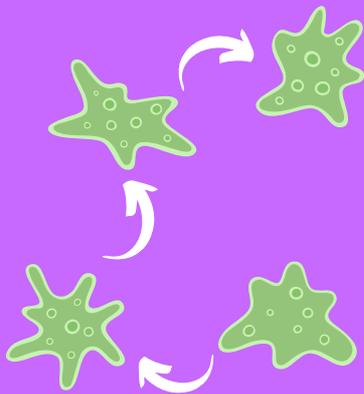
A discussão em torno desta atividade será possibilitada pelas perguntas geradoras trabalhadas na situação problema. Observe:

### 1 - Como a água entra e sai na célula da ameba?

Esta pergunta se refere à entrada e saída de água na ameba que pode acontecer pela difusão da água (osmose) e vai depender da salinidade do ambiente. Com isso podemos tratar do transporte de substâncias e tipos de transporte que serão abordados de maneira mais completa no *Tópico 3: funções da membrana*



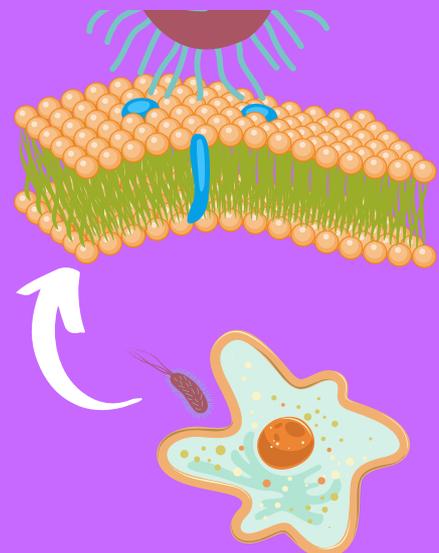
### 2 - Se a ameba está delimitada por sua membrana, qual a característica desta membrana que permite que a ameba se locomova?



A pergunta se refere à fluidez da membrana e a discussão de que a membrana não é uma parede inerte que isola totalmente a célula do seu meio. Pelo contrário, apesar da membrana delimitar a célula e isolá-la do ambiente, ela ainda medeia grande interação da célula com o meio que a envolve.

### 3 - O que permite que uma ameba, um ser unicelular, reconheça a presença de uma outra célula?

se refere às atividades que as proteínas de membrana exercem e que possibilitam a interação com o meio ambiente. A ameba possui proteínas de membrana que atuam como receptores reconhecendo sinais do ambiente, no caso o sinal seria a presença de uma bactéria cujos componentes da sua membrana possuem diferenças químicas que permitem, por exemplo, a identificação dela como um alimento pela ameba.



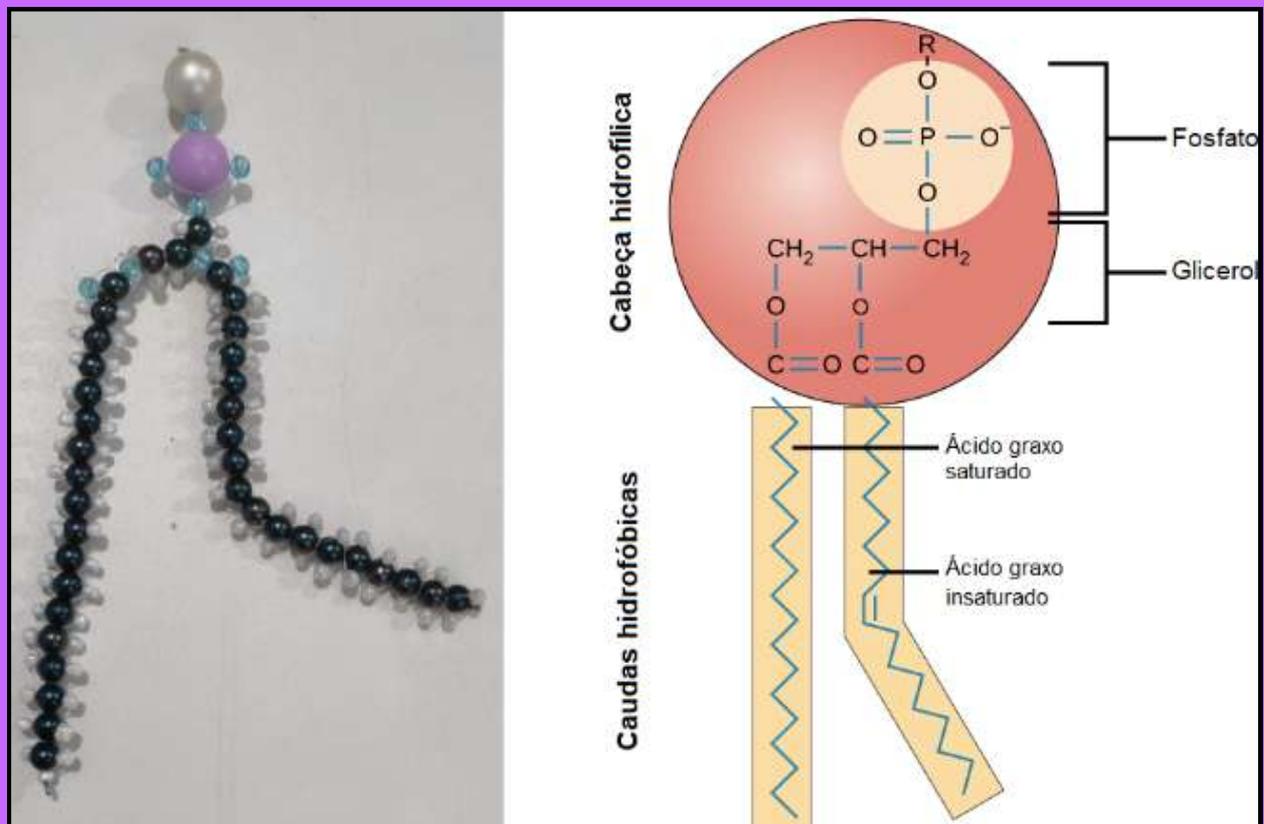
Em relação à aplicabilidade desta atividade, o professor juntamente com a turma pode desenvolver o seu modelo didático para permitir as discussões acerca da composição e características da membrana plasmática. No quadro abaixo estão algumas colocações referentes a esta atividade aplicada em sala de aula, além do modelo desenvolvido. Observe:



Modelo didático de miçangas que foi utilizado para a montagem da membrana plasmática. As unidades que o compõe são os glicerofosfolídeos, proteínas integrais ou periféricas e glicocálix, além das moléculas de água.

Os estudantes puderam observar a bicamada lipídica e entender como se dava o modelo mosaico-fluido da membrana plasmática. Senti que durante esta prática houve um maior engajamento e atenção dos estudantes em torno da aula. Outra colocação importante que marcou esta atividade foi que os “glicerofosfolídeos parecem pessoas dançando”, fazendo uma analogia das caudas hidrofóbicas com pernas e também com a mobilidade que estas moléculas têm na membrana plasmática.

É possível a partir do modelo trabalhar as propriedades do colesterol na membrana das células acerca da sua influencia sobre a fluidez da membrana nas células animais, No modelo aparecem cordões que representam esta molécula e quanto maior a quantidade destes cordões menor é a fluidez da membrana plasmática. A tridimensionalidade das unidades produzidas, além de permitir a percepção tátil facilita a visualização de como são as biomoléculas, dos elementos químicos que as compõem (CHONPS), como na imagem abaixo de um glicerofosfolípídeo em comparação com seu esquema molecular.



Com este modelo conseguimos tratar de conceitos como a polaridade de moléculas, mostrando a região hidrofílica e a região hidrofóbica. (molécula anfifílica). A água é uma molécula polar e não interage com lipídios isolados no interior da membrana, as cabeças hidrofílicas dos glicerofosfolípídios são voltadas para o ambiente e as caudas de ácidos graxos voltadas para o interior da membrana., facilitando o entendimento da estrutura em forma de bicamada lipídica.

## Tópico 3 : Funções da membrana

Nas atividades do tópico anterior os estudantes entraram em contato com as características moleculares e estruturais da membrana plasmática, entendendo como as biomoléculas forjam em sua tridimensionalidade o modelo mosaico-fluido. Conceitos importantes foram trabalhados e um dos mais centrais para entender a conformação estrutural da membrana plasmática é o de polaridade, sendo a relação das biomoléculas com o meio aquoso a interação expressa na funcionalidade das células.

A estrutura das aulas associadas ao *Tópico 3 : Funções da membrana* está disposta no quadro abaixo com seus respectivos tempos para a sua execução.

1 - Relação superfície / volume celular	2 tempos
2 - Entendendo as trocas entre as células e o meio	2 tempos
3 - Diversidade celular em imagens	2 tempos
4 - Observando lâminas em microscópio	

Este tópico é dedicado ao aprendizado das funções das membranas celulares como foco no transporte de substâncias entre os meios intra e extracelular.

# Atividade 1: Relação superfície/ volume celular

Esta atividade será iniciada a partir de uma questão-problema para estimular o debate entre os estudantes.

questão-problema:

***Um elefante tem células maiores que as de um rato ou possui mais células do mesmo tamanho que as células de um rato?***



O que pode estar limitando o tamanho das células? É importante pensar nesse questionamento e podemos em sala de aula trabalhar esta questão de uma maneira prática, através de um experimento que aborda a relação entre a superfície de uma célula e o seu volume interno.

O experimento da gelatina feita com extrato de repolho-roxo mergulhada em vinagre, O repolho-roxo possui antocianinas, substâncias marcadoras de pH (em meio ácido fica com coloração rosa e em meio básico fica com coloração verde). A ideia principal é demonstrar esta problemática mergulhando pedaços desta gelatina em vinagre para assim analisar como ocorre a mudança de cor.

Vamos aos passos para a realização do experimento:

### ***1º passo: preparação da gelatina de extrato de repolho-roxo.***

Corte o repolho-roxo e leve ao fogo numa panela com água, após levantar fervura retire e peneire para evitar que fique pedaços de repolho no extrato. Dilua 2 pacotes de gelatina incolor e sem sabor em um pouco de água quente e adicione em 1 litro do extrato obtido. pingue algumas gotas de amônia 5%, o líquido vai se tornar verde escuro. Coloque-o em formas de gelo ou num recipiente largo de modo que não fique uma coluna muito alta. Leve para a geladeira e espere tomar consistência.

### ***2º passo: mergulhando os cubos de gelatina em vinagre.***

Corte os cubos de gelatina de tamanhos diferentes e mergulhe-os em vinagre, Faça a partir de um cubo, vários menores, corte em forma de folha, fure alguns cubos com um palito de dente, faça diversos formatos para entendermos em quais destes o vinagre penetra com mais facilidade.

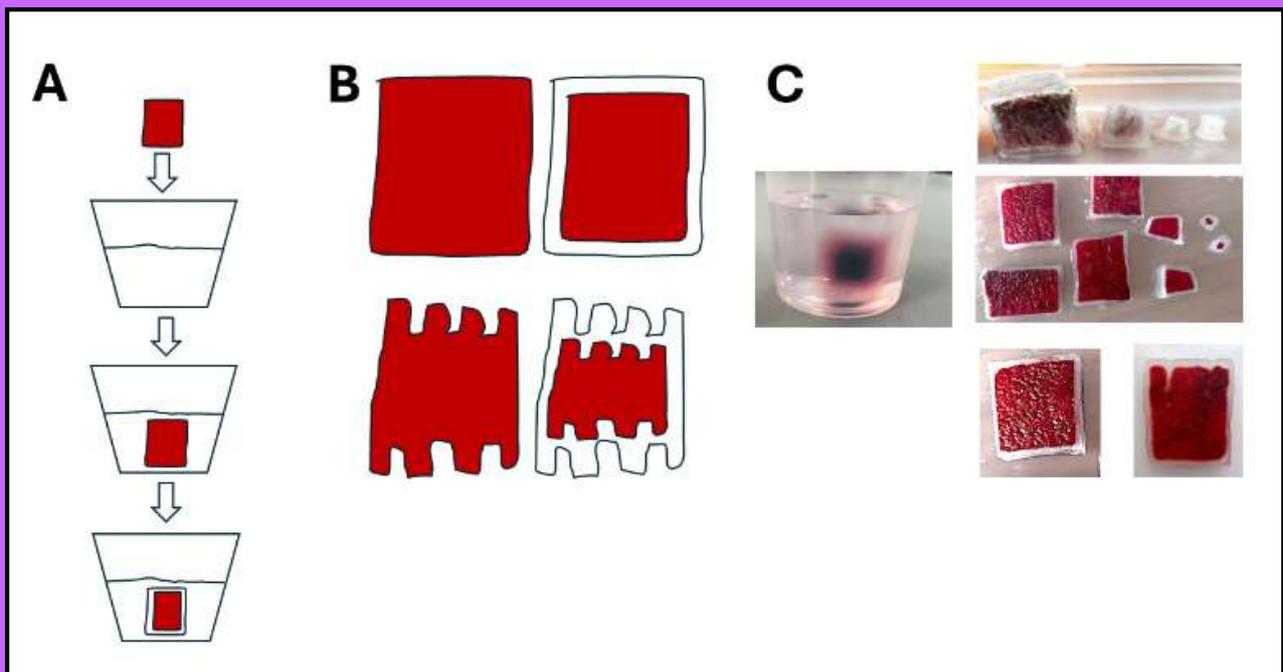
### ***3º passo: observe as alterações na gelatina***

Iremos notar que os pedaços de gelatina descolorem de fora para dentro, nos cubos maiores é mais difícil a entrada do vinagre, nos formatos furados há uma melhora na penetração, assim como nos formatos achatados.

### ***4º passo: interpretação dos resultados***

A conclusão é que nos cubos mais robustos seria muito mais difícil a entrada de substâncias, ou seja o volume é grande em relação à superfície, já nos cubos furados, os furos permitem o aumento da superfície e com isso a penetração das substâncias. (é o que ocorre nas microvilosidades)

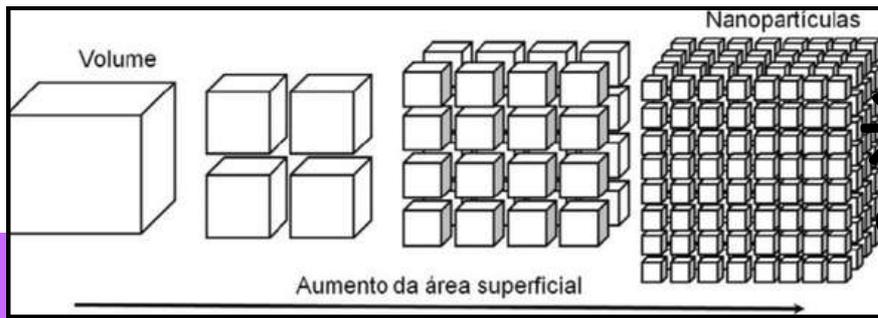
Observe a imagem a seguir para entender a penetração da substância no material mergulhado.



O experimento neste caso não está sendo realizado com a gelatina e vinagre e sim com cubos de beterraba mergulhados em água sanitária. O princípio é o mesmo, no caso a beterraba possui antocianinas e água sanitária (meio básico) descolore os pedaços de fora para dentro e conseguimos ver uma faixa branca na superfície dos cubos. Ao usar estes materiais é importante tomar cuidado com a exposição não somente das roupas, mas também das mucosas, além de evitar a inalação dos gases produzidos. As imagens acima representam bem o que deve ser feito durante a atividade e o que deve ser observado durante a interpretação dos resultados.

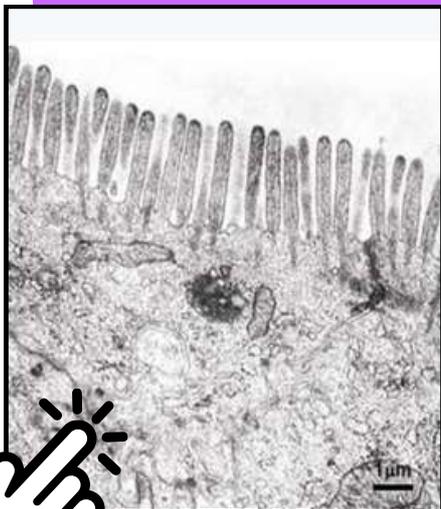
Após a realização desta atividade, o professor deve retomar a discussão sobre a pergunta disparadora desta aula que era direcionada ao tamanho celular. Nesta pergunta disparadora, selecionamos dois seres de tamanhos distintos (rato e elefante) mas do mesmo grupo biológico (mamíferos) e sugerimos que os professores estimulem os estudantes a responderem: *“Um elefante tem células maiores que as de um rato ou possui mais células do mesmo tamanho que as células de um rato? O que limita o tamanho de uma célula?”*.

Os estudantes deverão registrar os passos da atividade e a interpretar os resultados. Observe alguns pontos:



Clique na imagem para artigo da plataforma *Reserch Gate*

Aumento da superfície provocada pela diminuição do tamanho. Os estudantes deverão refletir sobre o resultado do experimento e chegar a conclusão que o que delimita o tamanho das células é a relação superfície/volume. Não existem células muito grandes na natureza independente do tamanho do animal.



Clique na imagem para texto sobre microvilosidades da USP

O objetivo é que percebam que apesar de terem o mesmo volume, o pedaço de gelatina com os furinhos apresenta uma maior superfície, desta maneira, pode-se traçar uma correlação entre o experimento e o motivo para existirem as microvilosidades presentes no epitélio intestinal, por exemplo.

Após este experimento é possível diferenciar células procarióticas de células eucarióticas acerca dos seus tamanhos também introduzir a ideia das membranas internas - como provavelmente surgiram como uma forma da célula eucariota resolver o problema da relação superfície/volume e como essas membranas internas se especializaram ao longo da evolução originando as diferentes organelas presentes em células eucariotas.



Clique no ícone para vídeo sobre superfície/volume de *Khan Academy*



## Atividade 2: Entendendo as trocas entre as células e o meio

Esta atividade tem como foco entender os processos de transporte de substâncias entre o meio intracelular e extracelular. Será desenvolvida uma situação que traga os conceitos de transporte ativo e passivo. Será utilizada a pergunta: peixe bebe água? O tema será contextualizado de modo a entendermos como o meio que os peixes vivem influenciam nessa questão de entrada e saída de água. Será trabalhado o conceito de osmose e difusão utilizando como modelo de estudo peixes de água doce e de água salgada. A situação será descrita com imagens e dados importantes para o entendimento da atividade.

### questões-problema:

***Como ocorre o transporte via membrana?  
Como e porque entra e sai água da célula?  
Peixe bebe água?***



*Coryphaena hippurus* (mar)



*Salminus brasiliensis* (rio)

Clique na imagem para ler a reportagem do G1 com a especialista Viviane Prodocimo



Após pensar nas perguntas e ler a reportagem com a especialista em fisiologia e osmorregulação, O quadro abaixo que contem uma situação-problema que pode ser direcionada aos estudantes para discussão. Observe:



Os ambientes A e B são água doce ou salgada?

Discuta com seu professor e colegas para tentar responder esta pergunta.

Os animais aquáticos possuem adaptações para a sua sobrevivência no ambiente. Os peixes podem viver em ambientes mais ou menos salinos. Os de água doce têm adaptações diferentes ao ambiente do que os peixes de água salgada. A figura mostra que uma espécie de peixe “perde água por osmose” e outra espécie “ganha água por osmose”. Esses animais também possuem a composição da urina diferente.

Refleta a partir das informações presentes na figura de dois peixes que vivem em ambientes diferentes e responda às perguntas:

1 - É possível determinar em qual ambiente cada um dos peixes é adaptado?

2 - Qual dos peixes vive no rio? Qual dos peixes vive em ambiente marinho?

3 - Os peixes perdem ou ganham “água por osmose”. O que você entende por osmose?

Antes de responder às perguntas propostas o professor deve realizar uma atividade prática para a demonstração da osmose, onde utilizamos papel celofane e tubos de canetas transparentes para demonstrar as trocas entre soluções de diferentes concentrações de soluto separadas por uma membrana semipermeável, que mimetiza a membrana plasmática das células. Observe o quadro abaixo os procedimentos para a realização do experimento:

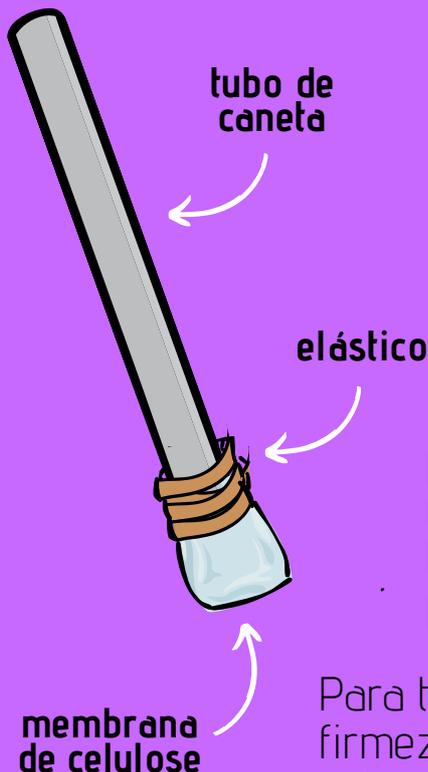
### **Materiais:**

três tubos de caneta inteiros (sem furo), papel celulose 100%, elástico, três béqueres (ou copos), 1 pipeta, sal e água.

### **Procedimento:**

- 1 - fixar com o elástico em cada tubo de caneta uma película de celulose de modo que a passagem seja totalmente coberta.
- 2 - sopre para garantir que não há nenhuma fresta para a passagem de substâncias.
- 3 - dilua sal em água e distribua entre os tubos de caneta e copos.
- 4 - pipete em um tubo água com sal e coloque em um copo com água pura, pipete em outro tubo água pura e coloque em um copo com água e sal e o último é o controle que pode ser feito pipetando uma solução de concentrações idênticas em um tubo e mergulhando-o no béquer. Com uma caneta marque os níveis de solução dentro dos três tubos.
- 5 - Observar, anotar e discutir os resultados.

A montagem dos tubos de caneta para representarem as células emersas nos meios hipotônico, hipertônico e isotônico será descrito abaixo. É importante seguir os passos para que o experimento sobre osmose funcione, para isso é importante que a única passagem de água no sistema seja pela membrana semipermeável de celulose (papel celofane). Observe como deve ser a montagem:



o tubo de caneta não pode ter furos e precisa ser transparente

posicione cuidadosamente um pedaço de celulose em uma das extremidades da caneta, o material precisa estar íntegro e tomar aproximadamente 2 cm acima da extremidade do tubo

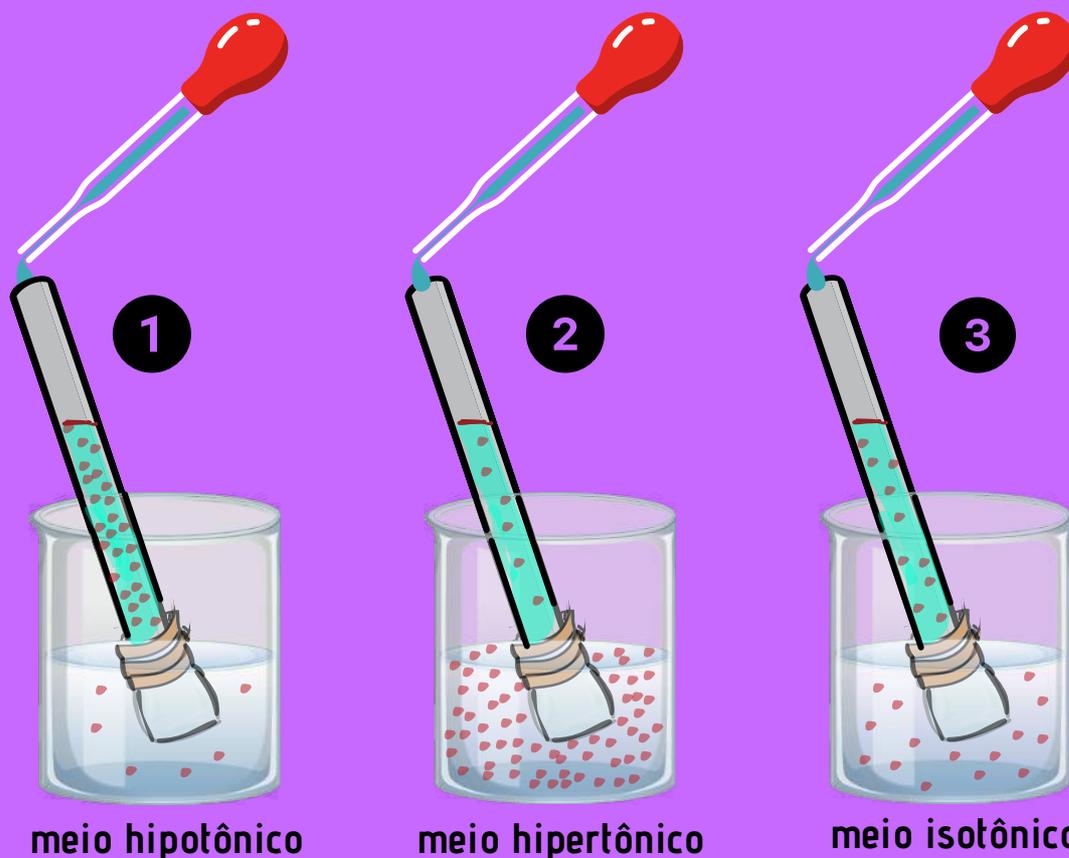
pegue o elástico e envolva-o no tubo de modo a fixar a membrana de celulose com bastante firmeza sem que sobre espaço para mais voltas

Para testar integridade da membrana e a firmeza do elástico, pegue o tubo e sopre na outra extremidade, o ar não pode passar, caso isso ocorra, repita o processo.

Após o teste concluído com sucesso, você pode partir para a montagem dos sistemas. Você irá precisar de três tubos feitos da mesma maneira para o experimento.

A osmose é um tipo de transporte por uma membrana semipermeável que permite a passagem de água sem o gasto energético (transporte passivo) e vai depender da concentração de solutos. A água migra para as regiões onde há uma maior concentração de solutos tendendo a igualar as concentrações entre os meios.

Observe no quadro abaixo como será procedida a montagem do experimento:

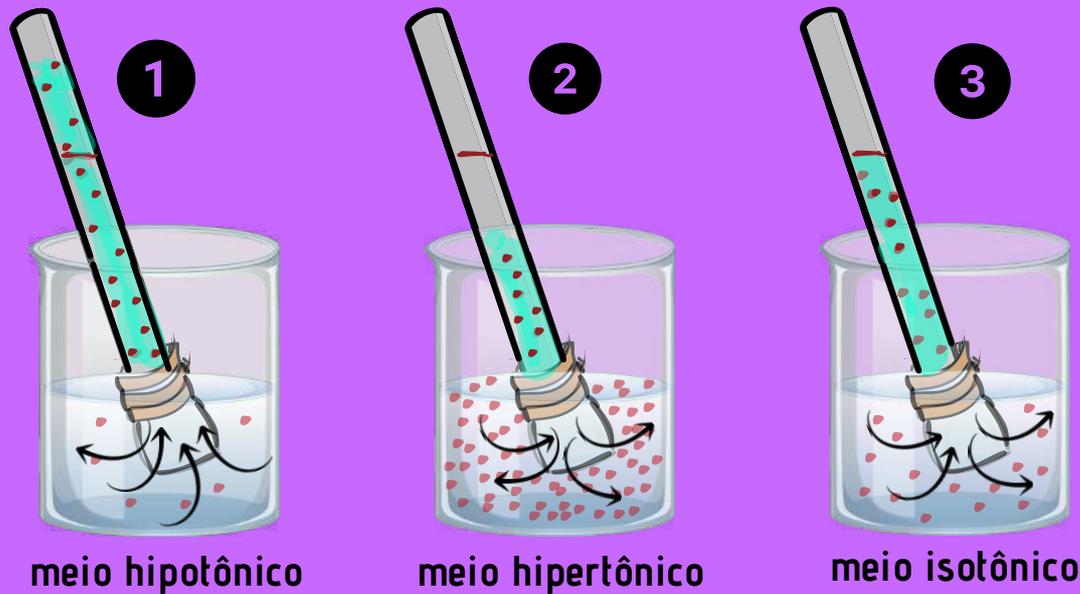


Os tubos de caneta deverão ser preenchidos com soluções de concentrações diferentes, como expresso na imagem. Utilize uma pipeta para preencher os tubos até aproximadamente  $\frac{2}{3}$  do seu volume e marque com uma caneta o nível ocupado pela solução, como mostrado no exemplo:

- *Em 1, a solução colocada no interior da caneta é mais concentrada que o meio.*
- *Em 2 a solução colocada na caneta é menos concentrada que o meio.*
- *Em 3 a solução colocada na caneta tem a mesma concentração do meio em que ela está imersa.*

Com o experimento montado, deixe os tubos em um local e observe o que ocorre com os tubos. Os resultados podem começar a aparecer dentro da mesma hora, mas de acordo com testes executados, a membrana celulósica persiste por mais de uma semana, mantendo o resultado.

Após deixar algumas horas ou até mesmos dias podemos analisar os resultados obtidos no experimento:



É possível notar que o volume interno dos tubos alterou em alguns casos. Vamos à análise:

- Em 1 o volume do líquido no tubo aumentou, mostrando que o fluxo de água passando pela membrana é mais intenso para o interior do tubo que para o meio onde este se encontra imerso.
- Em 2 o volume de líquido no interior do tubo reduziu, mostrando que o fluxo de água de dentro para fora é maior que do meio para o tubo.
- Em 3 o nível se manteve estável pois a passagem de água do tubo para o meio é o mesmo que na direção contrária.

Durante a osmose, a troca de água entre os meios ocorre, o que vai deixar o fluxo de um meio para o outro mais intenso é a concentração de solutos nos meios separados pela membrana semipermeável.

**Resultado do experimento realizado onde os meios são:**

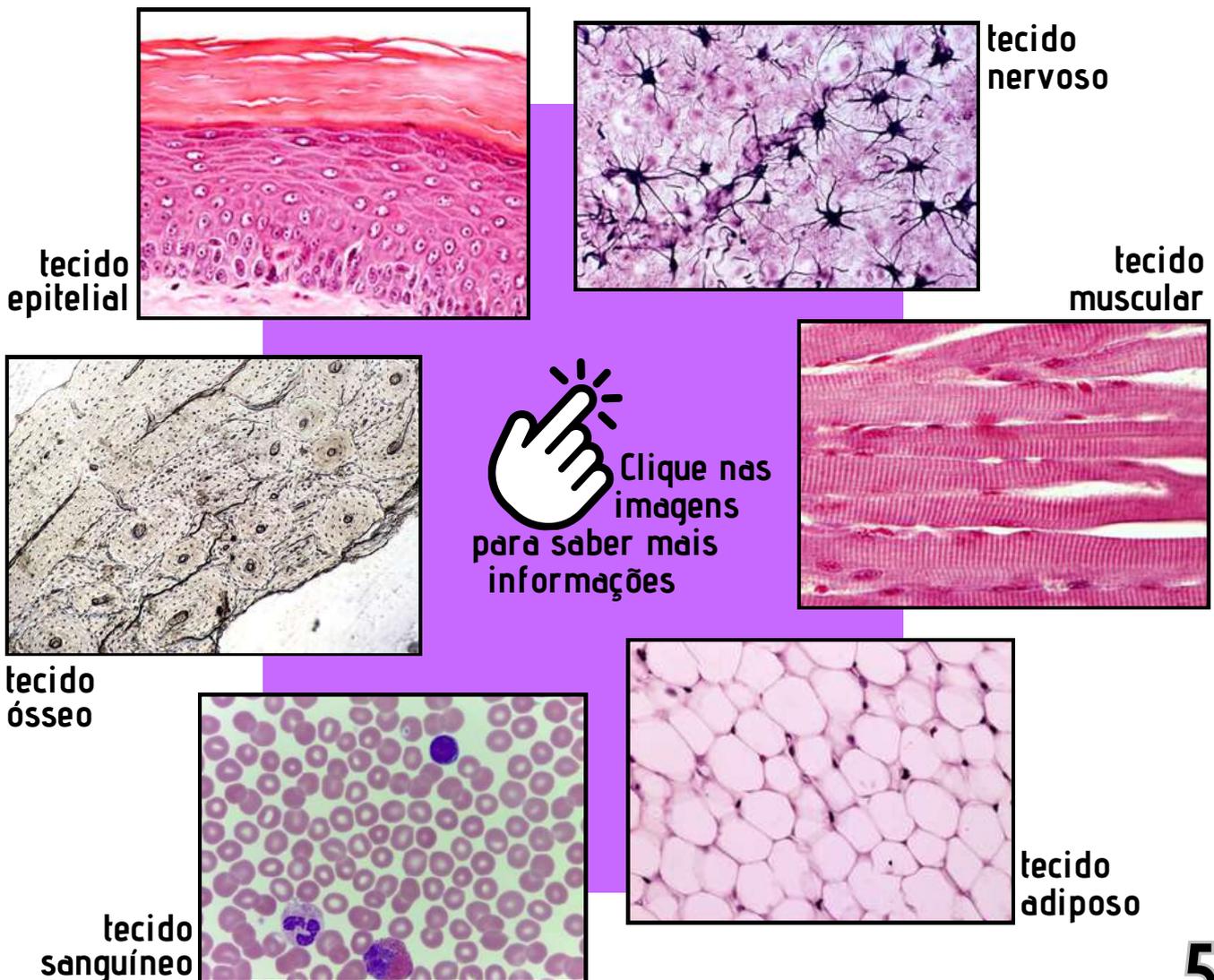
- 1 - isotônico
- 2 - hipotônico
- 3 - hipertônico.



## Atividade 3: Diversidade celular em imagens

A atividade estará estruturada sobre a diversidade celular dos tecidos humanos que serão mostrados em imagens como as presentes no quadro abaixo. Esta atividade visa explorar a diversidade celular não somente entre as espécies mas dentro de uma mesma espécie. A atividade irá iniciar a partir da seguinte questão-problema:

***Temos cerca de mais de 100 tipos celulares diferentes no nosso corpo, por que você acha que existem tantas células diferentes e como elas são diferentes?***



A ideia é utilizar fotografias que podem ser impressas e distribuídas para os estudantes verem ou até mesmo podem ser colocadas em projeção em sala de aula. A partir deste ponto o professor pode utilizar como as perguntas disparadoras da atividade, estas que constam no quadro abaixo:

Estes são alguns exemplos de tecidos do corpo humano, o que se pode notar é que as células componentes de cada tecido são diferentes entre si apesar de terem tamanhos semelhantes, tendo estas informações responda às perguntas a seguir:

*1 - O que faz uma célula de gordura ser diferente de um neurônio?*

*2 - Qual é a função de cada uma dessas células?*

*3 - Como o formato da célula influencia na fisiologia do tecido?*

Os estudantes deverão discutir sobre o formato e a função das células presentes nos diferentes tecidos apresentados durante a aula.

É importante conduzir a atividade para que os estudantes percebam que as células podem possuir diferentes formatos e assim, associá-lo às suas diferentes funções, mas que apesar disso apresentam mais ou menos as mesmas dimensões. Ao final desta aula o professor irá perguntar para os alunos porque células têm aproximadamente o mesmo tamanho (considerando aqui células eucariotas). Acreditamos que esta questão vai gerar muitas discussões e espera-se que eles associem esta atividade com a *atividade 1: relação superfície/volume celular* que foi aplicada anteriormente. Em sequência sugerimos a *atividade 4* onde poderão ser vistas células em lâminas de microscopia, caso este recurso esteja disponível em sua escola, uma prática que ajudará a fixar este tema, associando a funcionalidade com o formato e localização das células no organismo.

## Atividade 4: Observando lâminas no microscópio

Nesta atividade os estudantes irão observar as lâminas dos tecidos humanos no microscópio com o propósito de conectarmos as aulas deste tópico com as do próximo. Iremos mostrar a diversidade entre grupos biológicos e entre células de tecidos diferentes de uma mesma espécie (no caso os humanos). Para introduzir a atividade mostre o vídeo referenciado no quadro a seguir:

Este vídeo sugerido é da página no instagram *Geometria Sagrada* e mostra como é feita a montagem de uma lâmina para a observação no microscópio. No vídeo é mostrado como o pesquisador obtém a amostra a ser estudada, como são utilizados os aparelhos como o micrótomo, juntamente com as técnicas de coloração e os detalhes do tecido observados no microscópio. Esta é uma forma interessante de contextualizar esta atividade por conta da qualidade das imagens e do apelo que as redes sociais trazem através de vídeos curtos, neste caso um vídeo “direto ao ponto” e bastante didático.



**Clique na imagem para  
assistir o vídeo da página  
*Geometria Sagrada* no Instagram**

A partir do vídeo introduziremos a *atividade 4: observando lâminas no microscópio*, caso a sua escola não tenha microscópio é possível fazê-la incrementando a *atividade 3: diversidade celular em imagens*, fazendo impressões das imagens em boa qualidade e em cores, plastificando cada uma delas e referenciando cada uma com informações como tipo de tecido, fonte de onde foi obtida a fotografia e legenda. Faça a impressão do maior número de tipos celulares diferentes e deixe os estudantes entrarem em contato com o material para que isso gere uma discussão sobre formato, funcionalidade e localização.

No kit de lâminas existentes na escola há células humanas de pele, sangue, músculos, que podem ser mostradas para os alunos novamente mas agora após a observação iremos lançar a pergunta norteadora

### questão-problema:

***Por que as células são diferentes em forma e função mesmo pertencendo a um mesmo indivíduo?***

As *atividades 3 e 4* (p. 53 - 56) devem levar os estudantes a se questionarem como a diversidade de tipos celulares ocorre dentro de um mesmo organismo. Ao discutir essas ideias com os estudantes é importante que consigamos então gerar uma conexão entre a aparência da célula (seu fenótipo) com o que estaria determinando esta aparência celular (seu genótipo). Estas discussões devem então culminar com as últimas biomoléculas que iremos discutir nesta sequência didática: os ácidos nucleicos. Assim, vamos introduzir o próximo *tópico 4: estruturação e funcionalidades dos ácidos nucleicos* que aborda DNA e RNA.

# Tópico 4 : Estruturação e funcionalidades dos Ácidos Nucléicos

Neste tópico abordaremos como são as moléculas de ácidos nucleicos diferenciando o DNA do RNA e como ocorre a transmissão das informações genéticas com a finalidade da compreensão acerca da síntese proteica. No tópico anterior buscamos utilizar as células e seu fenótipo associando-o às suas funções, o que gerou a pergunta da última atividade:

***Por que as células são diferentes em forma e função mesmo pertencendo a um mesmo indivíduo?***

O Tópico 4 : Estruturação e funcionalidades dos Ácidos Nucléicos foi subdividido em 4 atividades com seus respectivos tempos para sua aplicação e, assim, ajudar a responder à pergunta acima.

1 - Molécula de DNA - estrutura e função	2 tempos
2 - Origem e estrutura do RNA	
3 - Tradução do RNA - produção de proteínas	2 tempos
4 - Explorando o PDB - Protein Data Bank	

A ideia relacionada à expressão gênica e como a estrutura do DNA permite a composição das características observáveis dos seres vivos é algo que buscamos com as atividades a seguir.



# Atividade 1: Entendendo a molécula de DNA

Nesta atividade iremos abordar a estrutura dos nucleotídeos, e como eles são compostos (uma pentose - desoxirribose, ligado ao grupamento fosfato e a uma base nitrogenada) numa exposição dialogada. Lançar as perguntas:

questão-problema:

***Por que existem diferentes tipos de ácidos nucleicos?  
Quais as diferenças entre DNA e RNA?***

Alguns estudantes já vêm com a ideia que o DNA parece uma escada retorcida ou que o DNA é fita dupla e RNA é fita simples. Mas não sabem o significado disso nem suas consequências para as funções biológicas destas biomoléculas.

Iremos começar tentando reproduzir em sala os resultados de Erwin Chargaff que extraiu DNA de diferentes organismos e isolou os nucleotídeos que compunham essas moléculas de DNA. Para isso, dividiremos a turma em grupos e em seguida apresentaremos a eles o roteiro da atividade. Neste roteiro aparecem personagens que trabalham num laboratório de biologia molecular e que estão explicando para os estudantes os procedimentos para realizar o experimento de Chargaff, cujo resultado foi importante para elucidar o pareamento das bases nitrogenadas no DNA iniciando se tratar de uma molécula formada por duas fitas de nucleotídeos nas quais adenina de uma fita se parecia com a timina da outra fita e citosina de uma fita parecia com guanina presente na outra fita.

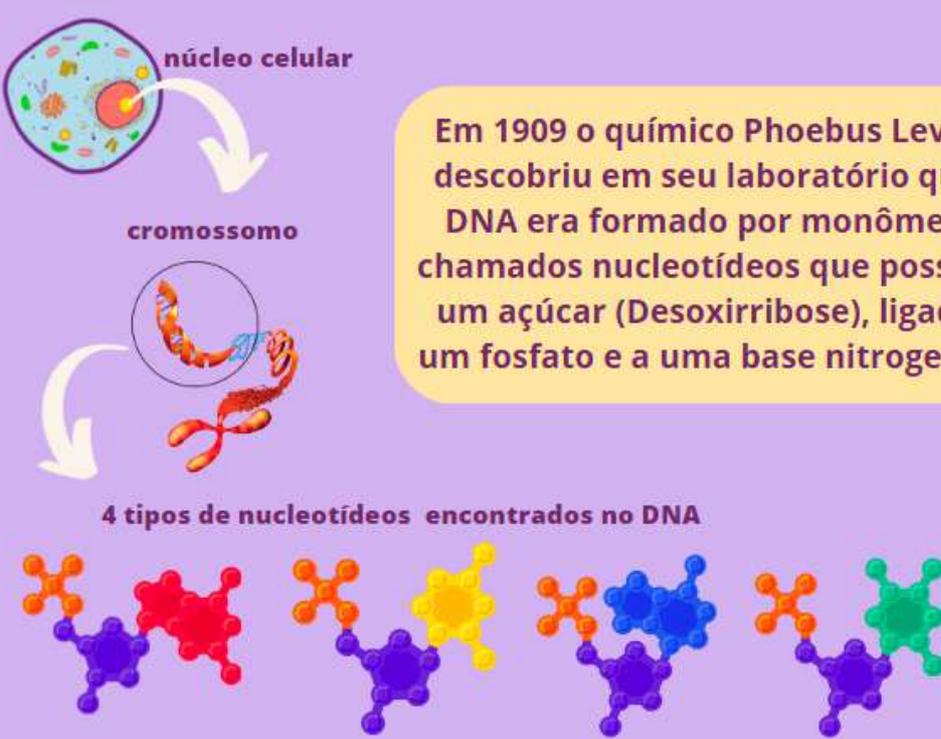


A seguir (p. 59 - 63) está o roteiro da atividade para aplicar em sala de aula. A descrição dos procedimentos se encontra nas páginas. Um processo laboratorial e controlado sendo exposto de maneira simplificada na tentativa de descomplicá-lo. Observe:

**LABORATÓRIO DE GENÉTICA MOLECULAR**



**Olá, estudantes, sou Cell... Nós do laboratório de genética molecular iremos reproduzir alguns experimentos que demonstram as bases da genética. Para isso é necessário que você conheça um pouco sobre a história do DNA. Vamos lá?!**



**núcleo celular**

**cromossomo**

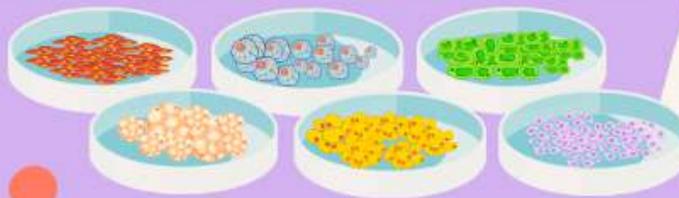
**4 tipos de nucleotídeos encontrados no DNA**

**Em 1909 o químico Phoebus Levene descobriu em seu laboratório que o DNA era formado por monômeros chamados nucleotídeos que possuem um açúcar (Desoxirribose), ligado a um fosfato e a uma base nitrogenada**

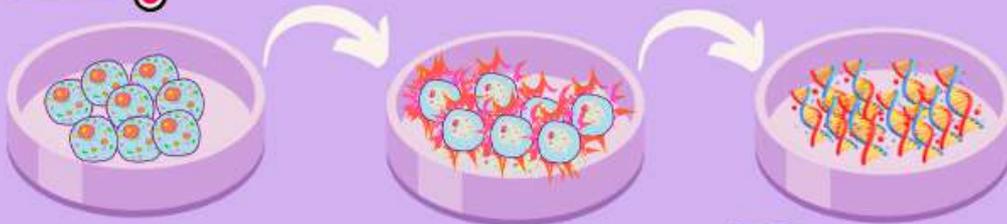
**Não se conhecia tanto sobre a estrutura do DNA somente que eram quatro tipos de nucleotídeos, além de terem proteínas agregadas formando um esqueleto linear. A ciência atribuía a hereditariedade às proteínas. Isto é o que se sabia naquela época sobre o material genético.**

Agora que você conhece um pouco sobre o início do DNA a equipe do laboratório de genética molecular irá reproduzir o experimento desenvolvido por Erwin Chargaff na década de 1950 para você acompanhar.

Vamos ao método! O primeiro passo é selecionar as células dos organismos que serão estudados, neste caso utilizamos organismos de grupos diversificados (animais, plantas, fungos...)



As células são separadas por organismo, nós rompemos suas membranas e utilizamos técnicas bioquímicas para purificar seus DNAs, restando somente estas moléculas para serem estudadas.

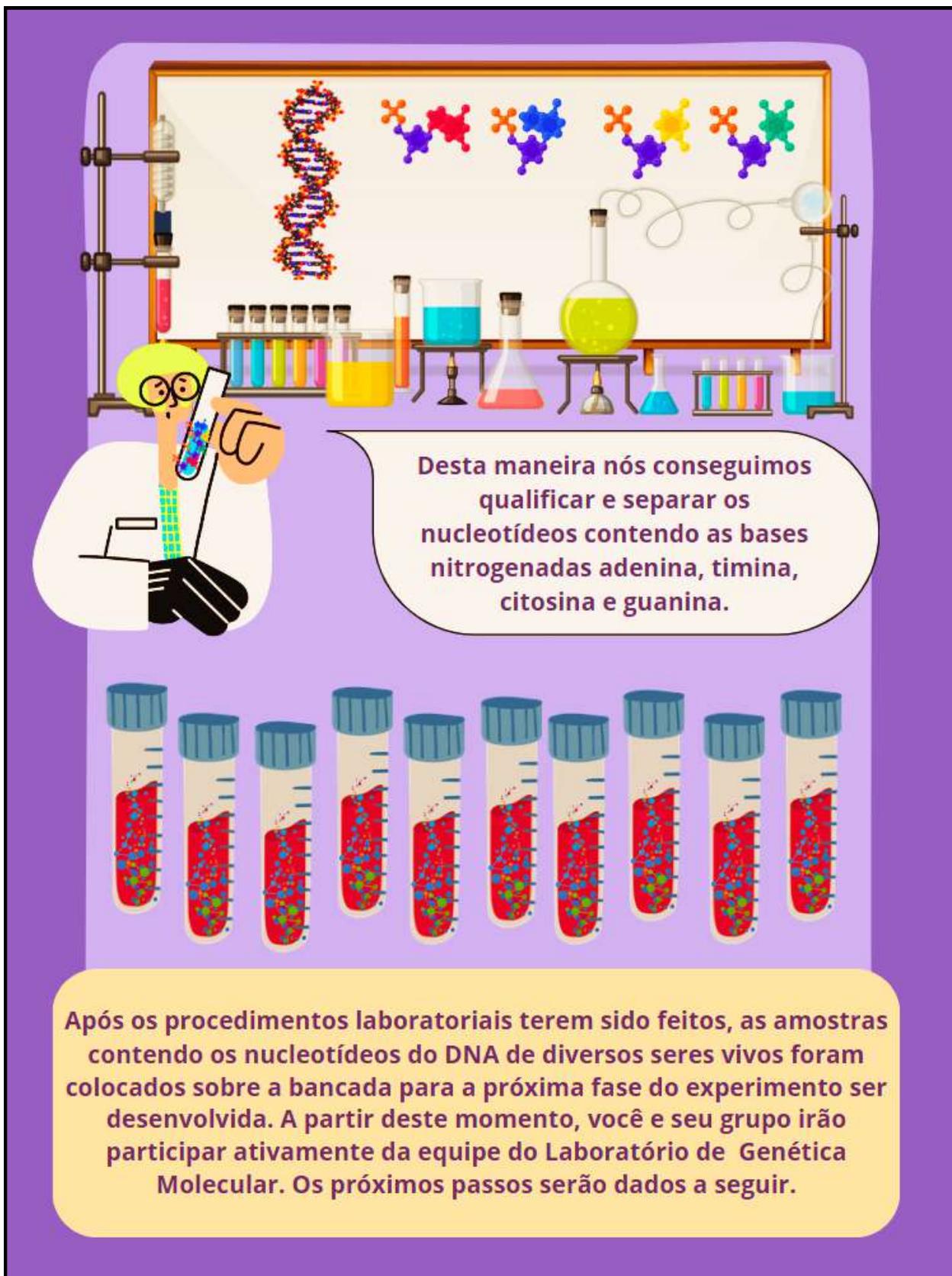


Uma vez o DNA purificado, quebramos quimicamente as ligações fosfodiéster entre os nucleotídeos que ficam livres em uma suspensão.



Aqui são mostradas as células íntegras e depois rompidas com o DNA sendo extraído delas, em seguida é mostrado como são obtidos os nucleotídeos e a separação das amostras.

Cuidamos para que o roteiro criasse uma contextualização de maneira animada e descontraída, mas também com elementos que ajudem os estudantes a entenderem o que está sendo dito para ele.



Desta maneira nós conseguimos qualificar e separar os nucleotídeos contendo as bases nitrogenadas adenina, timina, citosina e guanina.

Após os procedimentos laboratoriais terem sido feitos, as amostras contendo os nucleotídeos do DNA de diversos seres vivos foram colocados sobre a bancada para a próxima fase do experimento ser desenvolvida. A partir deste momento, você e seu grupo irão participar ativamente da equipe do Laboratório de Genética Molecular. Os próximos passos serão dados a seguir.

Tabela para os estudantes preencherem após contarem as amostras nucleotídeos (p. 64). que serão distribuídas para os grupos de estudantes Observe:

As amostras por espécie estão na bancada e deverão ser quantificadas observando e classificando seus nucleotídeos em Adenina, Citosina, Guanina e Timina. Cada grupo irá receber duas amostras de DNA para fazerem a análise.



Amostra	Adenina	Citosina	Timina	Guanina	Total
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					

Considere cada cor sendo um tipo de base nitrogenada diferente.

- Azul = Adenina
- Laranja = Citosina
- Verde = Timina
- Roxo = Guanina

Após o preenchimento da tabela com os dados das amostras que seu grupo recebeu, você irá socializar com os outros grupos os resultados que foram obtidos na sua contagem e também irá anotar na sua tabela os dados colhidos pelos outros grupos. A contagem e as anotações devem ser precisas. Ao final deste momento todos os grupos devem ter os mesmos dados em toda a tabela.

Após vocês acompanharem o experimento do nosso laboratório, eu gostaria de trazer algumas perguntas para seu grupo discutir juntamente com os resultados da sua pesquisa para debater com os outros grupos. Vamos às perguntas???

1 - Existe uma lógica na distribuição dos nucleotídeos na molécula de DNA?

2 - Baseado nos resultados da tabela, como se distribuem as bases nitrogenadas nas duas cadeias de DNA?

3 - Qual seria a hipótese mais plausível que contemple os resultados encontrados no experimento?

Após as discussões e pontos levantados acerca da composição e organização dos nucleotídeos, você irá receber os materiais para a montagem da estrutura do DNA. Você deverá levar em consideração o formato da molécula e o correto pareamento das bases nitrogenadas que compõem o DNA.



Nesta página se encontram perguntas para os estudantes refletirem sobre os pontos trazidos durante a atividade e discutirem com os colegas em sala de aula.

Distribuiremos para os grupos tubos representando moléculas de ácidos nucleicos extraídos de diferentes espécies de seres vivos. Esses tubos contêm contas (miçangas) de diferentes cores que representam as bases que compõem os nucleotídeos.

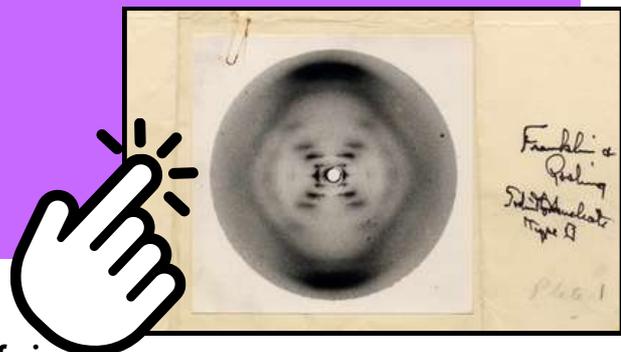
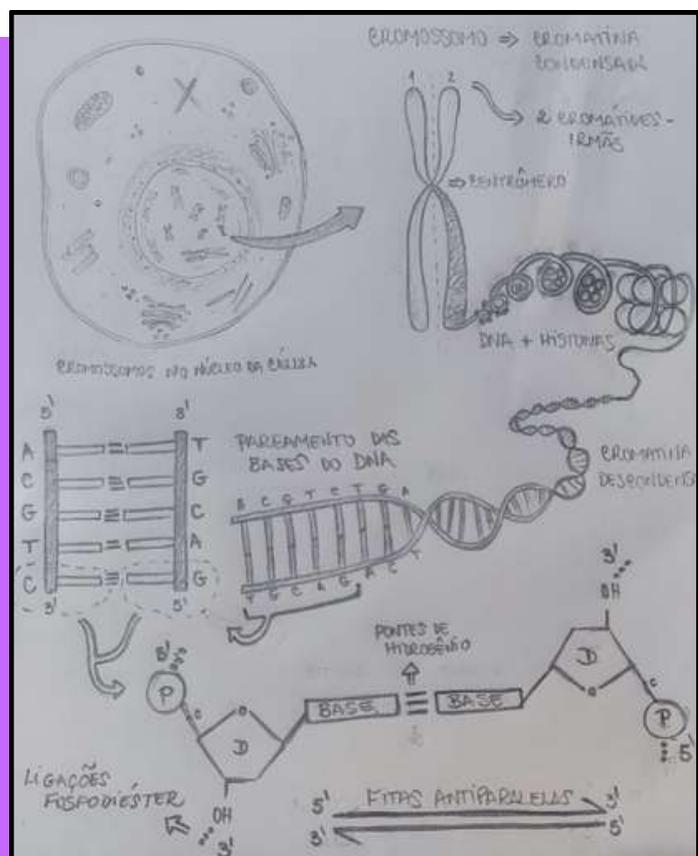


(Adenina = laranja, Timina = roxa, Citosina = azul e Guanina = verde). Alguns dos tubos vão conter contas vermelhas ao invés de contas roxas, representando nucleotídeos que tem como base nitrogenada uracila (U = conta vermelha). Utilizaremos estas amostras para preencher a tabela. Neste tubo que não há correspondência entre as cores e ainda possui a Uracila é um RNA que também fará parte da discussão na *atividade 2: Origem e estrutura do RNA*.

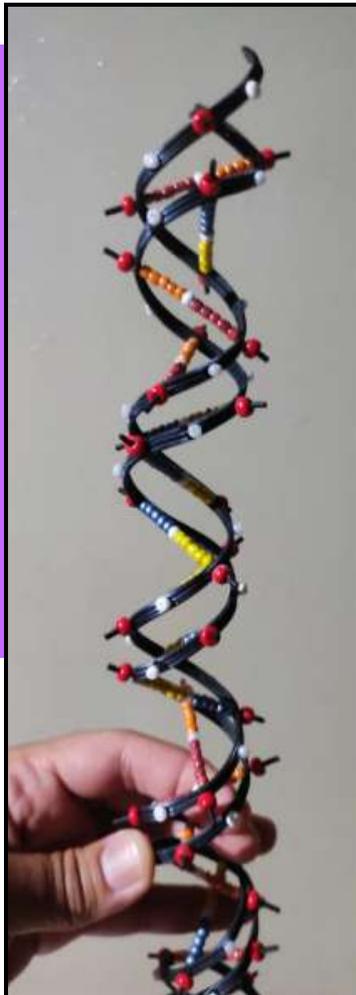
Na tabela (p. 62) os estudantes irão preencher quantas contas de cada cor encontraram nos tubos e o total de contas independente das cores. Em seguida os estudantes vão apresentar seus resultados uns para os outros. Neste momento espera-se que identifiquem que em alguns tubos sempre houve uma correspondência no número das contas laranja (A) e contas roxas (T) e que o mesmo pode ser observado para o número de contas azuis (C) e verdes (G). A ideia é que os estudantes percebam também que o número total de contas vai ser diferente entre os diferentes tubos. Alguns grupos terão recebido os tubos com contas vermelhas ao invés das roxas. Nesses tubos não vai haver qualquer correspondência entre o número de contas de cada cor. Os estudantes precisarão pensar em uma explicação que leve em consideração todos os achados dos grupos e elaborar uma hipótese que tente explicar os seus achados.

Esperamos que os estudantes concluam que o número diferente de contas indica que os tamanhos das moléculas de DNA entre diferentes espécies é diferente. Além disso, esperamos que com essa atividade eles percebam que o número de contas laranjas e roxas é o mesmo, assim como a quantidade de contas verdes e azuis. Essa correspondência entre o número das bases adenina e timina e das bases citosina e guanina, respectivamente, foi uma das evidências utilizadas por Watson e Crick para propor o modelo da dupla hélice para a estrutura da molécula de DNA.

apresentação de imagens de um cromossomo descondensado, das histonas na qual um fragmento da dupla-hélice aparece exposto, além da composição química dos nucleotídeos com as bases (ATCG) e em outro aparece o pareamento das bases (bases purínicas sempre com pirimidínicas). A figura a seguir foi feita à mão, mas é possível que o professor selecione uma figura da internet que tenha características semelhantes para desenvolver o próximo passo. Desta maneira pode-se utilizar o quadro ou o projetor para auxiliar os trabalhos.



**Clique na imagem para conhecer sobre a história de Rosalind Franklin grande pesquisadora cuja descoberta foi essencial para desvendar o formato da molécula de DNA - Canal *Verve Científica*.**

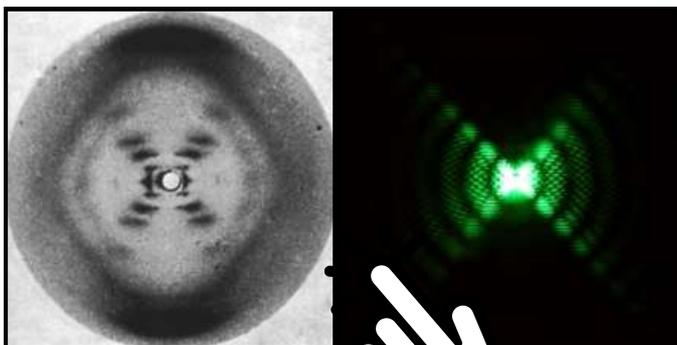


A partir daí a ideia é utilizar materiais para a confecção da molécula de DNA levando em consideração as informações obtidas através da parte inicial da atividade. Na figura abaixo o modelo didático foi confeccionado com cabo de fibra óptica para instalação de internet e miçangas. As barras de metal onde as miçangas foram fixadas para representar a ligação entre os pares de base foram obtidas no interior do cabo de fibra óptica.

Clique na imagem para conhecer o contexto histórico sobre a descoberta da molécula de DNA do canal *Khan Academy*. Na imagem *Watson & Crick*.



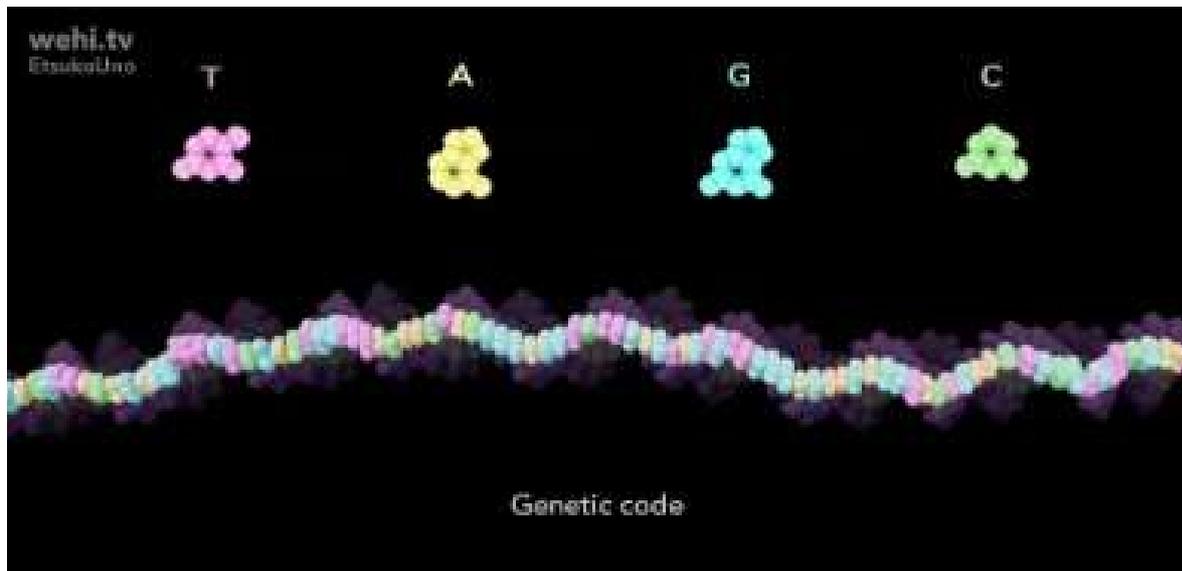
Muitas foram as pessoas envolvidas na descoberta da conformação molecular do DNA e quando for aplicar esta atividade busque fazer um panorama histórico de como isto ocorreu. Uma parte desta atividade é tentar replicar em sala de aula as ideias contidas no vídeo a seguir:



Clique na imagem para assistir o vídeo do canal *Minute Laboratory*



Experimento de maneira prática demonstrando como a pesquisadora Rosalind Franklin fez a fotografia 51, utilizando um laser verde apontado para um filamento de lâmpada incandescente.



Clique na imagem  
para o vídeo  
do canal do  
Youtube  
WEHi Movies



Aqui você pode ver diversos processos que ocorrem com o material genético no interior das células, o áudio do vídeo é uma simulação do som dos processos e com legenda em inglês de fácil compreensão. Este vídeo mostra de maneira desacelerada os incríveis processos estudados durante a atividade.

Nesta atividade, os grupos que receberam os tubos com as contas vermelhas vão perceber que não existe qualquer correspondência entre o número de contas vermelhas, azuis, verdes ou laranjas, além disso também poderiam perceber a ausência das contas de cor roxa. Ao final das discussões espera-se que os estudantes proponham que nestes tubos o ácido nucléico extraído das espécies era diferente, a partir daí trabalhamos a composição do ácido ribonucleico (RNA), formado por uma única fita de ribonucleotídeos unidos. Este momento da atividade é o ponto de conexão entre a presente atividade e a *atividade 2* que se encontra a seguir.

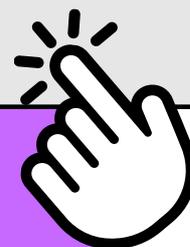
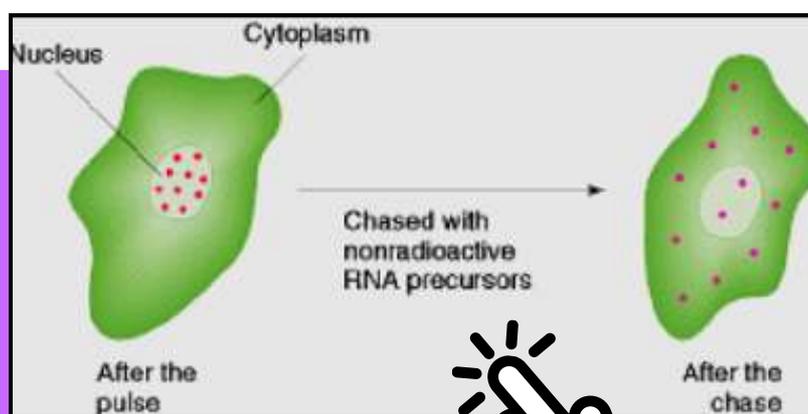
## Atividade 2: Origem e estrutura do RNA

Esta atividade será aplicada em sequência à *atividade 1*, de preferência na mesma aula, utilizando a situação gerada pelas amostras de RNA recebidas por alguns grupos. A atividade tem por objetivo mostrar as diferenças entre os nucleotídeos formadores do DNA e RNA, além das diferenças estruturais como o RNA ser uma fita única e o DNA uma dupla-hélice. Apesar do RNA ser uma fita única, há uma estrutura da molécula por pareamentos intramoleculares. A atividade também mostra as imagens do processo de transcrição do DNA em RNA e do processamento pós-transcricional do pré-RNA para o RNA mensageiro. Esta atividade vai incluir diversas perguntas acerca de como este processo ocorre e quais são as diferenças básicas entre os dois tipos de ácidos nucléicos levando em consideração que RNA tem Uracila e DNA tem Timina, o açúcar nos dois tipos de moléculas são diferentes (ribose e desoxirribose).

DNA	RNA
<ul style="list-style-type: none"><li>• Dupla hélice</li><li>• Nucleotídeos: A, T, C e G</li><li>• Presença de Timina</li><li>• As quantidades de nucleotídeos A-T são idênticas e C-G também</li><li>• A pentose é a Desoxirribose</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Fita única com pareamento intramolecular</li><li>• Nucleotídeos: A, U, C e G</li><li>• Presença de Uracila</li><li>• Não há uma relação entre as quantidades dos nucleotídeos</li><li>• A pentose é a Ribose</li></ul>

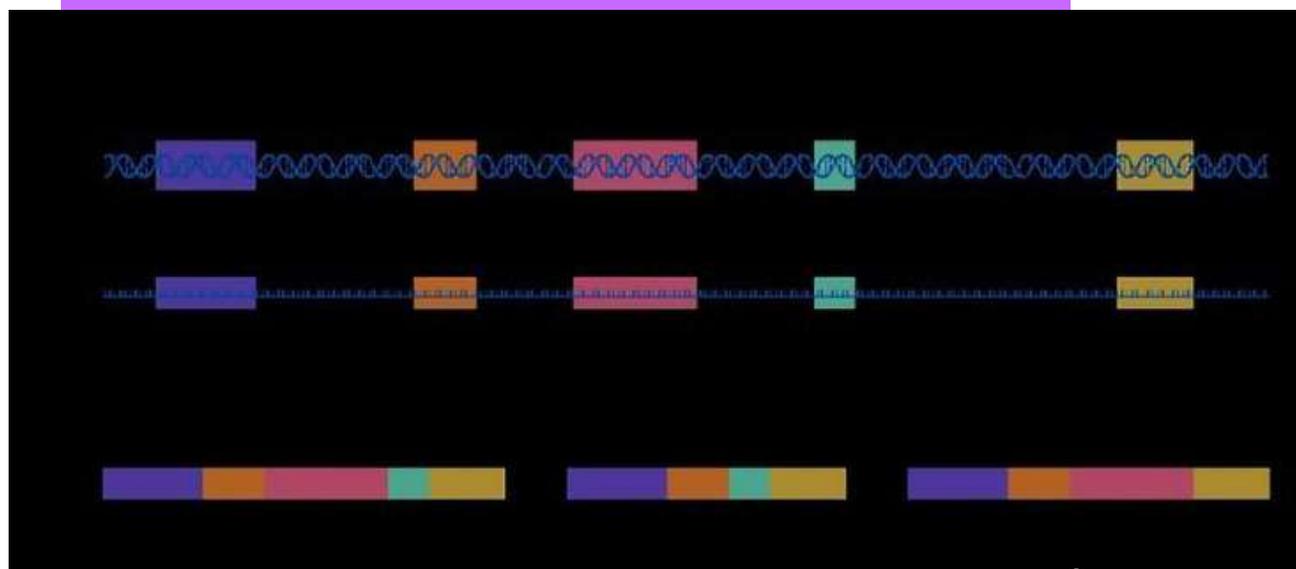
Sugerimos que os professores utilizem o experimento de Volkin e Astrachan realizado em 1957 como ponto de partida para discussões sobre as funções de DNA e de RNA. Neste experimento os pesquisadores utilizaram células eucarióticas crescidas na presença de nucleotídeos contendo Uracila marcada radioativamente. Em seguida o meio é trocado de forma que agora não existe mais radioatividade a ser incorporada pelas células. Foi observado que no início do experimento a radioatividade ficava concentrada no núcleo, mas ao retirar o meio contendo a uracila radioativa, com o passar dos minutos a radioatividade passava a ser encontrada no núcleo e no citoplasma. Se o mesmo experimento fosse realizado utilizando timina radioativa a radioatividade permanecia sempre no núcleo da célula e não se espalhava para o citoplasma (veja o esquema abaixo). Com este experimento foi concluído que o DNA estava presente sempre no núcleo das células eucarióticas e que o RNA é sintetizado no núcleo e depois era levado para o citoplasma. Isso sugeria que o RNA era uma molécula que poderia carregar as informações contidas no DNA para o citoplasma.

Em células eucarióticas a marcação das moléculas de RNA com **uracila** radioativa gerava acúmulo rápido de radioatividade no núcleo celular e depois da retirada da uracila radioativa (pulse-chase ou pulso-caça) detectavam que as moléculas de RNA se moviam do núcleo para o citoplasma. (Volkin e Astrachan, 1957)



Clique na imagem para saber mais sobre o experimento

Os estudantes deverão levantar as hipóteses referentes à presença desses nucleotídeos em diferentes regiões da célula (Timina está no núcleo e Uracila migra do núcleo para o citoplasma). Estimular os estudantes a pensarem por qual motivo isso ocorre. É importante levar em consideração as características apresentadas no quadro anterior (p. 68), pois fará diferença quando os estudantes forem montar os modelos didáticos tanto de DNA quanto de RNA. Discuta os resultados com os estudantes e demonstre nos modelos, onde estão os referidos nucleotídeos.



Vamos abordar a retirada dos introns (splicing). As imagens seguem uma sequência que sugere os passos do processo aos estudantes que em grupo deverão representar as moléculas utilizando algum material disponível em sala (miçangas, pinos mágicos, sementes, papéis coloridos ou qualquer material alternativo para representar o material genético que será “processado” durante a atividade como sugere a imagem. Trabalharemos com os estudantes a ideia que um gene pode gerar um transcrito que dará origem a vários RNA maduros cada um originando uma proteína.



Clique na  
imagem para  
saber mais sobre  
splicing no canal  
*Instante Biotec*

## Atividade 3: Tradução do RNA em proteínas

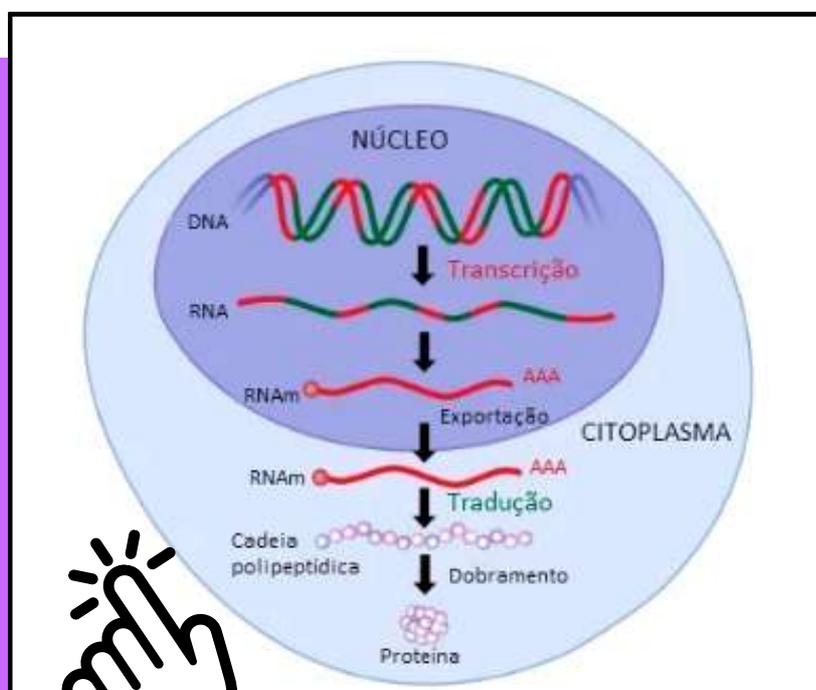
Nesta atividade constam imagens como um processo que vai do DNA à proteína envolvendo a presença de ribossomos e de RNA mensageiro. As perguntas giram em torno da complementaridade dos códons de uma tabela (trincas) com a sequência de bases da fita de RNA mensageiro. Começamos esta atividade com a seguinte pergunta geradora:

questão-problema:

***como os aminoácidos se agrupam para formar uma proteína?***

Para compreender os processos que ocorrem até a síntese de proteínas observe o quadro abaixo:

A partir desta imagem podemos entender os processos que ocorrem do DNA até às proteínas. As moléculas intermediárias (RNAs) já terão sido estudadas nas atividades anteriores e o foco seria desenvolver melhor como uma proteína se forma e a conformação que ela irá adquirir ao final de sua síntese.



Clique na imagem e saiba mais sobre RNA na página do *Toda Matéria*

Durante a atividade sugerimos que os professores mostrem a imagem do código genético e perguntem aos estudantes se eles reconhecem o que é aquilo e qual sua importância. Aqui é importante fazer uma pequena exposição dialogada sobre o código genético e em seguida cada grupo recebe uma sequência de nucleotídeos para traduzir baseado na tabela do código genético (ver o pareamento das bases).

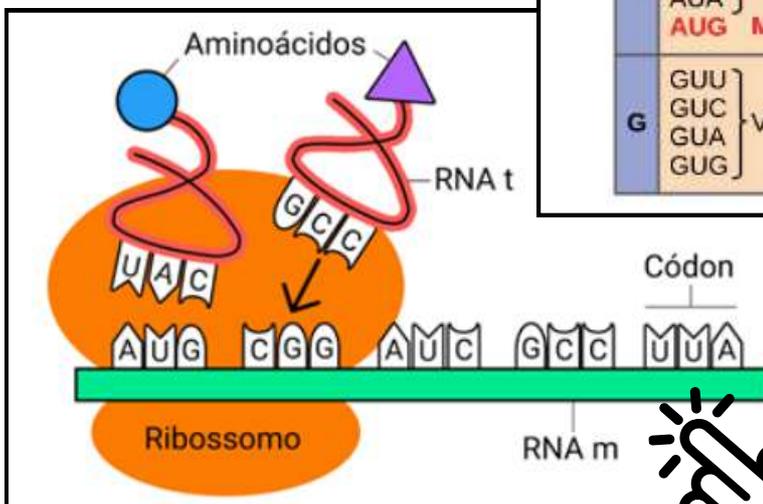
A tabela de códons (código genético) é uma maneira de entender a tradução do RNA mensageiro em proteína através da leitura dos ribossomos durante este processo celular. O RNA mensageiro possui uma sequência de nucleotídeos determinada e estes códons estão dispostos em sua continuidade. Observe que há um códon **AUG (met)** responsável pela iniciação do processo de tradução, a metionina será o primeiro aminoácido inserido na cadeia polipeptídica e a partir daí seguem os próximos códons a serem lidos, à medida que vão sendo lidos 3 a 3, um aminoácido novo é inserido até chegar a um dos três códons de parada (**UAA, UAG** ou **UGA**) que é quando o ribossomo cessa o processo e libera a molécula de proteína sintetizada.

Clique na tabela de códons referentes aos aminoácidos formando o código genético (Khan Academy)



		Segunda letra				
		U	C	A	G	
Primeira letra	U	UUU } Phe UUC } UUA } Leu UUG }	UCU } UCC } Ser UCA } UCG }	UAU } Tyr UAC } UAA Parada UAG Parada	UGU } Cys UGC } UGA Parada UGG Trp	U C A G
	C	CUU } CUC } Leu CUA } CUG }	CCU } CCC } Pro CCA } CCG }	CAU } His CAC } CAA } Gln CAG }	CGU } CGC } Arg CGA } CGG }	U C A G
	A	AUU } AUC } Ile AUA } <b>AUG Met</b>	ACU } ACC } Thr ACA } ACG }	AAU } Asn AAC } AAA } Lys AAG }	AGU } Ser AGC } AGA } Arg AGG }	U C A G
	G	GUU } GUC } Val GUA } GUG }	GCU } GCC } Ala GCA } GCG }	GAU } Asp GAC } GAA } Glu GAG }	GGU } GGC } Gly GGA } GGG }	U C A G

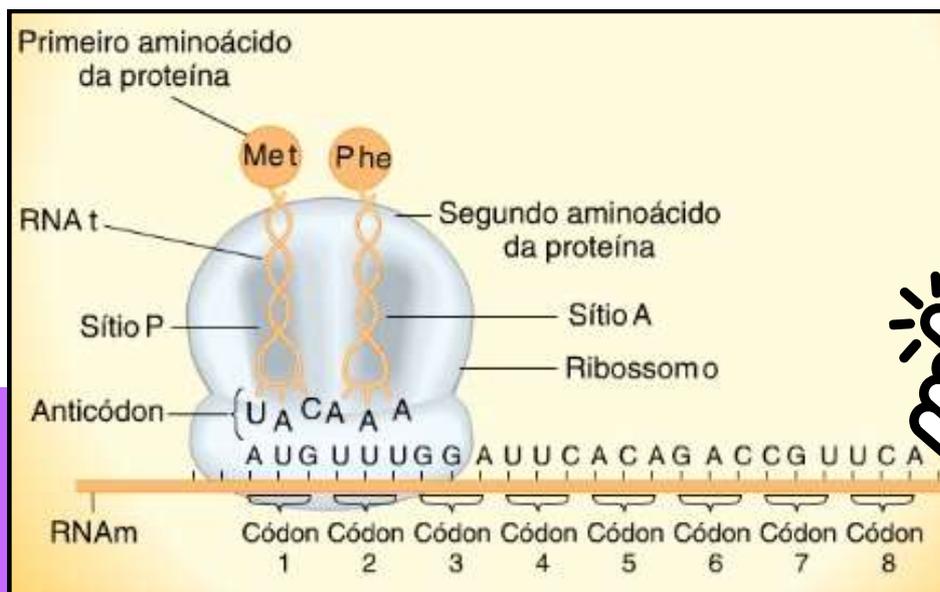
Terceira letra



Esquema de ribossomo fazendo a tradução do RNA mensageiro em proteína agrupando os aminoácidos, observe que cada aminoácido vem associado a um códon (trinca de nucleotídeos).

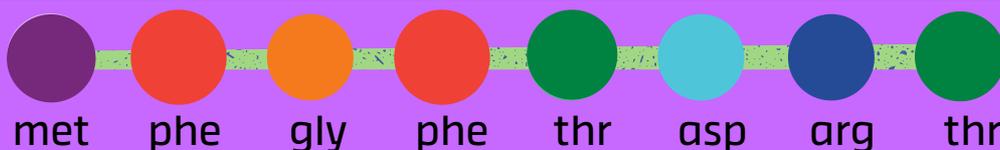
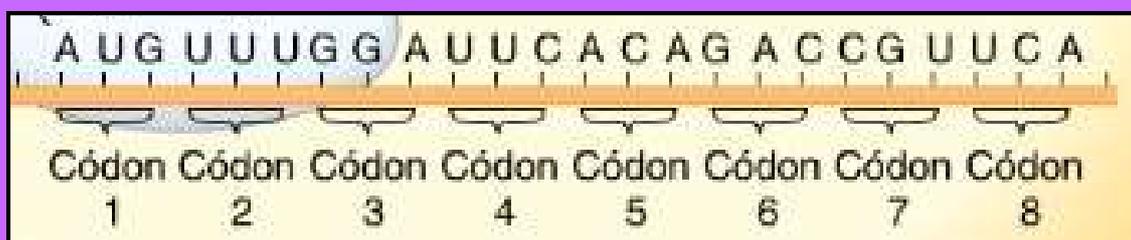
Clique na imagem de *Descomplica*

Durante a atividade sugerimos que os professores mostrem a imagem do código genético e perguntem aos estudantes se eles reconhecem o que é aquilo e qual sua importância. Aqui é importante fazer uma pequena exposição dialogada sobre o código genético e em seguida cada grupo recebe uma sequência de nucleotídeos para traduzir baseado na tabela do código genético. Os estudantes farão o pareamento dos códons aos seus respectivos aminoácidos. Observe no quadro abaixo:



Clique na imagem de *Descomplica* para saber mais sobre síntese de proteínas

O RNA mensageiro que está sendo lido pelo ribossomo possui 8 códons, cada um deles (trinca) representa um aminoácido que será inserido na proteína. Na imagem abaixo podemos observar a correspondência entre a sequência do RNA m e da proteína produzida.



Sequência de aminoácidos que obtemos observando a tabela de códons, observe que códons diferentes podem gerar os mesmos aminoácidos.

De posse do conhecimento sobre o que são ácidos nucleicos e o que são proteínas, pretendemos montar com os estudantes modelos didáticos utilizando peças encaixáveis para representar seus monômeros e como são formadas as proteínas a partir do seu processo de construção (tradução do RNA mensageiro). Após a atividade anterior os estudantes puderam entender que a proteína se apresenta em uma sequência de aminoácidos determinados pela ordem dos códons do código genético. A partir deste ponto anunciamos a esta parte da atividade que será a montagem de algum modelo didático representativo do processo de tradução. Observe o exemplo abaixo:

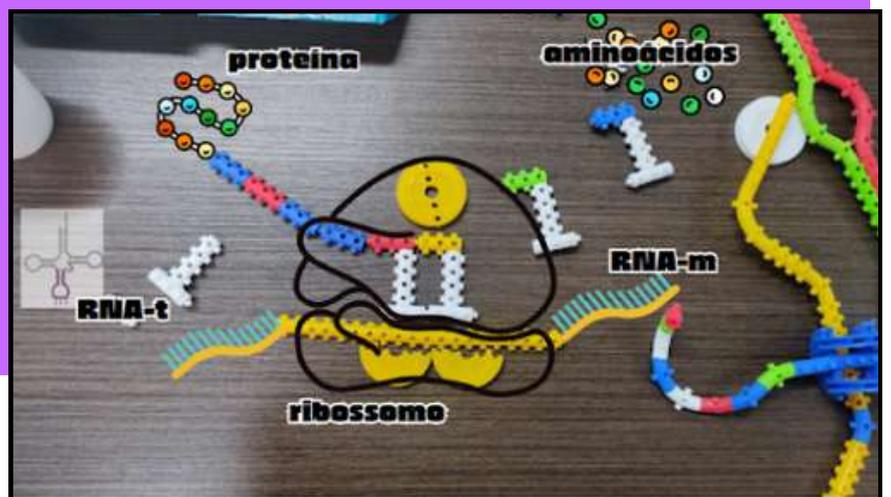


No modelo didático desenvolvido com pinos mágicos é possível elucidar alguns processos ocorrentes com os ácidos nucleicos. Por exemplo, desejamos mostrar a molécula de DNA em replicação através da ação da DNA polimerase. Além disso, o processo de produção de RNA através da ação da RNA polimerase. Por sobre a molécula de RNA o ribossomo “caminha” e monta uma cadeia proteica. Este evento ocorre em bactérias.

Os materiais para desenvolver esse modelo foram peças de pinos mágicos e na imagem da parte inferior foram inseridos elementos para facilitar a compreensão e para criar uma legenda para quando os estudantes acessarem o material.

Nas imagens abaixo mostramos o processo de elucidação do processo de tradução feito a partir da leitura do RNA mensageiro pelo ribossomo. Neste caso as peças por serem móveis facilita a compreensão da chegada dos RNA transportadores carregando os aminoácidos até a região que representa o ribossomo para a síntese proteica.

Na representação criamos um formato para fazerem o papel do RNA transportador que se encaixam no RNA mensageiro quando este está sobreposto pelo ribossomo, com a legenda fica mais claro o papel das moléculas participantes do processo de tradução.



Com esta atividade podemos frisar que peças modulares enriquecem as ideias e estimulam a criatividade dos estudantes durante o processo ensino-aprendizagem. Além disso, os passos que foram desenvolvidos nesta atividade permitem diversos pontos de discussão importantes, além de trabalhar a ideia de que as proteínas são produtos da ação dos ácidos nucleicos em sua complexidade molecular.

## Atividade 4: Explorando o PDB – Protein Data Bank

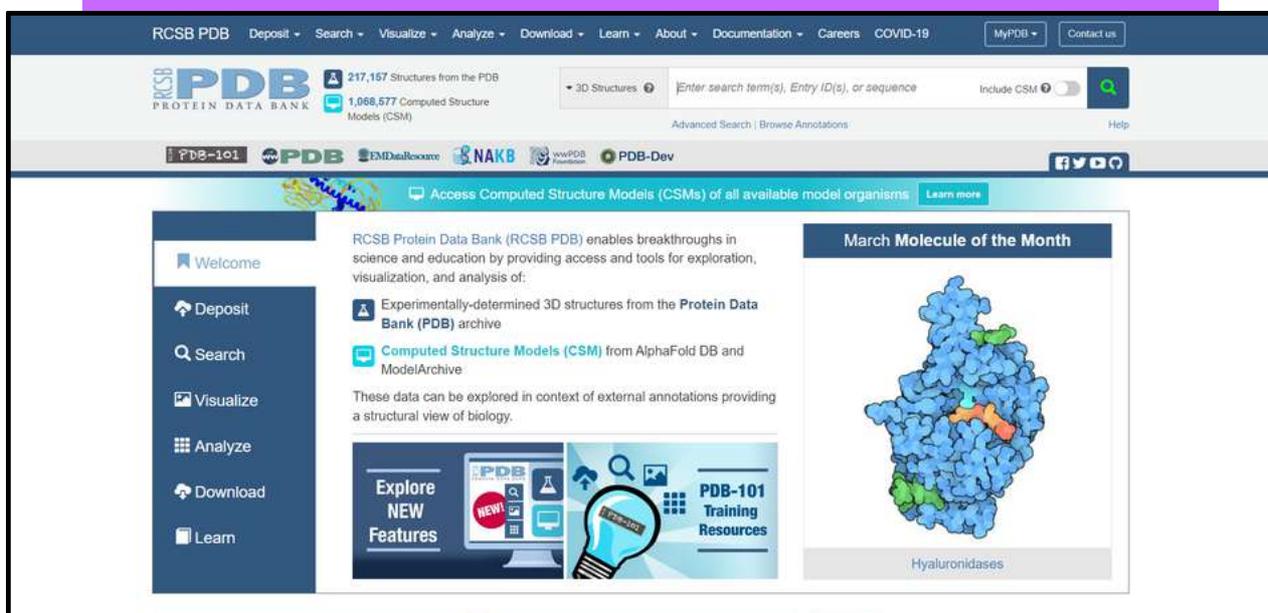
Nesta atividade sugerimos um roteiro onde os alunos irão explorar o banco de dados de proteínas e ácidos nucleicos, o *PDB – Protein Data Bank*, entendendo com maiores detalhes a estrutura destas moléculas que foram depositadas por pesquisadores de todo mundo no site. Os estudantes deverão escolher um roteiro acerca das proteínas ou ácidos nucleicos disponíveis e explorar estas moléculas para entenderem melhor sobre cada uma delas (enzima, proteína transmembrana, DNA, RNA, etc.). A ideia principal é pesquisar e transpor as ideias para modelos com materiais disponíveis, além de fazerem a socialização dos resultados da pesquisa com os outros colegas. A discussão deve gerar em torno de como a estrutura da molécula determine a sua função no organismo.

O *Protein Data Bank* permite avanços na ciência e na educação, fornecendo acesso e ferramentas para exploração, visualização e análise de estruturas 3D determinadas experimentalmente por pesquisadores ou também por modelos computacionais que preveem como são determinadas estruturas moleculares de proteínas, proporcionando uma visão estrutural da biologia.



**Clique na imagem para  
acessar e explorar o  
*Protein Data Bank***

Para exemplificar o trabalho que o professor pode desenvolver, trazemos a atividade desenvolvida durante a aula de proteínas do PROFBIO na qual deveríamos em dupla estudar e apresentar uma aula sobre uma proteína específica. Eu e a minha dupla escolhemos a enzima digestiva Pepsina desenvolvendo uma situação-problema com a história da *Pepsi* cujo nome é semelhante e originalmente era utilizado como remédio para má digestão. Ambientamos a aula em torno dessa informação, passamos pela utilização do *Protein Data Bank* e desenvolvemos até chegar no modelo didático que representa a Pepsina com seu sítio ativo. Observe os passos para o site:



Página inicial do *Protein Data Bank* traduzida para o português pelo *Google*. Durante a busca é importante saber que as moléculas estão nomeadas em inglês, ao pesquisar digitar “*pepsin*”.

**1PSN** Fazer download do arquivo Visualizar arquivo

**A ESTRUTURA CRISTAL DA PEPSINA HUMANA E SEU COMPLEXO COM PEPSTATINA**

Fujinaga, M. , Chernaia, MM , Tarasova, N. , Mosimann, SC , James, MNG

(1995) Proteina Sci 4 : 960-972

**Lançado** 20/04/1995

**Método** DIFRAÇÃO DE RAIOS X 2,2 Å

**Organismos** Homo sapiens

**Macromolécula** PEPSINA 3A (proteína)

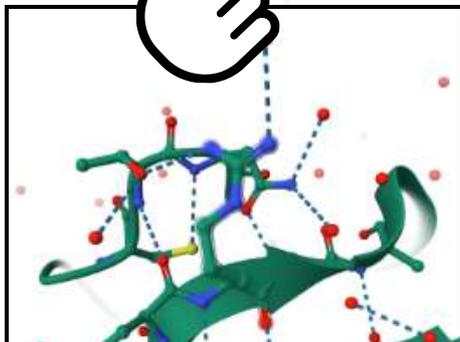
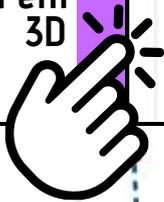
Explorar em 3D



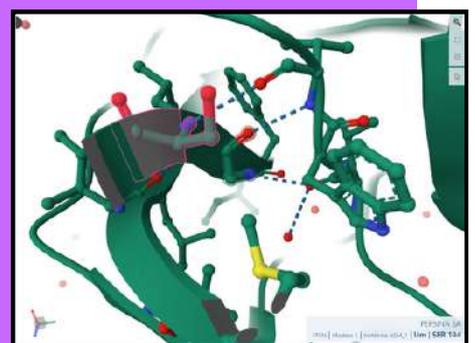
Clique na imagem para explorar a estrutura da pepsina em 3D

Desenvolva algumas ideias de proteínas que podem ser utilizadas pelos estudantes durante a atividade e que possam explorar o site de maneira orientada. Objetiva-se que consigam associar as conformações moleculares com fatores intrínsecos às moléculas como as características químicas dos aminoácidos componentes destas proteínas e sua disposição na molécula. Além da ordem que se encontram os aminoácidos o comprimento da molécula proteica pode ser utilizado como critério para definir algumas características. Busque criar uma questão ou situação-problema para contextualização da atividade. Abaixo se encontram os *prints* de tela do *PDB* utilizados:

Clique na imagem para explorar a estrutura da pepsina em 3D



Após pesquisar pela enzima pepsina na área de busca do *Protein Data Bank* é possível observar como é a conformação da molécula, sua interatividade com a água, quantidade de aminoácidos e a posição de cada aminoácido na cadeia polipeptídica, além de observar as interações intramoleculares entre os resíduos de aminoácidos das suas cadeias laterais. Ao explorar as moléculas disponíveis no *PDB*, é possível buscar por estruturas com semelhança bioquímica, entender o gene que as originaram e as técnicas de obtenção das amostras observadas.

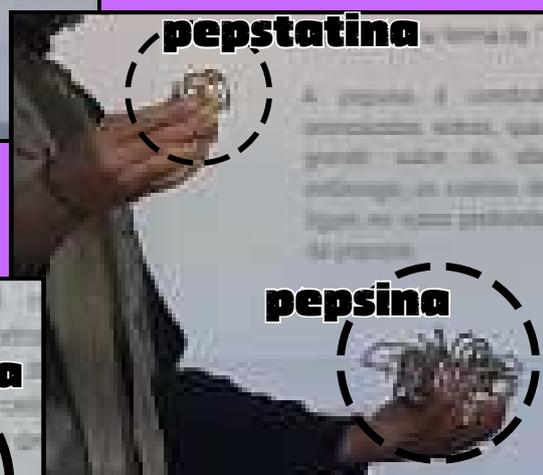


Após observar como as moléculas de proteína se estruturam de maneiras diferentes, podemos partir para a criação do modelo didático para representar a proteína estudada. No caso da pepsina, observada no *Protein Data Bank*, desenvolvemos um modelo para representá-la a partir de miçangas e arames contorcidos para dar a conformação da molécula, também fizemos uma sequência menor para representar o inibidor enzimático da sua função (pepstatina) como representadas nas imagens abaixo. Observe:



Representação de moléculas proteicas estudadas a partir da navegação no site *PDB*, pepsina (protease) e pepstatina (inibidor enzimático)

Modelos didáticos para demonstrar a pepsina inibida pela pepstatina



Abaixo em verde pepsina e em vermelho pepstatina

Quando o complexo pepsina-pepstatina está formado a pepsina permanece inativa, ela só funcionará quando a pepstatina liberar seu sítio ativo



Clique na imagem para explorar a estrutura tridimensional de proteínas e ácidos nucleicos para as discussões em sala de aula



## Tópico 5 : Acervo do Laboratório de Produção Científica

Nas atividades deste tópico a intenção é a organização e montagem em uma coleção dos materiais produzidos durante a sequência didática, buscando o envolvimento dos estudantes no processo fazendo com que eles tomem para si a responsabilidade pelo espaço onde estes materiais e modelos serão guardados na escola. O material produzido nas aulas será de utilização comum entre os professores e alunos, podendo ser acessados tanto os modelos quanto os roteiros das atividades.

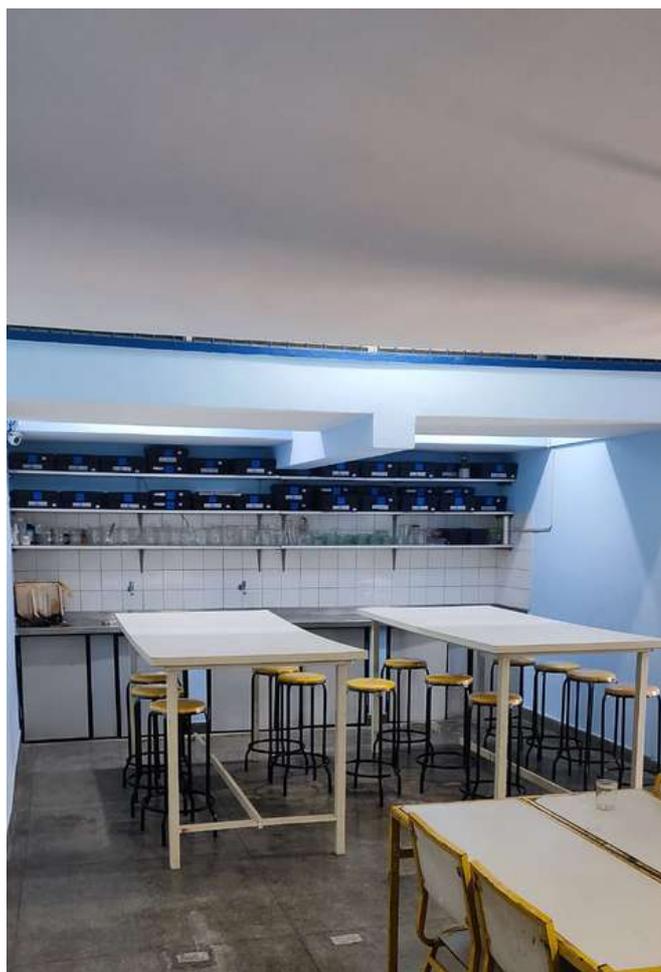
A estrutura das atividades associadas ao *Tópico 5 : Acervo do Laboratório de Produção Científica* está no quadro abaixo com seus respectivos tempos:

1 - Organização dos modelos de biomoléculas	2 tempos
2 - Álbum de fotografia dos modelos didáticos	
3 - Expo Cel - Exposição dos trabalhos desenvolvidos durante as atividades	Evento escolar

O conteúdo deste tópico pode ser desenvolvido durante os outros tópicos, já que se trata de aspectos organizacionais que dependem de fotografias, criação de modelos, desenvolvimento de roteiros de atividades. Portanto, no decorrer da sequência estes materiais podem sendo compilados em uma coleção, física e digital.

# Atividade 1: Organização dos modelos das biomoléculas

Esta é uma etapa importante da nossa sequência didática investigativa que visa organizar os modelos didáticos, etiquetá-los e descrevê-los em um espaço onde possam ser visualizados ou facilmente acessados no laboratório de produção científica. Caso os modelos e materiais de aula não fiquem expostos, é importante deixá-los em local limpo e organizados para aulas posteriores. É necessário que se crie as condições para que o material produzido seja buscado por outros professores e estudantes.

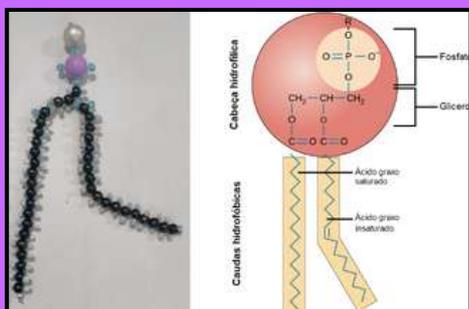


Este é o espaço escolar disponível na escola para a organização dos materiais de uso compartilhado entre as ciências da natureza. Pode ser utilizado prateleiras, armários, pastas de arquivos, caixas organizadoras entre outros materiais que permitirão uma melhor organização do espaço e conseqüentemente maior acesso. Organizar uma coleção didática demanda tempo e espaço que se for específico para tal melhor. Esta etapa traz aos estudantes uma sensação de pertencimento ao espaço, desta maneira passam a cuidar melhor do patrimônio escolar.

## Atividade 2: Álbum de fotografias dos modelos didáticos

O registro fotográfico para o desenvolvimento das atividades é essencial para criar um banco de memórias para que os estudantes revisitem e com isso retomem os conceitos estudados durante a sequência didática. Propomos a impressão de fotografias dos modelos desenvolvidos mostrando as suas partes, legendando os átomos (miçangas do mesmo tipo representam o mesmo átomo, por exemplo) e inserindo informações adicionais. Esta atividade é importante para poder através das fotos ensinar as potencialidades do modelo a quem o manuseia, permitindo que os estudantes componham as etiquetas para poderem trabalhar os conceitos inerentes aos modelos. Como exemplo os modelos apresentados em algumas atividades:

Modelo didático de membrana plasmática disposto em bicamada lipídica junto às moléculas de água e seus componentes. Abaixo a estrutura química de um glicerofosfolípido



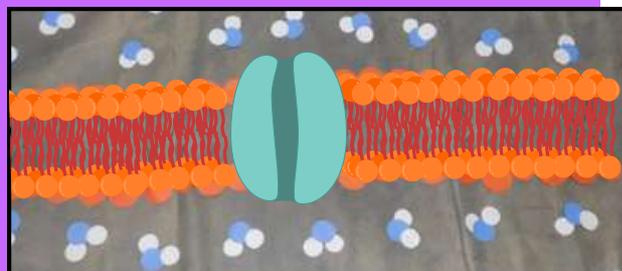
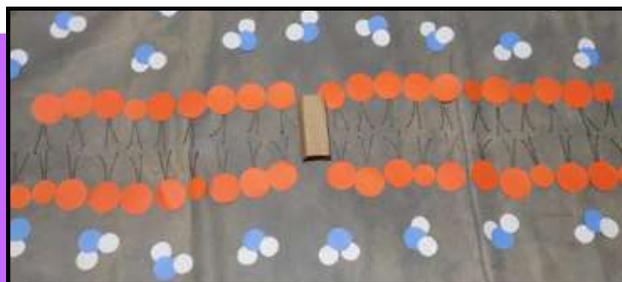
Glicerofosfolípido com seus átomos e regiões hidrofílica e hidrofóbica



Em ordem: colesterol, glicerofosfolípido, glicoproteína, glicolípido e proteína.



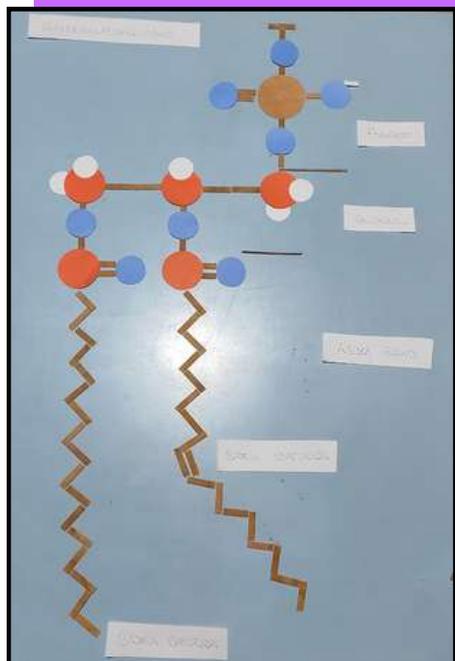
Modelo didático de membrana plasmática feito de círculos de papel e grampos de cabelo juntamente com moléculas de água e um tubo de papel para representar uma proteína de canal. Abaixo a mesma imagem editada para representar melhor as estruturas mencionadas.



Desenho de uma fragmento de membrana plasmática representando algumas das moléculas que a compõe.

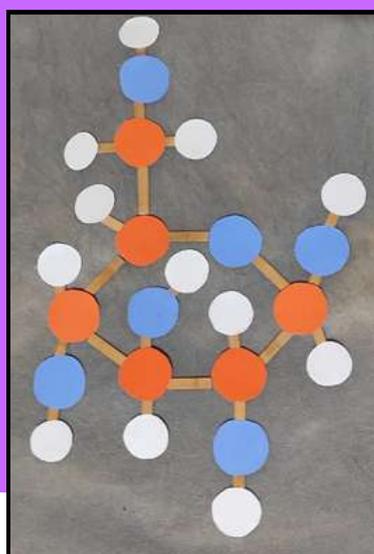
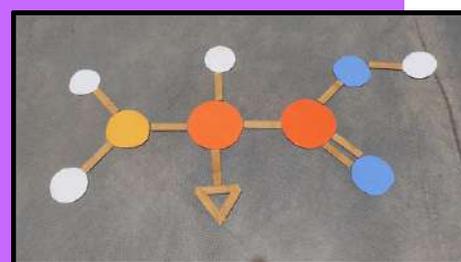


Representação de proteína com conduíte helicoidal com pontes dissulfeto

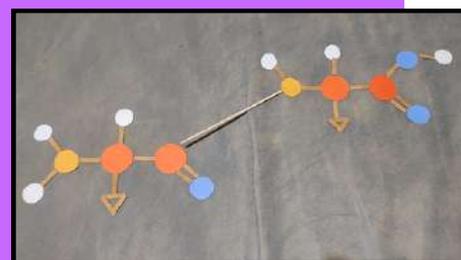


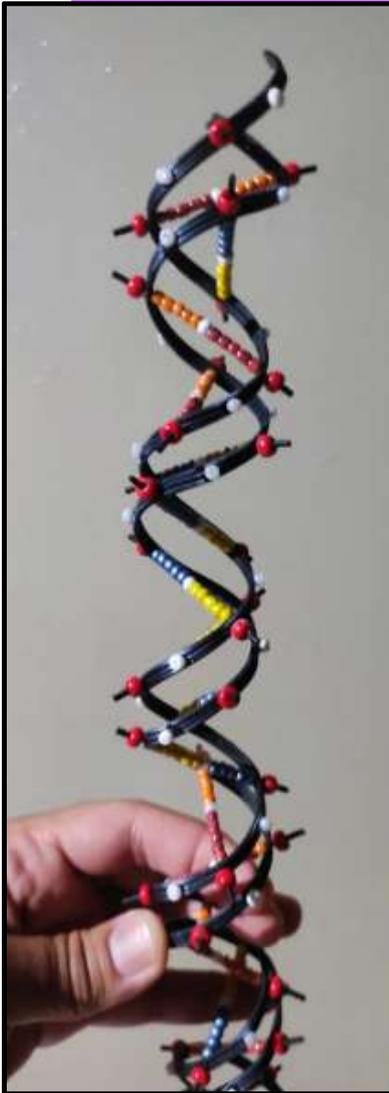
Modelo de estrutura química de um glicerofosfolipídio

Representação de aminoácidos e da ligação peptídica

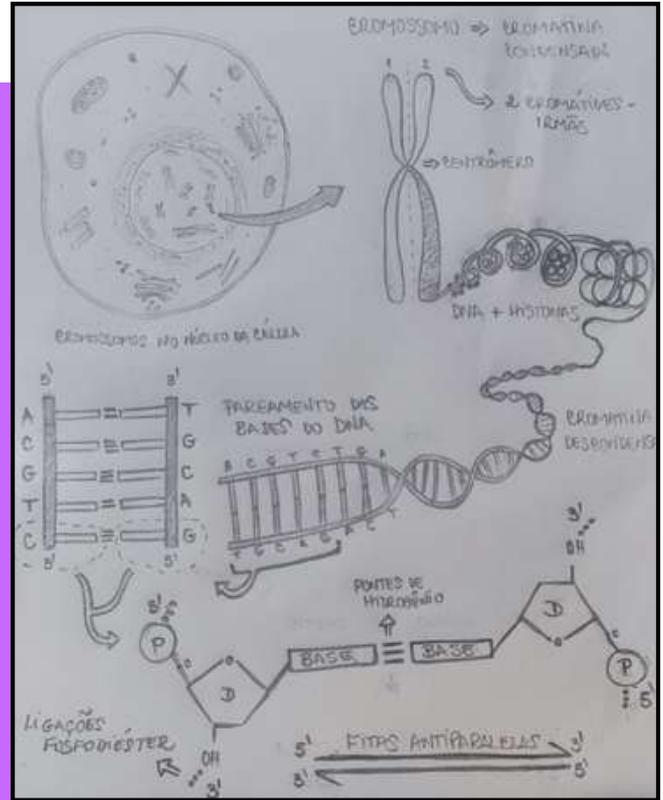


Representação de uma molécula de glicose cíclica





Modelo de molécula de DNA feito a partir de miçangas e cabo de fibra óptica de internet.



Desenho de uma célula demonstrando o seu cromossomo sendo observado em sua complexidade. O material genético é mostrado desenovelando-se cada vez mais de perto com seus pareamentos de bases nitrogenadas (A,T,C,G).

Representação de uma molécula de DNA enovelada em histonas para a formação de um cromossomo

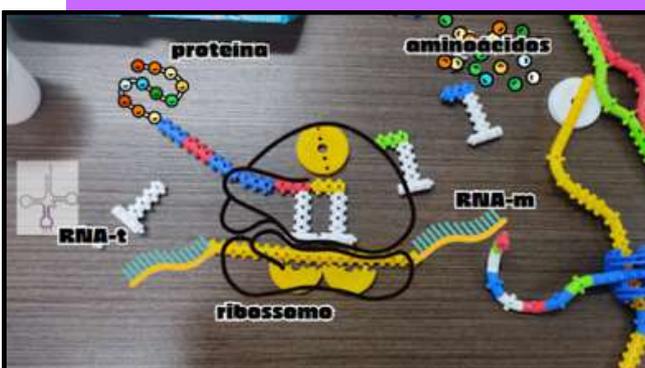
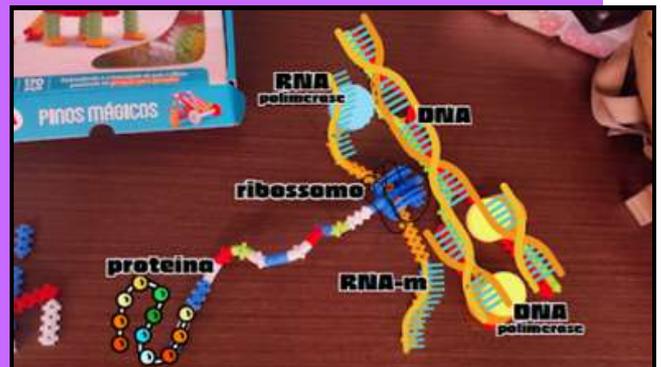


Representação de amostras de nucleotídeos para a atividade acerca dos experimentos de Erwin Chargaff sobre o DNA.



Modelo de proteínas feitas de miçangas para uma aula de função e estrutura destas moléculas, no caso uma enzima do sistema digestório (pepsina) e a molécula inibidora desta enzima (pepstatina).

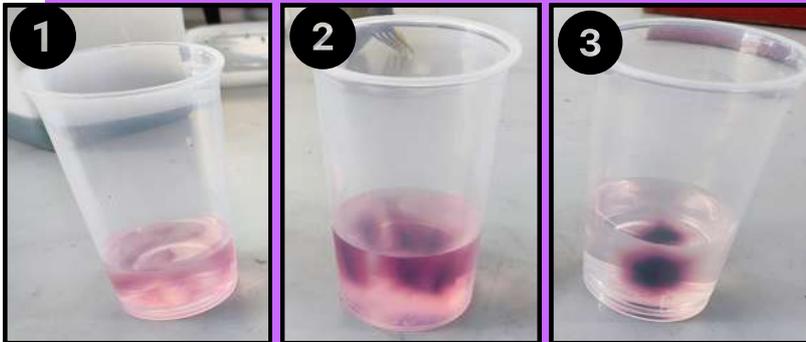
A representação ao lado é de alguns processos de que ocorrem com o DNA para a produção de proteínas, a imagem possui legenda e foi editada sobre a imagem do modelo didático. Estão presentes as enzimas DNA polimerase e RNA polimerase, o DNA se replicando, o RNA sendo produzido e a partir dele o ribossomo produzindo uma molécula de proteína



O modelo ao lado foca no processo de tradução do RNA em proteínas, com a legenda dos elementos que compõem este processo. O ribossomo está caminhando por sobre a molécula de RNA mensageiro e está inserindo os aminoácidos através dos RNA transportadores o que gera uma proteína.

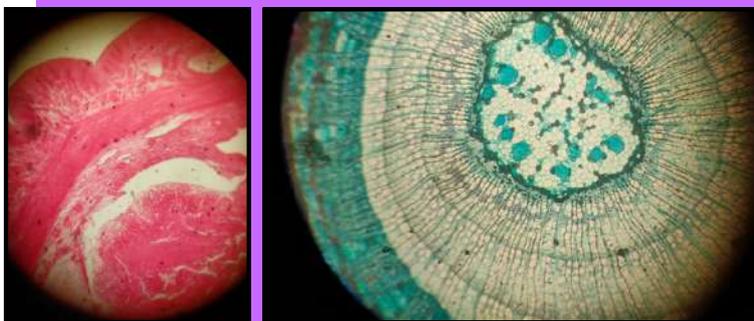


Resultado do experimento sobre a osmose realizado com tubos de caneta e membrana semipermeável (celulose). No tubo 1 o volume de líquido permaneceu estável (meio isotônico), no tubo 2 o volume aumentou (meio hipotônico) e no tubo 3 o volume diminuiu (meio hipertônico). À direita a membrana fixada com um elástico.

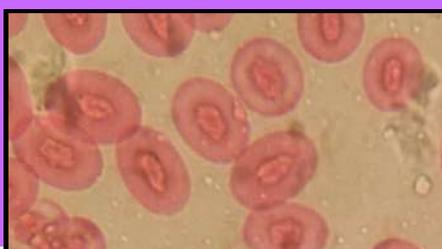


Resultados do experimento da relação superfície/volume celular feita com gelatina de repolho roxo (indicador de pH).

No copo 1 os pedaços de gelatina são menores e descolorem mais rápido, ou seja a relação entre superfície e volume é maior, diferentemente do copo 3 que a relação entre superfície e volume é baixa, resultando em uma troca mais demorada.



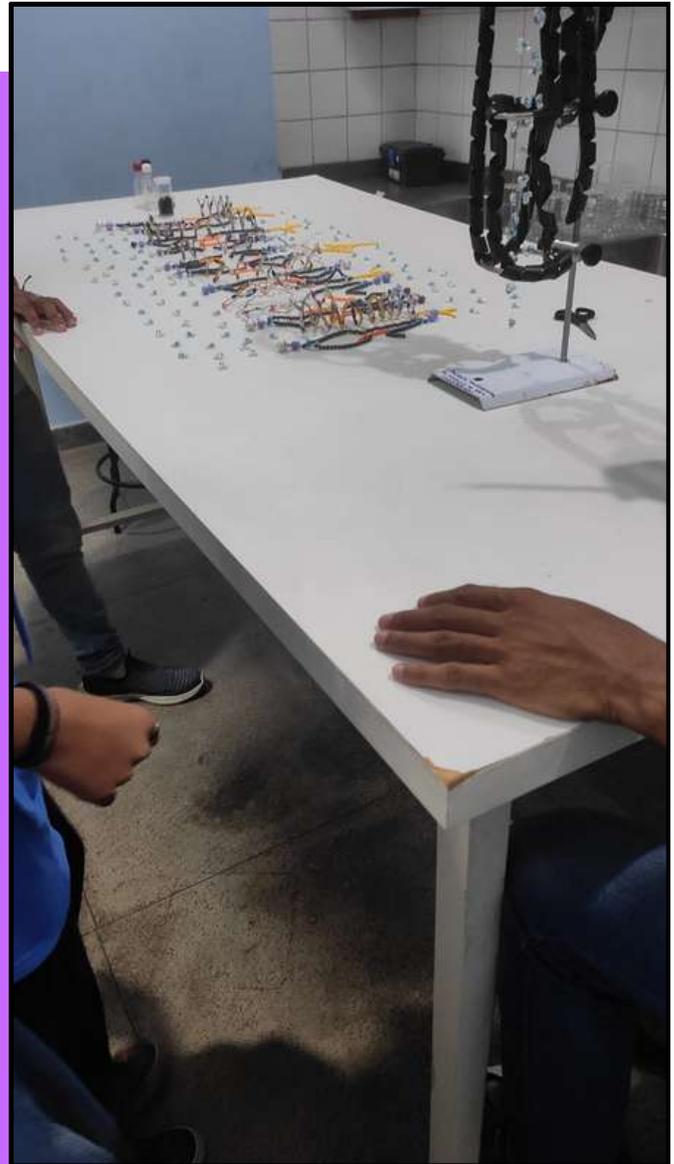
Imagens fotografadas com celular diretamente da ocular do microscópio óptico de alguns exemplos de tecido para mostrar a diversidade celular.



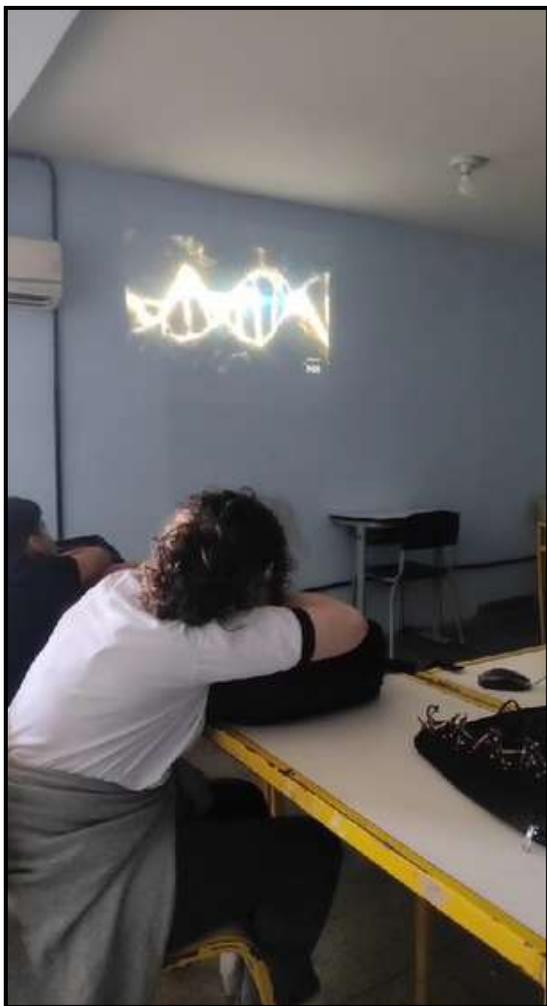
A imagem em rosa da esquerda é um tecido epitelial humano, a da direita é um corte de caule de planta e as células abaixo são hemácias de sapo.

## Atividade 3: Expo Cel - Exposição dos trabalhos desenvolvidos durante as atividades

Esta atividade propõe a abertura do Laboratório de Produção Científica para os estudantes da escola visitarem, com o intuito de entenderem aquele espaço como sendo um local de produção de conhecimento e de estímulo à criatividade dos envolvidos no processo. A ideia é pensar a ornamentação e infraestrutura do laboratório para a melhor fluência das atividades. Neste dia, terá uma sessão dos vídeos e filmes utilizados na E sequência didática e interação dos alunos envolvidos no processo com outros interessados em conhecer mais sobre o projeto. O formato será de uma feira com os produtos produzidos pelos estudantes e pelo professor para a comunidade escolar



Estudantes em visita ao laboratório de produção científica analisando os modelos didáticos de membrana plasmática e proteína de canal



Estudantes assistindo a um episódio da série Cosmos, observando uma molécula de DNA



Modelo de proteína de canal analisado, o materi é feito com conduíte de colocado em um suporte para exposição, as moléculas de água estão amarradas com fio de nylon



Estudantes observando o modelo de membrana plasmática



Estudantes observando o experimento de osmose com membrana de celulose.

## Considerações finais

O desenvolvimento desta sequência didática envolveu os aprendizados teóricos e práticos acerca da biologia, em suas diversas áreas. Fizemos a transposição para as atividades das ideias relacionadas às biomoléculas para este material. Os temas de construção dos conhecimentos em biologia guarneceram a nossa prática docente e me fez compreender a grandeza que é aprender e ensinar biologia. A linguagem e tipografia, a diagramação, as escolhas das cores e imagens vieram do documento em branco ao que você pode ver e explorar.

As ideias para cada atividade junto do esforço para aprender a utilizar a ferramenta de edição para entregar o melhor material possível, me fazem refletir no final desta escrita que para mim sempre estará faltando algo que poderá ser, não necessariamente mais ou melhor, mas sim diferente. É uma sensação de incompletude para dar conta de algo que com o tempo aprendi, ao se tratar desta dimensão da vida sempre estaremos com mais perguntas do que com respostas. Desta maneira, entrego aos leitores reflexivos deste texto, algo que apesar de ter excedido o que eu imaginava deixar de legado para o acervo de dissertações deste curso, um pouco do que eu acredito ser o ensino de biologia em sua complexidade e magnitude.

A responsabilidade com as aulas e qualificações foram compartilhadas com o desenvolvimento deste trabalho que toma a dimensão de uma grande realização pessoal, a entrega de parte de mim no momento presente tendo vivenciado as discussões necessárias para a construção e materialização deste projeto e das relações neste período. Um desenvolvimento contínuo desde o primeiro trabalho em aos últimos encontros presenciais da turma PROFB10/2022 UFRJ.

Entregar este produto é uma maneira de agradecer a todas as pessoas que contribuíram para o seu desenvolvimento. Aos colegas de curso pela companhia nessa jornada, aos professores e professoras que prepararam suas aulas com carinho e dedicação, à minha família e às amigadas pelo suporte emocional, aos que se dispuseram a opinar, revisar e que compuseram as bancas pelas quais este material passou, à minha orientadora pela cocriação e impulsão nestes últimos dois anos de jornada. Aos professores e professoras que sonham mudar a realidade brasileira através da educação, em especial aos dedicados à educação pública. Este trabalho vem da nossa prática diária.

*Luiz Felipe Rezende de Magalhães*

Rio de Janeiro, 2024.