



**Universidade Federal do Rio de Janeiro
Instituto de Biologia
Mestrado Profissional em Ensino de Biologia - PROFBIO**

Trabalho de Conclusão de Mestrado

Desenvolvimento de uma sequência didática investigativa para o ensino-aprendizagem da estrutura e funções das biomoléculas

Luiz Felipe Rezende de Magalhães

**Rio de Janeiro
2024**

Universidade Federal do Rio de Janeiro

Luiz Felipe Rezende de Magalhães

Desenvolvimento de uma sequência didática investigativa para o ensino-aprendizagem da estrutura e funções das biomoléculas

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em Rede Nacional PROFBIO da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ensino de Biologia

**Ana Lúcia Moraes Giannini
(Orientadora)**

**Rio de Janeiro
Março 2024**

Programa de Mestrado Profissional em Ensino de Biologia – PROFBIO
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO – UFRJ
CAMPUS FUNDÃO

ATA DA COMISSÃO EXAMINADORA DA DISSERTAÇÃO DE MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE BIOLOGIA EM REDE NACIONAL - PROFBIO da UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO/CAMPUS FUNDÃO APRESENTADA E DEFENDIDA POR LUIZ FELIPE REZENDE DE MAGALHÃES

No **vigésimo sétimo dia do mês de março de dois mil e vinte e quatro**, às **14** horas, reuniu-se de forma remota no link <https://us02web.zoom.us/j/8567256473?omn=88310580743>, a Comissão Examinadora da Dissertação de Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em Rede Nacional - PROFBIO apresentada e defendida por **LUIZ FELIPE REZENDE DE MAGALHÃES**

intitulada: “Desenvolvimento de uma sequência didática investigativa para o ensino-aprendizagem da estrutura e funções das biomoléculas”. A Comissão Examinadora foi organizada obedecendo ao disposto nas Resoluções do Conselho de Ensino para Graduados da UFRJ e no regulamento do Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em Rede Nacional - PROFBIO, estando assim constituída: Dra Ana Lucia Moraes Giannini (Presidente da Banca), Instituto de Biologia da Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ, Dra Lana Claudia de Souza Fonseca, Instituto de Educação-Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, e Dra Luiza Higa do Instituto de Biologia da Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ. Após haver o candidato apresentado os resultados de sua Dissertação obedecendo ao prazo regimental, foi dada a palavra aos Examinadores para arguição, tendo o candidato respondido às perguntas formuladas. Logo após reuniu-se a Comissão Examinadora para proceder ao julgamento, sendo atribuídos as seguintes indicações: Ana Lucia Moraes Giannini: **aprovado**, Dra Lana Claudia de Souza Fonseca: **aprovado**, Dra Luiza Higa: **aprovado**. Assim sendo, ao final dos trabalhos a Comissão Examinadora **aprovou (X), aprovou com restrições (), reprovou () o mestrando**. Nada mais havendo a tratar, a Presidente da Comissão deu por encerrados os trabalhos e foi lavrada a presente Ata, que vai devidamente assinada pela Presidente, Dra Ana Lucia Moraes Giannini, e pelos Examinadores, Dra Lana Claudia de Souza Fonseca, Dra Luiza Higa e pelo Mestrando Luiz Felipe Rezende de Magalhães.

Se necessário, comentários seguirão descritos no verso da folha.

Rio de Janeiro, 27 de Março de 2024.

Presidente e Examinador 1: Dra Ana Lucia Moraes Giannini

Examinador 2: Dra Lana Claudia de Souza Fonseca

Examinador 3: Dra Luiza Higa

Mestrando: Luiz Felipe Rezende de Magalhães

Documento assinado digitalmente
gov.br ANA LUCIA MORAES GIANNINI
Data: 28/03/2024 07:09:45-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Documento assinado digitalmente
gov.br LANA CLAUDIA DE SOUZA FONSECA
Data: 28/03/2024 19:55:06-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Documento assinado digitalmente
gov.br LUIZA MENDONÇA HIGA
Data: 28/03/2024 22:36:15-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Documento assinado digitalmente
gov.br LUIZ FELIPE REZENDE DE MAGALHAES
Data: 01/04/2024 21:52:12-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

CIP - Catalogação na Publicação

M953d Magalhães, Luiz Felipe Rezende de
Desenvolvimento de uma sequência didática
investigativa para o ensino-aprendizagem da
estrutura e funções das biomoléculas / Luiz Felipe
Rezende de Magalhães. -- Rio de Janeiro, 2024.
91 f.

Orientadora: Ana Lúcia Moraes Giannini.
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal do
Rio de Janeiro, Instituto de Biologia, Programa de
Pós-Graduação em Ensino de Biologia em Rede Nacional,
2024.

1. Sequência Didática Investigativa. 2.
Biomoléculas. 3. Biologia Celular. 4. Ensino por
Investigação. 5. Ensino-Aprendizagem. I. Moraes
Giannini, Ana Lúcia , orient. II. Título.

Dedicatória

Dedico este trabalho à minha família, amigos, companheiros de trabalho e sobretudo aos alunos e alunas que estiveram presentes nos últimos dois anos apoiando e movimentando a minha mente para que estas palavras existissem e fizessem sentido para nós.

Agradecimentos

Agradeço à UFRJ e à CAPES pelo apoio institucional e fomento à educação brasileira, ao programa de Mestrado em Ensino de Biologia em Rede - PROFBIO e aos seus professores que tanto me permitiram viver esta fase. Agradeço ao CIEP 225 - Mário Quintana através da sua direção, coordenação, professores e professoras, cozinha e serviços gerais, a população da Zona Oeste é privilegiada pela presença e trabalho desempenhado por esta escola. Agradeço também aos meus pais e irmão por compreenderem a distância com muito carinho e terem me dado todo suporte desde que me entendo por cidadão deste mundo, à minha companheira que divide a casa e a vida comigo e a sua família que me acolhe como um dos seus, aos meus amigos novos e antigos pelas parcerias. Aos meus alunos e alunas que são a razão do meu trabalho. Obrigado, vida, pela intensidade e por me permitir estar presente nessa terra.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) - Brasil - Código de Financiamento 001.

Relato pessoal

Acerca da experiência acumulada em alguns anos lecionando Ciências e Biologia em escolas de Ensino Fundamental e Médio, antes do ingresso no curso de *Mestrado Profissional em Ensino de Biologia* - PROFBIO, sentia que dentro desta área de conhecimento muitas das aulas não se conectavam com os estudantes por não serem abordados os temas da maneira mais adequada. As aulas careciam de estrutura e de planejamento em torno da construção das atividades científicas no que diz respeito aos conceitos e processos, ou seja, Biologia se torna interessante à medida que ela se desenvolve em torno do seu conhecimento, não se transmitindo as informações, mas sim criando um ambiente para os estudantes entenderem como se deu a construção do conhecimento científico. Desta maneira, assim que ingressei no programa de Mestrado Profissional eu teria que utilizar as turmas em que lecionava como espaço para aplicar um ideário referente à estrutura do curso que integra os conceitos da Biologia com os aspectos pedagógicos.

Enquanto professor, percebia a dificuldade dos estudantes quando eram tratados assuntos referentes às células e sua composição, além de também não utilizar de todos os recursos e ferramentas para construir os conceitos com a turma. Ao ingressar no PROFBIO me interessei, logo nas primeiras aulas, em desenvolver uma maneira de ensinar aos meus estudantes a composição química dos seres vivos, através dos estudos das biomoléculas buscando elucidar algo importante e ao mesmo tempo tão diminuto. A partir daí, em consonância com os temas estudados em sala de aula e com as orientações acadêmicas, foi desenvolvido este trabalho para colaborar com professores que buscam estruturar melhor seu trabalho no ensino-aprendizagem das biomoléculas.

O papel do PROFBIO durante a minha trajetória profissional contribui para que eu pense melhor os passos acerca da construção de uma aula, mas não somente, o curso influencia diretamente na forma que eu interajo com os estudantes que estão sob os meus cuidados. Com o tempo, fui entendendo que eu compreendia mais do que as biomoléculas quando precisava criar as atividades, fui desenvolvendo uma forma de leitura daquela conjuntura, considerando os fatores pedagógicos envolvidos numa aula. Acerca de todas as vivências experienciadas até aqui, estar nesta posição de professor em formação é essencial, inconcluso e permanente.

Resumo

O presente trabalho tem como principal objetivo o desenvolvimento de uma *Sequência Didática Investigativa* que compreende diversos aspectos acerca do tema biomolecular e sua relação com a biologia celular. A ideia é estabelecer um conjunto de atividades ordenadas para o processo ensino-aprendizagem da estrutura, função, obtenção e síntese das biomoléculas, sua relação com a composição da célula e suas relações com o meio. A sequência didática é baseada em situações-problema para estimular os estudantes a formularem suas hipóteses e buscarem as respostas, formando os conceitos associados ao tema. Em nossa proposta começamos com o estudo das biomoléculas, com atividades e modelos didáticos para montá-las tratando assim dos seus aspectos químicos. Em seguida abordaremos os aspectos estruturais e funcionais das moléculas essenciais à vida e também os aspectos pedagógicos que envolvem o Ensino por Investigação, utilizando por exemplo, rótulos de alimentos para que os estudantes entendam que as biomoléculas são obtidas através da nutrição. No resto da sequência didática, iremos traçar um panorama histórico da concepção das ideias que nos trouxeram até a célula tal como a conhecemos hoje. As atividades seguintes irão abordar a formação da célula como unidade de vida, a relação superfície/volume celular que limita seu tamanho, funções da membrana celular como o transporte via membrana, estrutura dos ácidos nucleicos e o caminho molecular do DNA às proteínas. Com o decorrer das atividades o material produzido com os estudantes será anexado à coleção didática da escola. O produto será disponibilizado na forma de e-book para auxiliar professores e professoras em suas atividades.

Palavras chave: *Sequência Didática Investigativa. Biomoléculas. Biologia Celular. Ensino por Investigação. Ensino-Aprendizagem.*

Abstract

The main objective of this work is to develop a *Investigative Didactic Sequence* that comprises various aspects regarding the biomolecular theme and its relationship with cell biology. The idea is to establish a set of ordered activities for the teaching-learning process of the structure, function, acquisition and synthesis of biomolecules, their relationship with the composition of the cell and their relationship with the environment. The didactic sequence will be based on problem solving situations to encourage students to formulate their hypotheses and seek answers, leading to the formation and consolidation of the concepts associated with the topic. In our proposal we will begin with the study of biomolecules, using different activities to assess their chemical composition. Next, we will address the structural and functional aspects of molecules essential to life using food labels so that students understand that biomolecules are obtained through nutrition. In the rest of the teaching sequence, we will outline a historical overview of the conceptions and ideas that brought us to the cell as we know it today. The following activities will address: (i) the formation of the cell as the unit of life; (ii) the cell surface/volume relationship that limits its size; (iii) the cell membrane functions of such as transport; (iv) structure of nucleic acids and the molecular path from DNA to proteins. As the activities progress, the materials and models produced with the students will be added to the school's teaching collection. The product will be made available in e-book format for assistant teachers in their activities.

Keywords: *Investigative Didactic Sequence. Biomolecules. Cell biology. Teaching through Investigation. Teaching-Learning.*

Lista de Quadros e Figuras

Quadro 1 — Divisão das atividades da sequência didática de acordo com os seus respectivos tópicos e previsão de tempo.

Quadro 2 — Questionário prévio com sugestão para introduzir o tema BIOMOLÉCULAS.

Quadro 3 — Possibilidades de caminhos que podem ser tomados para desenvolver a atividade 2.

Quadro 4 — Possibilidades materiais para o desenvolvimento da atividade de discussão sobre diferentes tipos de dieta.

Quadro 5 — Sugestões de testes bioquímicos com as biomoléculas (carboidrato, lipídio e proteínas).

Quadro 6 — Associação entre os tipos de biomoléculas com seus átomos formadores, seus monômeros e a estrutura de alguns exemplos de biomoléculas.

Quadro 7 — Artigos para apoiar na construção das atividades sobre o histórico da membrana plasmática.

Quadro 8 — Passos para utilizar o aplicativo Kahoot! e criar um quiz interativo com os estudantes.

Quadro 9 — Perguntas para explorar no quiz interativo no aplicativo Kahoot!

Quadro 10 — Situação-problema com perguntas para estimular os estudantes a pensarem na composição estrutural da membrana plasmática.

Quadro 11 — Figura de dois peixes, um de água salgada (A) e outro de água doce (B), juntamente com os dados sobre as espécies. Também constam uma situação-problema com uma pergunta para os estudantes.

Quadro 12 — Materiais e procedimentos desenvolvidos para a atividade osmose em caneta com película semipermeável de celulose.

Quadro 13 — Tecidos humanos em imagens da internet. Constam algumas perguntas.

Quadro 14 — Introdução da atividade de microscopia onde os estudantes irão ver o procedimento de montagem de uma lâmina histológica.

Quadro 15 — *Printscreen* do canal WEHi Movies do Youtube no momento em que são mostradas as bases nitrogenadas componentes do DNA (timina, adenina, guanina e citosina).

Quadro 16 — Abordagem das diferenças básicas entre DNA e RNA que devem ser abordadas com os estudantes.

Quadro 17 — Possibilidades para os professores pensarem na abordagem da síntese de proteínas.

Figura 1 — Printscreen da tela do celular da interface do aplicativo *Desrotulando* com alimentos e suas classificações de acordo com seu valor nutricional.

Figura 2 — Crianças de culturas e/ou países diferentes que participaram do projeto fotográfico “Pão Diário” (*Bread Daily: What Kids Eat Around the World*) de Gregg Segal mostrando seus hábitos alimentares.

Figura 3 — Este é um exemplo do que deve ser feito para mostrar para os estudantes a interação entre as moléculas de água e os glicerofosfolipídeos.

Figura 4 — Conclusão de como os glicerofosfolipídeos interagem para formar a estrutura da membrana plasmática.

Figura 5 — Exemplo de questão que pode ser explorada no aplicativo *Kahoot!* do tipo múltipla escolha com quatro alternativas.

Figura 6 — Exemplo de questão do tipo verdadeiro ou falso no Kahoot!

Figura 7 — Fotografia do modelo de membrana plasmática com glicerofosfolipídeos, proteínas, glicocálix e colesterol. É possível ver as moléculas de água junto com a membrana.

Figura 8 — Esquema da atividade Relação Superfície/Volume: (A) Esquema do procedimento, (B) Esquema dos cubos com e sem furos (C) Fotografias dos blocos de gelatina imersos em vinagre cortados para ilustração da descoloração indicando a extensão da penetração do vinagre em cubos de diferentes tamanhos e formatos.

Figura 9 — Experimento de osmose com película semipermeável de celulose. Resultado do experimento realizado em sala de aula.

Figura 10 — Parte do roteiro da aula de biologia molecular e estrutura do DNA. Elucidação do experimento desenvolvido por Erwin Chargaff

Figura 11 — Amostras fictícias representando os nucleotídeos. Estas amostras os alunos irão separar os nucleotídeos (cores diferentes) e anotar os resultados numa tabela.

Figura 12 — Representação feita à mão de como pode ser representada a estrutura do DNA com o detalhe no pareamento de bases.

Figura 13 — (A) Modelo didático de DNA feito a partir de cabo de fibra óptica e miçangas de cores diferentes. Cada cor representa uma parte dos nucleotídeos: a miçanga vermelha é a desoxirribose, a miçanga branca o grupamento fosfato e as outras cores as bases nitrogenadas (laranja, marrom, amarelo e azul). (B) e (C) Imagens de www.sobiologia.com.br. (B) Fotografia dos pesquisadores Watson e Crick demonstrando o formato da molécula de DNA. (C) Esquema da conformação da molécula de DNA.

Figura 14 — Esquema representativo do experimento realizado por Volkin e Astrachan em 1957 (GRIFFITHS *et. al*, 2015) utilizando uracila radioativa.

Figura 15 — Representação de um processo de replicação do DNA através da ação da DNA polimerase, da transcrição do DNA em RNA através da ação da RNA polimerase e da tradução do RNA em proteínas através da ação do ribossomo. Evento que ocorre em bactérias.

Figura 16 — Modelo do processo de tradução do RNA originando uma proteína. Acima somente a montagem com os pinos elucidando o processo, abaixo as formas dos elementos que participam da síntese proteica.

Figura 17 — Print da tela do PDB do complexo Pepsina - Pepsinogênio.

Figura 18 — Demonstração de modelo didático feito de miçangas foi apresentado durante uma aula sobre o tema proteínas no Profbio. a pepsina com seu sítio ativo encoberto, portanto mostrando a enzima inativada à esquerda, à direita o sítio ativo da pepsina foi exposto e assim ela tem a sua função garantida.

Figura 19 — Print de tela do PDB onde é mostrada a interação com moléculas de água e também a interação intramolecular da cadeia polipeptídica.

Figura 20 — Exemplo de como pode ficar a catalogação das fotografias e modelos didáticos produzidos. As miçangas verde-escuras são os átomos de carbono, as miçangas brancas são os hidrogênios, as azuis são átomos de oxigênio, a miçanga roxa é o fósforo e a miçanga cor de pérola é um radical variável.

Sumário

1. Introdução	12
2. Objetivos	18
2.1. Objetivo geral	18
2.2. Objetivos específicos	18
3. Metodologia	19
3.1. Contexto da pesquisa	19
3.2. Caracterização da Escola e Estudantes	20
3.3. Sequência didática Investigativa	21
4. Resultados	24
4.1. Tópico 1: <i>Biomoléculas</i>	24
<i>Atividade 1: Questionário prévio</i>	24
<i>Atividade 2: Analisando a tabela nutricional dos alimentos</i>	26
<i>Atividade 3: Discussão sobre os tipos de dietas</i>	28
<i>Atividade 4: Identificando as Biomoléculas e suas propriedades</i>	32
<i>Atividade 5: Modelos didáticos de átomos e ligações químicas</i>	35
4.2. Tópico 2: <i>Estruturando a membrana</i>	36
<i>Atividade 1: Posicionamento das biomoléculas na membrana</i>	37
<i>Atividade 2: Quiz da membrana plasmática</i>	39
<i>Atividade 3: Construção de modelo da membrana plasmática</i>	43
4.3. Tópico 3: <i>Funções da membrana</i>	46
<i>Atividade 1: Relação superfície / volume celular</i>	46
<i>Atividade 2: Entendendo as trocas entre as células e o meio</i>	48
<i>Atividade 3: Diversidade celular em imagens</i>	51
<i>Atividade 4: Observando lâminas no microscópio</i>	52
4.4. Tópico 4: <i>Estruturação e funcionalidades dos Ácidos Nucleicos</i>	54
<i>Atividade 1: Entendendo a molécula de DNA</i>	54
<i>Atividade 2: Origem e estrutura do RNA</i>	60
<i>Atividade 3: Tradução do RNA em proteínas</i>	62
<i>Atividade 4: Explorando o PDB - Protein Data Bank</i>	66
4.5. Tópico 5: <i>Acervo do Laboratório de Produção Científica</i>	68
<i>Atividade 1: Organização dos modelos das biomoléculas</i>	68
<i>Atividade 2: Álbum de fotografias dos modelos didáticos</i>	68
<i>Atividade 3: Expo Cel - Exposição dos trabalhos desenvolvidos</i>	69
5. Discussão	70
6. Submissão ao Comitê de Ética em Pesquisa	76
7. Referências	77
8. Anexos	81

1. Introdução

A Biologia Celular é um tema de grande importância para delimitarmos o conceito de seres vivos durante os anos em que um aluno irá permanecer no Ensino Médio. O estudo das células nos permite a compreensão de diversas funções fisiológicas associadas ao seu formato e localização no organismo. Segundo Vigario e Cicillini (2019, p. 64) *“o conhecimento específico da Biologia Celular tem caráter abstrato, devido à dimensão microscópica da maioria das células animais e vegetais”*, sendo assim, existe certa dificuldade para demonstrar seus principais aspectos, se tornando um fator que deve ser levado em consideração quando o objetivo do professor é o processo ensino-aprendizagem da célula. Além do mais, existe uma interface disciplinar entre as estruturas celulares estudadas em Biologia e os conhecimentos químicos do arcabouço molecular.

Na etapa final da educação básica, o Ensino Médio, tem como uma das suas finalidades o explicitado no inciso IV do artigo 35 da *Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (nº 9394/96)*: *“a compreensão dos fundamentos científico-tecnológicos dos processos produtivos, relacionando a teoria com a prática, no ensino de cada disciplina.”* (BRASIL, 1996). Nesta perspectiva o ensino da Biologia deve se basear em como foi construído este conhecimento, pensando os recursos e instrumentos para que a disciplina seja desenvolvida no âmbito da sala de aula.

Para a disciplina de Biologia, os *Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio* dispõem nas competências específicas a relevância de *“reconhecer, utilizar, interpretar e propor modelos explicativos para fenômenos ou sistemas naturais ou tecnológicos”* (BRASIL, 2004, p. 39), sendo o desenvolvimento destes modelos importante para estimular a investigação e a compreensão de *“determinados processos biológicos, como o transporte de nutrientes através das membranas celulares”* bem como trazer a necessidade de articulação e integração entre áreas nas ciências, sistematizando *“fenômenos e teorias dentro de uma ciência, entre as várias ciências e áreas de conhecimento”*, fazendo uma correlação entre os conceitos da Biologia com conhecimentos físicos e químicos.

Ainda nos *Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio*, no Tema 3 - *Identidade dos Seres Vivos* (BRASIL, 2004, p. 46) sua primeira Unidade Temática diz respeito à *“organização celular da vida”*. Esta unidade menciona a utilização de instrumentos óticos, observação de fotos e diversas representações, além de pesquisas de textos científicos para o estudo de Biologia Celular de modo a:

- *identificar na estrutura de diferentes seres vivos, a organização celular como característica fundamental de todas as formas vivas;*
- *comparar a organização e o funcionamento de diferentes tipos de células para estabelecer a identidade entre elas;*
- *representar diferentes tipos de células;*
- *relacionar a existência de características comuns entre os seres vivos com sua origem única.*

Os *Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio* vigoraram entre 2004 e 2017 dando lugar a partir de 2018 à *Base Nacional Comum Curricular* como novo referencial para a educação brasileira. De acordo com as Competências Específicas referentes às Ciências da Natureza e suas Tecnologias para o Ensino Médio contempladas pela *Base Nacional Comum Curricular* (BRASIL, 2018, p. 556), na Competência Específica 2 o texto dispõe que os (as) estudantes devem “*Analisar e utilizar interpretações sobre a dinâmica da Vida, da Terra e do Cosmos para elaborar argumentos, realizar previsões sobre o funcionamento e a evolução dos seres vivos e do Universo, e fundamentar e defender decisões éticas e responsáveis*” e nos permite mobilizar, dentre outros conhecimentos, os referentes às biomoléculas - enfoque dos estudos deste trabalho. Já na Competência Específica 3 (BRASIL, 2018, p. 558) da BNCC os estudantes devem ter subsídios para:

Analisar situações-problema e avaliar aplicações do conhecimento científico e tecnológico e suas implicações no mundo, utilizando procedimentos e linguagens próprios das Ciências da Natureza, para propor soluções que considerem demandas locais, regionais e/ou globais, e comunicar suas descobertas e conclusões a públicos variados, em diversos contextos e por meio de diferentes mídias e tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC). (BRASIL, 2018)

Segundo Zampieron (2021, p. 130), “*o Ensino por Investigação se apresenta como uma perspectiva sugerida pela BNCC, já que justamente enfatiza a definição de problemas, levantamento e análise de hipóteses e dados, a comunicação e interação entre os alunos*”, desta maneira estimulando os (as) estudantes ao desenvolvimento da autonomia e do pensamento científico e crítico na busca das possíveis explicações para as situações-problema impostas. A proposta didático-pedagógica trabalha em paralelo com a Habilidade (EM13CNT301) da *Base Nacional Comum Curricular* (BRASIL, 2018) onde é desejado que os (as) estudantes sejam capazes de:

Construir questões, elaborar hipóteses, previsões e estimativas, empregar instrumentos de medição e representar e interpretar modelos explicativos, dados e/ou resultados experimentais para construir, avaliar e justificar conclusões no enfrentamento de situações-problema sob uma perspectiva científica. (BRASIL, 2018, p. 559)

De acordo com Pedrancini *et al.* (2007, p. 300) acerca da análise de pesquisas específicas em ensino de Biologia e a formação de conceitos nesta área de conhecimento, os dados são referentes a estudantes da etapa final da educação básica e demonstram que os mesmos *“apresentam dificuldades na construção do pensamento biológico, mantendo ideias alternativas em relação aos conteúdos básicos desta disciplina, tratados em diferentes níveis de complexidade no ensino fundamental e médio”*, como é o caso da visão associada à Biologia Celular. No levantamento da autora, a maioria dos estudantes destes níveis de ensino possuem uma ideia *“sincrética”* ou *“pouco definida”* sobre a célula, confundindo-a com átomo, molécula e tecido. Sendo assim, Vigario & Cicillini (2019, p. 59) entendem *“a importância da Biologia Celular como forma de transcender a fragmentação curricular das áreas e dos conteúdos e adentrar uma Biologia do perceptível, vivenciado, bem como da construção de significados sobre a diversidade da vida”*. Neste contexto, é importante que busquemos uma abordagem interdisciplinar da Biologia Celular, associando as estruturas das células com sua composição química e funções como é expresso por Ferreira & Justi (2004, p. 41):

As divergências do ensino nas duas disciplinas se iniciam pela organização dos conteúdos. Em geral, os estudos de biologia são iniciados, na primeira série do Ensino Médio, abordando os vários níveis de organização de um ser vivo, o que inclui a sua composição química (bioquímica). Enquanto isso, os estudos de química se iniciam, nessa mesma série, no nível macroscópico (discutindo as propriedades dos materiais), para só então partir para o estudo dos átomos, das moléculas, ligações... (FERREIRA & JUSTI, 2004, p. 41)

Acerca da análise das autoras, o estudo das biomoléculas na Biologia é anterior ao aluno ter o conhecimento relativo aos átomos, ligações e mesmo às moléculas, *“conteúdos que se mostram necessários para o entendimento desse estudo inicial da biologia, pelo menos com a complexidade que é abordado”* (FERREIRA & JUSTI, 2004, p. 41), além de se ter *“definições equivocadas e generalizações sobre biomoléculas, por exemplo, dos lipídios tomados apenas como ‘óleos e gorduras’ de efeitos nocivos ao organismo e todos compostos por ácidos graxos e ésteres”* (TANAJURA, 2017, p. 11). A visão referente ao DNA para o aluno em sala de aula, muitas das vezes, é aquilo que está no sangue, entretanto há uma percepção que é passado dos pais para os filhos.

Scarpa & Campos (2018, p. 26) argumentam que:

As aulas expositivas, demasiadamente centradas no professor, não contribuem para que os estudantes sejam os atores do seu aprendizado, na medida em que não consideram as concepções prévias, não possibilitam as interações entre sujeito e objeto de conhecimento, nem a interação entre os pares. (SCARPA & CAMPOS, 2018, p. 26)

Tendo as dificuldades apresentadas é necessário desenvolver alternativas a este modelo que não valoriza o potencial de cada estudante, procurando desvincular a prática docente de um formato tradicional de ensino, de maneira que os (as) estudantes “*vençam suas dificuldades acerca da abstração dos conceitos básicos em Ciências*” (TANAJURA, 2017, p. 13). Nas aulas envolvendo a temática proposta, segundo Gerpe (2020) “*os modelos didáticos são bons recursos para que os alunos possam visualizar os objetos em tamanho maior e deixar de lado um pouco as observações de desenhos do material didático*” sendo um recurso alternativo e com um melhor engajamento em torno da prática pois, “*a visualização de uma estrutura em três dimensões pode facilitar o processo de ensino e aprendizagem nos diferentes níveis de ensino*” (DANTAS *et al.*, 2016). Para Fragoso *et al.* (2012, p.177) “*as representações estruturais facilitam correlações entre o mundo microscópico molecular e o mundo macroscópico, através da simbologia*”.

A produção de modelos didáticos durante ou para as aulas favorecem o processo ensino-aprendizagem por tornar palpáveis estruturas impossíveis de serem vistas em sala de aula. Além disso, a criação de uma coleção com estes modelos possibilitará que mais estudantes possam consultar e revisitar os modelos produzidos por seus colegas. Marandino, Rodrigues & Souza (2014) refletem acerca da importância de coleções didáticas e do seu potencial pedagógico. Segundo as autoras:

Desse modo, no ensino de ciências os objetos possuem funções variadas pois ilustram, demonstram, apoiam, provocam, explicam, transformam, expressando práticas pedagógicas e pensamentos sobre o ensino que se desenvolvem. Promover experiências de produção de coleções e usar objetos nas estratégias didáticas têm o potencial de não somente ensinar ideias, conceitos e processos da ciência, mas a própria história do conhecimento científico. (MARANDINO, RODRIGUES & SOUZA, 2014)

Para permitir uma melhor compreensão das biomoléculas, como são obtidas na natureza e sua disposição estrutural e fisiológica, será desenvolvido um plano de aulas em função da “*Produção de Sequências Didáticas Investigativas (SDI) que tenham o desenvolvimento da argumentação como foco.*” (MOTOKANE, 2015, p. 117). Deste modo é necessário entender o conceito e a finalidade do desenvolvimento desta metodologia. Segundo Zabala (1998, p. 18):

Sequências didáticas podem ser consideradas como um conjunto de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas para a realização de certos objetivos educacionais, que têm um princípio e um fim conhecidos tanto pelos professores como pelos alunos. (ZABALA, 1998, p. 18)

Uma sequência didática pode ainda ser um *“certo número de aulas planejadas e analisadas previamente com a finalidade de observar situações de aprendizagem, envolvendo os conceitos previstos na pesquisa didática”* (PAIS, 2002, p. 102), portanto o planejamento será desenvolvido em torno de atividades periódicas relacionadas ao entendimento da Biologia Celular, através das biomoléculas.

No processo de construção de uma sequência didática investigativa é preciso levar em consideração o caráter epistemológico e o pedagógico: o conhecimento, propriamente dito, e como será transposto este conhecimento durante o processo ensino-aprendizagem. No nosso caso a pretensão é que os conhecimentos acerca das biomoléculas sejam tecidos de maneira que os estudantes entendam a sua origem, estruturas, funções e importância. Um dos desafios do desenvolvimento de uma sequência didática é quebrar com a lógica da fragmentação dos conteúdos, portanto, levando em consideração aspectos críticos que conectem a temática com a realidade dos estudantes e, em consonância, planejar atividades atrativas que façam sentido tanto de maneira independente quanto de maneira ordenada. Acerca da sequência didática *“é fundamental enfatizar que ela não deve ser utilizada como uma estrutura didática estática, contendo atividades que engessem o trabalho do professor; muito pelo contrário, é fundamental que haja reflexões e análises constantes sobre ela.”* (MACHADO, 2021, p. 22).

De acordo com Gil-Pérez *et al.* (2001, p. 131) uma das deformações no trabalho científico é uma visão rígida trazida por uma perspectiva aproblemática e a-histórica onde:

Transmitem-se os conhecimentos já elaborados, sem mostrar os problemas que lhe deram origem, qual foi a sua evolução, as dificuldades encontradas, etc., e não dando igualmente a conhecer as limitações do conhecimento científico atual nem as perspectivas que, entretanto, se abrem. (GIL-PÉREZ *et al.*, 2001, p. 131)

Desta maneira, *“o pensamento biológico, porém, não deve ser assimilado pela visão da aplicabilidade, sendo fundamental que o conhecimento científico, ao ser ensinado nas escolas, dê destaque ao seu processo de construção”* (PINHEIRO, ECHALAR & QUEIROZ, 2021, p. 14), mostrando a necessidade do professor explicitar o caminho da construção deste conhecimento *“não sendo compreendido como meramente instrumental, mas um componente essencial para a leitura e crítica da realidade multifacetada.”* (NASCIMENTO-JUNIOR, SOUZA & CARNEIRO, 2011, p. 225).

Em uma reflexão contínua sobre a importância da ciência, esta deve ser praticada não somente no âmbito escolar, sendo necessária *“a ação conjunta de diferentes atores sociais e instituições no sentido de promover a alfabetização científica na sociedade.”* (KRASILCHIK

& MARANDINO, 2007, p. 22). Sasseron & Carvalho (2011), acerca do conceito de *Alfabetização Científica*, definem que uma pessoa alfabetizada cientificamente e tecnologicamente:

- *Utiliza os conceitos científicos e é capaz de integrar valores, e sabe fazer por tomar decisões responsáveis no dia a dia.* (p. 67)
- *Compreende que a produção dos saberes científicos depende, ao mesmo tempo, de processos de pesquisas e de conceitos teóricos.* (p. 69)
- *Faz a distinção entre os resultados científicos e a opinião pessoal.* (p. 69)
- *Entende a maneira como as ciências e as tecnologias foram produzidas ao longo da história.* (p. 70)
- *Conhece os principais conceitos, hipóteses e teorias científicas e é capaz de aplicá-los.* (p. 68)
- *Extraí da formação científica uma visão de mundo mais rica e interessante.* (p. 70)
- *Reconhece a origem da ciência e compreende que o saber científico é provisório, e sujeito a mudanças a depender do acúmulo de resultados.* (p. 69)

Acerca dos referenciais teóricos observados, visando sua aplicabilidade e contribuição para a prática docente, os passos estipulados neste trabalho seguem a dialógica entre os conhecimentos científicos e os aspectos pedagógicos de modo a favorecer o processo ensino-aprendizagem e o desenvolvimento dos estudantes.

Tendo em vista o exposto acima sobre a dificuldade dos estudantes em compreender a biologia celular e toda a maquinaria existente para a manutenção das funções básicas e características estruturais das células, é importante ressaltar que *“toda a biologia é um contraponto entre dois temas: a admirável variedade em particularidades individuais e a admirável constância nos mecanismos fundamentais”* (ALBERTS *et al.*, 2017, p. 1), ou seja, todos os seres vivos, por mais diversos que sejam, são formados por células, que por sua vez são compostas por biomoléculas comuns a todos esses organismos. Apesar disso, cada organismo é diferente dos outros e pode ser formado por diferentes tipos celulares, cada tipo com suas especificidades.

Neste sentido pretendemos construir com os estudantes, a compreensão das unidades básicas formadoras da vida, desenvolvendo mecanismos para o entendimento de que são compostas por 4 tipos básicos de biomoléculas (carboidratos, lipídios, proteínas e ácidos nucleicos) que exercem diferentes funções nas células. Focamos na estruturação das partes da célula através de modelos didáticos enfatizando a organização da membrana plasmática e

estruturação do material genético. Todas as atividades desenvolvidas, então, visam a construção do conhecimento sobre célula, utilizando uma sequência didática que irá introduzir a temática das unidades formadoras das células (biomoléculas) utilizando modelos que irão elucidar as moléculas e/ou seus átomos, bem como a interação em estruturas mais complexas como é o caso do modelo mosaico-fluido da membrana plasmática e conformação dupla-hélice do DNA, por exemplo. Iremos abordar também a evolução da construção dos modelos de membrana e da concepção acerca do material genético e suas funcionalidades, o que dará aos estudantes não só o conhecimento acerca do atual modelo, mas também a ideia de que a ciência é dinâmica e se encontra em constante construção. Além disso, a ideia é disponibilizar o material produzido durante as aulas para que possa ser visitado por estudantes e professores. Além do material físico, os materiais digitais produzidos pelos estudantes estarão hospedados no Youtube e no drive do laboratório de produção científica.

Nossa proposta de sequência didática conta com atividades e recursos didáticos diversificados que abordam os diferentes aspectos celulares através das características conferidas pelas biomoléculas. Optamos por não aplicar este produto e sim sugerir os caminhos que podem ser tomados por professores e professoras de Biologia durante o ensino do tema. Este produto educacional é fruto da busca por estratégias didáticas para o processo ensino-aprendizagem. Durante o processo de estudos prévios para a disciplina de Aplicação e Avaliação em Sala de Aula, algumas das atividades foram testadas para entendermos sua aplicabilidade em sala de aula, agregando novas ideias aos roteiros que vamos apresentar adiante, adequando-os às realidades locais e nos permitindo direcionar os esforços para as necessidades dos estudantes.

2. Objetivos

2.1. Objetivo geral

- Contribuir para o processo ensino-aprendizagem de biologia celular através de uma sequência didática investigativa com foco nas biomoléculas.

2.2. Objetivos específicos

- Apresentar as biomoléculas como componentes básicos de todas as células através de modelos didáticos;

- Abordar diversas funções das biomoléculas quanto à sua relação com o ambiente em que estão inseridas;
- Discutir a relevância das biomoléculas e como elas são obtidas através da nutrição, enfatizando a importância de uma nutrição balanceada;
- Desenvolver a sequência didática com atividades que contemplem recursos didático-pedagógicos diversificados;
- Criar um produto educacional como ferramenta pedagógica para auxiliar docentes a ministrarem o tema biomoléculas.

3. Metodologia

3.1. Contexto da pesquisa

A pesquisa foi realizada em diversos âmbitos durante o período de estudos para o mestrado quando levamos em consideração as ideias que foram concebidas para este trabalho. Diversas ideias de aplicação vieram comigo por anos e resolvi desenvolvê-las melhor quando era necessário criar para as disciplinas do PROFBIO, outras muitas foram criadas na escola em contato com os estudantes durante a minha prática ou desenvolvendo conversas com os colegas mestrando seja em trabalhos ou no cotidiano de uma sala de aula onde o diálogo é essencial.

A estruturação de toda a metodologia é o fruto destas experiências acumuladas com o propósito de criar um produto educacional que cumpra o papel de melhorar o formato das aulas sobre as biomoléculas, mas que também crie uma cultura de investigação relacionada ao fazer científico. Esta forma de pensar a sequência didática foi concebida através dos momentos de orientação de modo que o trabalho docente permitisse a construção das ideias em torno do tema. Neste contexto é necessário gerar uma identificação do professor pela estrutura da aula, essa sensação de pertencimento do método só é possível se o leitor se apropria do método e o modifica, através das lacunas e hiatos, propositais ou não, criam as suas histórias, fazem seus apartes. Em acordo com Motokane (2015, p. 120) *“essa construção de uma identificação do professor com a Sequência Didática Investigativa, apontando tanto complementações como limitações, é uma etapa importante, pois é a partir dela que podemos fazer modificações na estrutura geral para novas aplicações em sala de aula.”*

Para um tema abrangente como as biomoléculas são necessários muitos estudos e o desenvolvimento de material didático específico para dar conta dos conceitos associados a elas, além de nos permitir trabalhar de maneira mais lúdica uma temática construída a partir de um nível microscópico. Um fator motivador para o desenvolvimento de uma sequência didática investigativa sobre o tema é pela sua estrutura ser algo que trabalha diversos níveis de contextualização, uma aula puxa a outra e com isso os conceitos são construídos e protagonizados pelos estudantes.

3.2. Caracterização da Escola e estudantes

O campo formal para desenvolvimento da pesquisa foi o *Ciep 225 - Mário Quintana*, vinculado à *Secretaria de Estado de Educação* (Seeduc - RJ). O colégio oferece o curso de Ensino Médio para 1883 alunos de acordo com o último Censo Escolar promovido pelo *Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas* (INEP, 2022) o que denota uma escola com uma capacidade de atender muitos alunos, onde as turmas de 1º ano (onde normalmente leciono) possuem em média 45 alunos. A escola está inserida na Zona Oeste da cidade do Rio de Janeiro, em Inhoaíba, um sub-bairro de Campo Grande, o bairro é o mais populoso do Brasil segundo o *Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística* (IBGE, 2022) com cerca de 367.160 habitantes.

De 2022, ano de ingresso no PROFBIO, até 2024 foram dois anos de estudos e pesquisas atendendo neste período aproximadamente 600 estudantes majoritariamente de 1º ano do Ensino Médio. Foram 6 turmas em 2022 e 8 turmas no ano de 2023, destas somente uma turma foi de alunos do 2º ano. A média das idades dos estudantes deste ano de escolaridade é entre 15 e 16 anos de idade. Durante o desenvolvimento do *Trabalho de Conclusão de Mestrado* eu estava ministrando aulas para estas turmas e diversas das atividades da disciplina de *Avaliação e Aplicação em Sala de Aula (AASA)* foram aplicadas e modificadas baseadas na reação dos estudantes. As atividades de *AASA 1* e *AASA 2* foram aplicadas e redefinidos alguns pontos, já as atividades de *AASA 3* não foram aplicadas ou validadas pelos estudantes por conta de estarmos passando pela greve estadual dos professores que ocorreu no ano de 2023, que durou o período entre 17 de maio a 29 de junho, depois de 44 dias.

Durante o período da pesquisa o CIEP 225 - Mário Quintana ofereceu todo o apoio necessário para as ações didáticas que foram tomadas. A escola disponibilizou o *Laboratório*

de Produção Científica para utilizarmos durante diversas atividades facilitando a logística e organização do espaço.

3.3. Sequência didática investigativa

A metodologia utilizada para o desenvolvimento do trabalho girou em torno de atividades sequenciais organizadas para o processo ensino-aprendizagem dos diversos aspectos das biomoléculas. Os materiais e atividades propostas foram selecionados de modo a diversificar a prática docente e influenciar a pesquisa e o processo investigativo de maneira a remontar as bases do conhecimento acerca do tema. A sequência didática foi dividida em aulas específicas seguindo uma lógica de construção dos conceitos necessários para o entendimento do conteúdo. As aulas possuem perguntas disparadoras - uma principal e, em algumas atividades, perguntas acessórias - que contribuem para que os estudantes consigam responder a pergunta principal. Estas perguntas serão o estímulo para a resolução de cada problema proposto. Cada atividade deverá conter a pergunta principal, o objetivo de aprendizagem a ser atingido pela atividade, o tempo previsto e a avaliação da atividade pelos alunos e pelo professor. Além disso, as atividades terão uma seção indicando estudos prévios, discussões de ideias, pesquisas e/ou sugestões de resolução do problema que será abordado na aula seguinte. Abaixo, seguem as propostas para as aulas da sequência didática investigativa para o ensino das biomoléculas e células. As atividades poderão contar com pesquisas focadas no tema de cada aula, construção de modelos didáticos pelos estudantes, realização de experimentos focados em responder a pergunta direcionadora.

O caderno de atividades está em formato de um guia prático-reflexivo (disponível no Anexo 1) de modo que a estrutura das atividades deixarão propostas em aberto para os professores e professoras adequarem a realização de cada proposição de acordo com seus estudantes e suas realidades. Ao utilizar o material para as aulas é intencional que existam diversas possibilidades para o desenrolar das aulas, para não reforçar a lógica da reprodução das atividades. Procuramos incluir seções no guia, sugestões de livros, sites, artigos acadêmicos, vídeos, entre outros materiais que possam servir de apoio aos professores e professoras que buscam instrumentalizar sua aula e fazer um aprofundamento teórico para melhor mediar os diálogos em torno do tema com seus estudantes. Desta maneira é importante criar condições para tratar de perguntas originadas da prática de quem aplica a atividade, valorizando os conhecimentos e apontamentos originados na sua sala de aula.

Cabe ressaltar que algumas das atividades propostas não são originais, mas a sua organização lógica dentro da sequência didática aqui sugerida não foi ainda abordada no ensino pelo que pesquisamos. Nossa sequência didática será permeada por uma diversidade de recursos didáticos para o estudo das biomoléculas como a utilização de rótulos de alimentos para o entendimento da origem de carboidratos, lipídeos, proteínas e ácidos nucleicos no nosso organismo, levando em consideração a sua estrutura molecular com a utilização de materiais para representar os átomos componentes (CHONPS) e, também, a elucidação de diversas funções desempenhadas pelas biomoléculas nas células.

A primeira atividade da nossa sequência didática é um questionário prévio que visa estabelecer o conhecimento dos estudantes sobre o que será abordado a partir do tópico 1 da sequência didática e ajuda a contextualizar as atividades que virão nos próximos tópicos. Muitas das aulas atividades possuem perguntas disparadoras, abrindo as atividades que trazem à tona questões importantes a serem tratadas. Os tópicos podem contar com mais de uma aula e ao final de cada um deles, pretendemos retomar o questionário inicial com os alunos de forma que eles avaliem quais conhecimentos prévios estavam corretos ou equivocados. Desta forma, acreditamos que os estudantes irão perceber seu progresso em relação ao entendimento dos tópicos abordados.

O produto educacional, em face das ações tomadas durante os estudos por sua concepção e aplicabilidade, tem a intenção de apresentar elementos discutíveis em ambiente escolar. Muitos deles emergentes na sala de aula durante a prática docente, utilizando uma lógica que integre o que eu como professor de turmas do Ensino Médio com fatores percebidos quanto aos hábitos dos estudantes. Em relação à alimentação, buscamos criar algo que correlaciona as biomoléculas à educação alimentar e nutricional em consonância com o *Programa Nacional de Alimentação Escolar - Lei nº 11.947/09* (BRASIL, 2009) com o que é percebido quando indagamos os estudantes sobre seu consumo durante o intervalo, por exemplo, pedindo pelas embalagens com informações nutricionais. Esta forma de atividade deu origem ao Tópico 1: *Biomoléculas* desta *Sequência Didática Investigativa* e a partir deste conjunto de atividades, fomos entendendo as outras necessidades em relação ao tema e construindo os outros tópicos que inclusive podem ser particionados durante o ano letivo. A decisão pelo desenvolvimento de uma sequência didática como estratégia metodológica para o ensino-aprendizagem das biomoléculas em seus aspectos estruturais e funcionais foi por conta deste método criar um ambiente de contextualização a cada atividade. Iniciamos a sequência com um questionário prévio e a partir dele buscamos abrir um leque de conteúdos

associados às moléculas orgânicas e como elas atuam, adequando aos temas que serão posteriormente estudados nas turmas. Portanto, o uso de perguntas iniciadoras durante as atividades da sequência didática cumprem o papel de trazer algo que foi trabalhado num momento anterior ou mesmo fazer um paralelo com perguntas comuns a muitos dos estudantes, curiosidades ou dúvidas recorrentes.

Apesar de termos construído a sequência didática pensando em sua aplicação sequencial por acreditarmos na construção do conhecimento pelos estudantes, há a possibilidade de cada tópico (ver *quadro 1*) ser ministrado de forma independente caso o professor não disponha de tempo suficiente para realizar toda a sequência. As atividades trabalhadas independentemente funcionam para dar conta dos temas que são abarcados quando nos tratamos das biomoléculas no que diz respeito a estrutura e função.

O quadro a seguir mostra a sequência didática investigativa dividida em tópicos sobre os quais as atividades serão desenvolvidas com seus respectivos tempos. Estamos aqui estipulando que cada tempo constante no quadro tem a duração de 50 minutos.

Quadro 1 — Divisão das atividades da sequência didática de acordo com os seus respectivos tópicos e previsão de tempo.

Tópico	Aula	Atividades	Duração
1 Biomoléculas	1	1 - Questionário prévio	2 tempos
		2 - Analisando a tabela nutricional dos alimentos	
	2	3 - Discussão sobre tipos de dietas	2 tempos
		4 - As Biomoléculas e suas propriedades	
	3	5 - Modelos didáticos de átomos e ligações químicas	2 tempos
2 Estruturando a membrana	1	1 - Posicionamento das biomoléculas na membrana	2 tempos
	2	2 - Quiz da membrana plasmática	
	3	3 - Construção de modelo da membrana plasmática	2 tempos
3 Funções da membrana	1	1 - Relação superfície / volume celular	2 tempos
	2	2 - Entendendo as trocas entre as células e o meio	2 tempos
	3	3 - Diversidade celular em imagens	2 tempos
		4 - Observando lâminas em microscópio	

4 Dos ácidos nucleicos às proteínas	1	1 - Molécula de DNA - estrutura e função	2 tempos
		2 - Origem e estrutura do RNA	
	2	3 - Tradução do RNA - produção de proteínas	2 tempos
		4 - Explorando o PDB - Protein Data Bank	
5 Acervo do Laboratório de Produção Científica	1	1 - Organização dos modelos de biomoléculas	2 tempos
		2 - Álbum de fotografias dos modelos didáticos	
	2	3 - Expo Cel - Exposição dos trabalhos desenvolvidos durante as atividades	Evento escolar

Fonte: o autor.

4. Resultados

Nesta seção a sequência didática investigativa desenvolvida será descrita com suas atividades e ações didáticas para atingir os objetivos pedagógicos. O produto desenvolvido será um guia prático-reflexivo em formato de *e-book* cuja estrutura está disponível nos tópicos a seguir:

4.1. Tópico 1: *Biomoléculas*

Este tópico faz a abordagem das funções das Biomoléculas nas células no que diz respeito a características químicas, estruturais e fisiológicas. A distribuição de tempo está ao final da descrição do que será proposto em cada aula.

● Aula 1 do Tópico 1

Atividade 1: Questionário prévio

Partindo da premissa que o professor introduziu os aspectos gerais da biologia e já tenha mencionado a unidade estrutural e fisiológica dos seres vivos - célula, o questionário prévio pode ser aplicado. A ideia com este recurso é avaliar o que os estudantes pensam sobre o tema, nos permitindo trabalhar dentro das possíveis dificuldades, além de introduzir os seres vivos a partir da sua composição molecular. Este questionário pode ser utilizado em sua totalidade ou parcialmente e terá perguntas referentes aos aspectos que serão abordados ao longo da sequência didática para o ensino das biomoléculas. Na estrutura do questionário-prévio há um texto introdutório anterior às perguntas. Abaixo estão algumas

sugestões de perguntas-geradoras que utilizamos para a discussão sobre nutrição e biomoléculas.

Quadro 2 — Questionário prévio com sugestão para introduzir o tema BIOMOLÉCULAS.

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 nutrem e desenvolvem 4 - ter capacidade reprodutiva 5 - sofrem mudanças com o passar do tempo 6 - interagem com o ambiente que o cerca 7 - possuem 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, “<i>possuem uma mesma composição química: biomoléculas</i>”, 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 são as funções das BIOMOLÉCULAS para o nosso organismo?
Quais BIOMOLÉCULAS estão presentes no seu dia a dia?
Como você obtém as BIOMOLÉCULAS que formam suas células?
O que o seu corpo faz com o que você come?
Nós somos o que comemos? Do que somos formados? (Questão disparadora para a próxima atividade)

Fonte: o autor.

Abaixo seguem algumas respostas obtidas através da aplicação do questionário prévio durante a aula, como por exemplo, que as biomoléculas são “*moléculas da vida*” levando em consideração a etimologia da palavra, os estudantes já possuíam a ideia de que o radical grego *bio* significa vida fazendo a correlação com as moléculas presentes nos seres vivos. Os estudantes possuem a noção de que as “*biomoléculas formadoras do nosso corpo vêm da alimentação*”, mas quando foram indagados sobre as biomoléculas presentes no seu dia a dia, alguns estudantes citaram por exemplo o sódio, ferro e água, o que é um equívoco, pois para

ser considerado molécula orgânica é necessário que exista o átomo de carbono como componente. Apesar da água ser essencial, ela é o meio em si, onde as reações bioquímicas ocorrem e os minerais são elementos reguladores das funções da célula.

No caso deste questionário as perguntas giram em torno de características tais quais a composição química, obtenção alimentar, estruturação corporal e ainda, além de diagnosticar os conhecimentos dos estudantes também contextualiza atividades posteriores. A partir dessa primeira incursão para o tema biomoléculas, na mesma aula, sugerimos a atividade a seguir como um recurso, utilizando a questão-problema inserida na última linha do *quadro 2* presente no questionário. O interessante é encontrar os pontos de diálogo entre as atividades para o desenvolvimento da sequência didática fluir de maneira conectada.

Atividade 2: Analisando a tabela nutricional dos alimentos

Questão-problema: Nós somos o que comemos? Do que somos formados?

Esta atividade tem como foco a introdução das biomoléculas utilizando a análise dos componentes de tabelas nutricionais encontradas em rótulos de alimentos, observando os nutrientes contidos nos produtos e seu valor energético.

Os rótulos serão solicitados, fotografados ou pesquisados na internet e disponibilizados para o estudo. Os (as) estudantes se dividirão em grupos para discutirem a semelhança ou as diferenças presentes entre os rótulos de diferentes produtos. Nesta aula cabem discussões acerca de cada tipo de nutriente e dúvidas sobre a organização da tabela nutricional. Aqui os estudantes serão apresentados a algumas das biomoléculas que serão o foco desta e das próximas atividades como açúcares, gorduras, proteínas. Iremos explorar também quantas calorias estão associadas a cada tipo de nutriente (*quilocalorias - Kcal*), ou seja a quantidade de energia que é gerada por aquele nutriente.

O quadro abaixo apresenta algumas opções para a *Atividade 2* que o professor pode explorar. Existe a possibilidade de divisão da turma em grupos e cada um deles realiza uma destas opções para depois os resultados obtidos serem discutidos com toda a turma, por exemplo.

Quadro 3 — Possibilidades de caminhos que podem ser tomados para desenvolver a atividade 2.

Situação-problema: crie um texto que conte a rotina alimentar de uma pessoa dentro de um dia, leve rótulos e informações nutricionais dos alimentos que essa pessoa consumiu.

Discuta a dieta que a pessoa teve levando em consideração a quantidade de energia consumida e os tipos de biomoléculas ingeridas (Anexo 1).

Registro alimentar do estudante: estimule o estudante a analisar e registrar as informações nutricionais de seus alimentos calculando o valor calórico médio das suas refeições de um dia.

Questões a serem respondidas: O que é caloria? Quais nutrientes fornecem energia para o organismo? Quais nutrientes compõem nossas células?

Utilização do aplicativo Desrotulando: Como uma possibilidade em sala de aula explore a qualidade dos alimentos estimulando os estudantes a categorizar os alimentos *in natura*, processados e ultraprocessados. Para isso iremos utilizar o aplicativo *Desrotulando*. Com o aplicativo aberto é possível escanear o código de barras e ver os atributos nutricionais do alimento e a sua classificação de acordo com os nutrientes presentes. O aplicativo *Desrotulando* é encontrado no link:

https://play.google.com/store/apps/details?id=com.desrotulando.app&pcampaignid=web_share

Confecção de tabela: Observar os alimentos mais consumidos pelos brasileiros, comparando com o que o estudante consome. Para auxiliar nos trabalhos o Ministério da Saúde disponibiliza o Guia alimentar da população brasileira (BRASIL, 2014) encontrado no link:

https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/guia_alimentar_populacao_brasileira_2ed.pdf

Artigo sobre os alimentos mais consumidos pelos brasileiros: Os estudantes podem também utilizar o artigo científico que compara os itens alimentares mais consumidos em dois períodos 2008-2009 e 2017-2018 de Rodrigues *et. al.* (2021) presente no link:

<https://www.revistas.usp.br/rsp/article/view/194155/179556>

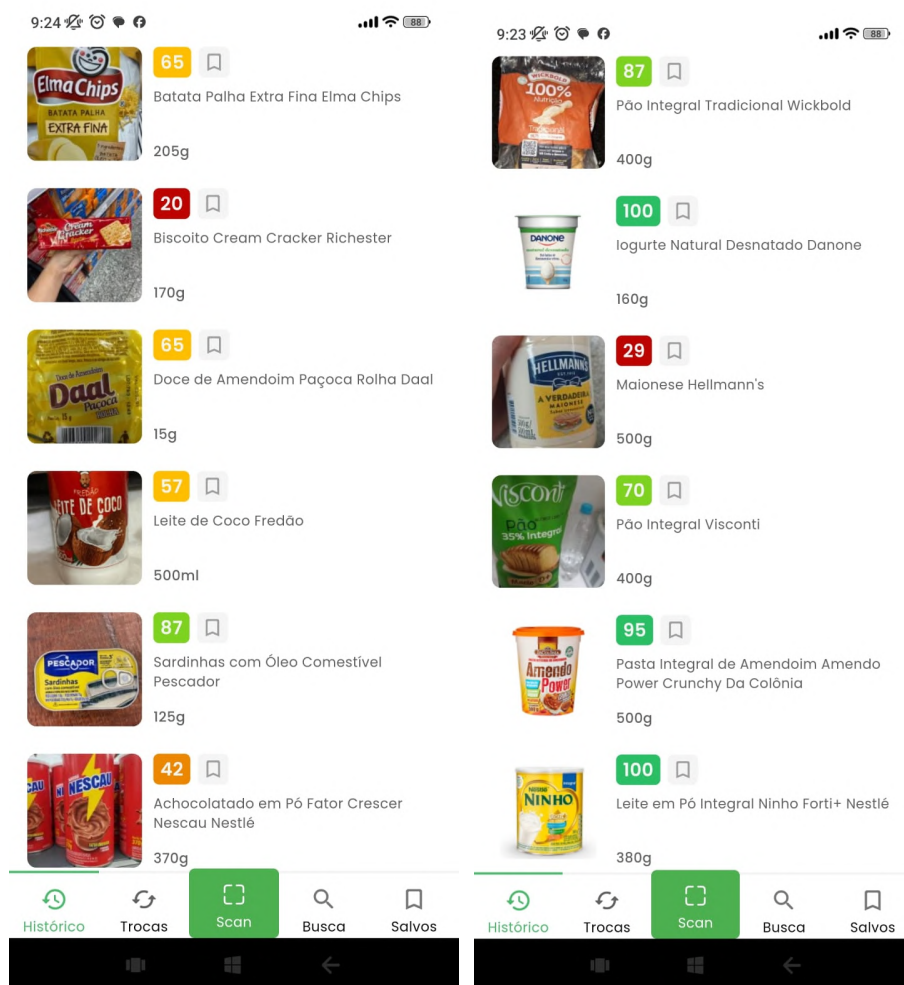
Fonte: o autor.

Sobre a estruturação da atividade é interessante pensar qual é o foco principal da aula que o professor pretende ministrar, para assim, selecionar algum ou algumas das possibilidades para aplicar em sala de aula. Para fazer a conexão entre esta atividade e a atividade seguinte, ao final desta aula iremos propor para casa, que os estudantes pensem qual dieta seria mais apropriada para diferentes atletas como corredores de curta distância, fisiculturistas, e uma pessoa que está tentando perder peso de forma que os estudantes possam identificar as diferenças e qualidades de cada dieta.

Como exemplo segue abaixo a interface do aplicativo *Desrotulando*, ao abri-lo aparece a função *scan* que ao apontar a câmera para o código de barras do produto ele mostra as informações nutricionais do alimento e uma classificação feita pelo aplicativo. Caso o produto não tenha sido antes escaneado e enviado para sua classificação, o estudante pode fazê-lo como atividade. O aplicativo registra o histórico dos escaneamentos (Figura 1), seria interessante pedir para os estudantes fazerem como atividade de casa o escaneamento de

produtos que são consumidos habitualmente pela sua família e, após isso, em sala de aula criar categorias onde os alimentos seriam enquadrados, por exemplo: alimentos *in natura*, ultraprocessados, de origem animal, com alto teor de sódio, alimento transgênico e assim por diante. O objetivo desta atividade é chamar a atenção para aspectos importantes referentes à alimentação e criar um hábito de entender o que nós consumimos diariamente.

Figura 1 — Printscreen da tela do celular da interface do aplicativo *Desrotulando* com alimentos e suas classificações de acordo com seu valor nutricional.



Fonte: o autor

Tempo previsto: 2 tempos de 50 minutos para a conclusão das atividades 1 e 2.

- **Aula 2 do Tópico 1**

Atividade 3: Discussão sobre os tipos de dietas

Esta atividade será a continuidade da *atividade 2*, entregue ao final da *aula 1* para os alunos fazerem em casa e auxiliar na introdução do que será tratado durante a *aula 2*. A

atividade 3 contará com a exposição do filme *Biomoléculas* do canal Youtube *Amoeba Sisters* de duração de cerca de 8:13 minutos. O vídeo está presente nos links: <https://www.youtube.com/watch?v=h6JvIRl4ny0> (português) e <https://www.youtube.com/watch?v=YO244P1e9QM> (inglês). O vídeo referido trata dos aspectos das biomoléculas no que diz respeito às suas características bioquímicas e ainda introduz a ideia do que é um monômero destas biomoléculas. Esta é uma animação com imagens e um texto básico acerca das biomoléculas de linguagem simples e direta.

Em seguida daremos início à discussão sobre os átomos (CHONPS) e como estes podem se organizar de diferentes maneiras gerando diferentes moléculas (Monômeros: subunidades menores como aminoácidos, açúcares simples, nucleotídeos, ácidos graxos) e como depois estas subunidades podem se organizar para formar as biomoléculas: carboidratos, proteínas, lipídios (fosfolipídios) e ácidos nucleicos.

Por esta atividade ter como pré-requisito desenvolver a atividade anterior, as informações e possibilidades devem ser revisitadas. Uma das possibilidades 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. Abaixo segue o quadro com algumas possibilidades de abordagem que podem ser usadas para iniciar discussão sobre diferentes tipos de dietas:

Quadro 4 — Possibilidades materiais para o desenvolvimento da atividade de discussão sobre diferentes tipos de dieta.

Abordagem a partir de reportagem

Reportagens sobre diferentes tipos de dieta: 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?” presente no link: <https://g1.globo.com/saude/noticia/2021/12/09/dieta-vegana-e-mais-saudavel-que-comer-carne-e-laticinios.ghtml>

“Dietas Michael Phelps e sua absurda dieta de 12.000 calorias diárias”, presente no link: <https://ge.globo.com/Espportes/Pequim2008/Noticias/0,,MUL723450-16072,00.html>

“Países pobres têm dieta mais nutritiva que nações ricas”, presente no link:

<https://www.terra.com.br/vida-e-estilo/degusta/alimentacao-com-saude/paises-pobres-tem-dieta-mais-nutritiva-que-nacoes-ricas,7d40ebd4b13ab410VgnVCM10000098cceb0aRCRD.html>

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. Cada grupo vai ter que desenvolver argumentos que dão suporte a cada uma das dietas.

Abordagem a partir de fotografias

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

- Os materiais do fotógrafo Gregg Segal sobre alimentação de crianças ao redor do mundo estão presentes no link: <https://www.lensculture.com/gregg-segal> (livro *Daily Bread: What Kids Eat Around the World* - Powerhouse Books, 2019).

- Outra exposição fotográfica é a de Peter Menzel e Faith D'Aluisio com famílias de diversas partes do mundo e seu tipo de alimentação está presente no link: <https://www.menzelphoto.com/portfolio/G0000s3jj73.5TSs> (livro *Hungry Planet: what the world eats*, 2005).

O interessante destas duas últimas propostas é que aspectos culturais podem também ser discutidos juntamente com a nutrição de forma a fazer uma interdisciplinaridade com história por exemplo. Aqui podemos pedir para os estudantes fotografarem as embalagens de alimento que eles possuem em casa.

Abordagem a partir de filme

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 no McDonalds e quais foram os efeitos que este tipo de alimentação teve sobre a sua saúde.

Disponível no link do Prime Video:

<https://www.primevideo.com/-/pt/detail/Super-Size-Me/0JKUC3F56EG1JDUFGWYETARY6Z>

Disponível 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*.

Fonte: o autor.

As fotografias da exposição fotográfica *Pão Diário* de Gregg Segal (Figura 2) carregam diversos aspectos culturais em relação à alimentação, tendo um grande apelo visual contribuindo para chamar a atenção dos estudantes e permitindo discussões em relação a

alimentos ultraprocessados e *in natura*, por exemplo. O professor pode imprimir as fotografias e entregar para os estudantes divididos em grupos e levantar discussões sobre hábitos alimentares de determinados países, sobre como são os alimentos em diferentes culturas e relacionar os tipos de alimento com a saúde humana.

A discussão sobre as fotografias é um bom recurso para interpretarmos as realidades alimentares dentro de um mesmo país como por exemplo a alimentação de Kawakanih, de Alto Xingu, Mato Grosso, menina indígena que tem uma dieta baseada em peixes, frutas, tapioca já Henrico, de Brasília, Distrito Federal, uma criança moradora de uma cidade grande tem alimentos como salgadinhos, biscoitos, pizzas e outros alimentos processados, denotando uma alimentação de alto valor calórico e baixo valor nutricional. Podemos discutir diversas questões relacionadas acerca da temática incluindo a visão dos estudantes, sobre o que eles pensam em relação às dietas, qual dos alimentos presentes nas fotografias eles já consumiram ou qual seria a fotografia que está mais próxima dos seus hábitos alimentares. Muitas destas podem ser as ações didáticas para conectar os estudantes à atividade.

Figura 2 — Crianças de culturas e/ou países diferentes que participaram do projeto fotográfico “Pão Diário” (*Bread Daily: What Kids Eat Around the World*) de Gregg Segal mostrando seus hábitos alimentares.



Fotos: <https://www.lensculture.com/gregg-segal>

É interessante observar as possibilidades e escolher uma atividade (ou mais de uma) que esteja de acordo com o que se pretende da aula. Como exemplo, em uma ocasião eu tive um aluno treinando fisiculturismo, portanto o universo de suplementação alimentar estava presente na rotina daquele estudante, desta maneira pudemos analisar rótulos de *whey protein*, aminoácidos e alimentos rotineiramente utilizados por este tipo de atleta e entender a motivação para o consumo de cada alimento. Por exemplo, durante as aulas é muito comum

os alunos surgirem com embalagens de algum alimento, em sua grande maioria, um alimento com alto teor de açúcar ou gordura e normalmente discutimos os componentes constantes naqueles rótulos.

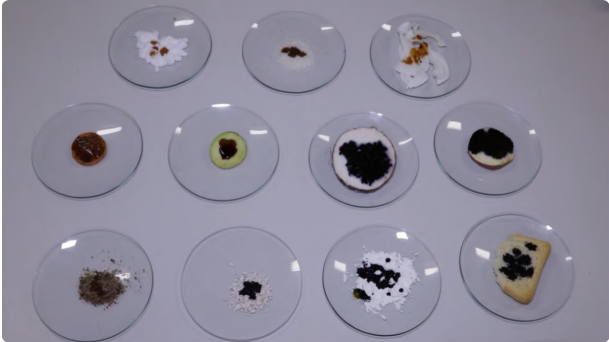
Atividade 4: Identificando as Biomoléculas e suas propriedades

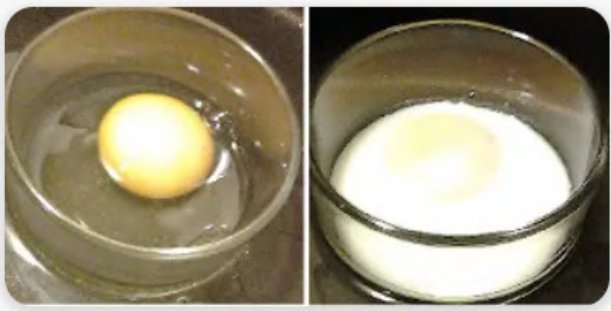
Nesta atividade os estudantes farão testes bioquímicos em diferentes alimentos a fim de detectarem a presença de componentes como proteínas ou amido (tipo de açúcar). A ideia principal é trabalhar com experimentos em que consigamos através deles, demonstrar as biomoléculas que compõem a nossa dieta e 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.

Quadro 5 — Sugestões de testes bioquímicos com as biomoléculas (carboidrato, lipídio e proteínas).

Estação	Alimentos	Procedimentos
1 - Teste para a presença de amido	Amido de milho, batata, pipoca, pão, mandioca ou macarrão.	- 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, 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. O teste está explicado no link para youtube: https://www.youtube.com/watch?v=ZWHkjOMWMBk  Teste de detecção de amido em alimentos. Fonte: Laboratório na Rede
2 - Teste para as propriedades dos lipídios	Margarina e óleo de cozinha.	- Teste de solução detergente com o óleo (tensão/ polar ou apolar/ hidrofílico ou hidrofóbico/ anfipático) experimentos presentes nos links do youtube: https://www.youtube.com/watch?v=26dj1Ia0s8 https://www.youtube.com/watch?v=MH9hxjagPYY - 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. - Embutir nesta prática as diferenças entre água e lipídios que irá auxiliar em aulas posteriores
3 - Teste para a presença de proteínas	Ovo (clara) e leite	- 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? Link para experimento de identificação de proteínas presente no Youtube: https://www.youtube.com/watch?v=kMqKIrPNGu0  Desnaturação da albumina do ovo utilizando álcool. Fonte: Brasil Escola (UOL)
4 - Extração de DNA de vegetais	Banana, morango, alho, cebola e podem ser testados outros vegetais.	- Reproduzir o teste bioquímico de extração de DNA de diversos tipos de vegetais. - Utilizar a motivação com os estudantes em relação à nossa alimentação: nós comemos DNA? - A atividade experimental está descrita em diversos artigos e protocolos de aulas práticas. O material utilizado para a montagem da atividade é proveniente de um artigo de Magalhães e Muller (2022). Link para vídeo do experimento sendo desenvolvido: https://www.youtube.com/watch?v=J7DTPWAAbjg  Extração do DNA do alho. Fonte: o autor.

Fonte: o autor.

O protocolo mais detalhado desta atividade está presente no *anexo 1* deste Trabalho de Conclusão de Mestrado.

Tempo previsto: 2 tempos de 50 minutos para a conclusão das atividades 3 e 4.

- **Aula 3 do Tópico 1**

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 com miçangas de tamanhos e cores diferentes e/ou outros materiais alternativos sugeridos pelos estudantes, de forma a estimular sua participação, criatividade e construção do seu conhecimento nas aulas e elucidar as estruturas das biomoléculas. 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*. O vídeo sobre as biomoléculas do canal do Youtube Amoeba Sisters será revisto como ponto de partida para a atividade 5 (<https://www.youtube.com/watch?v=h6JvIRl4ny0> (português) e <https://www.youtube.com/watch?v=YO244P1e9QM> (inglês)). Nesta atividade os modelos didáticos das biomoléculas serão desenvolvidos, mas antes de iniciar a criação das moléculas orgânicas, para o melhor entendimento de como estas moléculas se inserem no meio biológico, será primeiro montada a molécula de água e discutida as características desta molécula. Neste momento devemos deixar claro as características bioquímicas da água e que ela não se trata de uma biomolécula mas sim uma substância (molécula) essencial aos processos biológicos, ou seja, na presença dela ocorrem as reações metabólicas. 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. É importante demonstrar que a água (H₂O) não é uma molécula orgânica e que a diferença básica é na sua composição química, sem a presença de carbono. As biomoléculas possuem CHONPS em sua composição e a água não possui o carbono, elemento base para a determinação de uma biomolécula.

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.

Quadro 6 — Associação entre os tipos de biomoléculas com seus átomos formadores, seus monômeros e a estrutura de alguns exemplos de biomoléculas.

Biomolécula	Átomos	Monômero	Estrutura tridimensional
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

Fonte: o autor.

Tempo previsto: 2 tempos de 50 minutos para a conclusão da atividade 5.

Temos por objetivo que ao final deste tópico os estudantes possam diferenciar os diferentes tipos de biomoléculas, suas unidades formadoras e suas principais funções na célula. Durante esta atividade é importante que o professor trabalhe a ideia de como as nossas células utilizam estas moléculas (seus monômeros) para a construção das biomoléculas em nossos organismos, onde estas moléculas são sintetizadas no interior das nossas células e onde se localizam. No caso, criar um panorama que engloba as biomoléculas nas diferentes regiões da célula desde a membrana, passando pelo citoplasma e suas organelas, até o núcleo de uma célula eucarionte. A importância deste momento é a conclusão que as células em todas as suas partes são formadas por estas biomoléculas e as suas interações com a água.

4.2. 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*

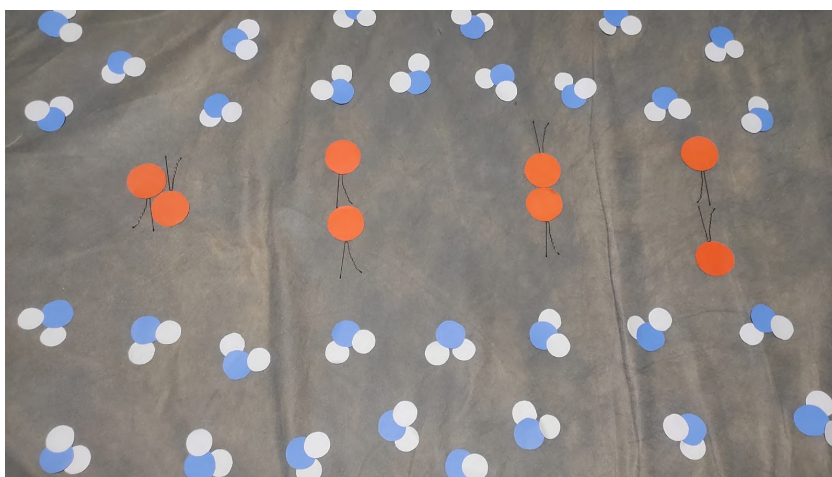
Biomoléculas e suas propriedades. Retomar conceitos anteriores é de grande importância para o processo ensino-aprendizagem.

- **Aula 1 do Tópico 2**

Atividade 1: Posicionamento das biomoléculas na membrana

Discussão dos 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. Lançar a pergunta norteadora *Como as biomoléculas se organizam para a formação da membrana plasmática?*

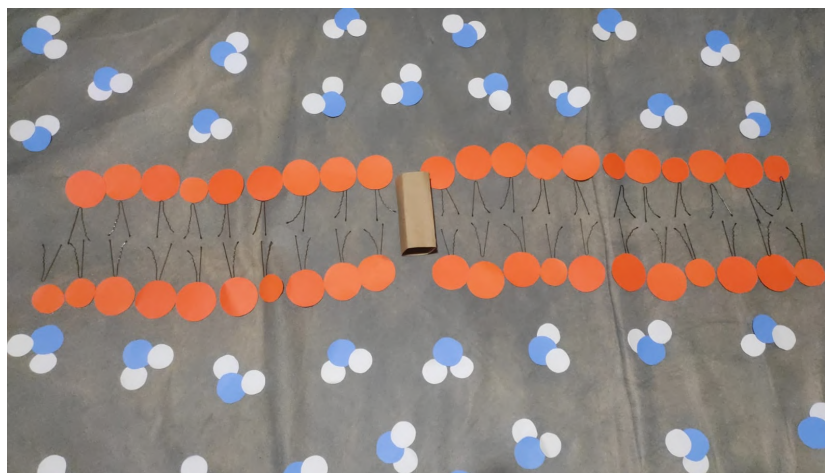
Figura 3 — Este é um exemplo do que deve ser feito para mostrar para os estudantes a interação entre as moléculas de água e os glicerofosfolipídeos.



Fonte: o autor.

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. Na *figura 3* trabalhamos as possibilidades de interação entre estas moléculas na presença de moléculas de água. A *figura 4* a seguir 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. Observe:

Figura 4 — Conclusão de como os glicerofosfolípeidos interagem para formar a estrutura da membrana plasmática.



Fonte: o autor.

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. A água por ser uma molécula polar somente irá interagir com moléculas também polares, como as cabeças hidrofílicas dos glicerofosfolípeidos, já o ambiente interno à membrana é composto por uma bicamada de ácidos graxos, moléculas tipicamente apolares dispostas em forma de caudas hidrofóbicas, formando uma região que não interage com as moléculas de água.

O objetivo deste modelo didático é 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, o que inclusive, podemos trabalhar a interdisciplinaridade com a química quando tratamos sobre polaridade de moléculas e da água como um solvente universal. Geralmente, quando entramos nesta temática os estudantes se interessam e um fator facilitador é que o que forma o conjunto da membrana são subunidades que podem ser construídas com materiais de fácil acesso e familiares (papel colorido e grampos de cabelo). Durante a aplicação surgiram perguntas como “*por onde a água passa na membrana?*” e com esta pergunta é possível abordar temas como osmose e proteínas de canal (aquaporinas). Trabalhamos também a ideia de molécula anfifílica através da seguinte pergunta: “*se o glicerofosfolípido se relaciona com água e com lipídios ele é polar e apolar?*”, assim pudemos discutir esta dupla afinidade o que gera a conformação estrutural da membrana (Anexo 1). Esta atividade é uma primeira incursão sobre

a formação da membrana plasmática focando nos glicerofosfolipídios mas em atividades posteriores iremos entender outras biomoléculas componentes das células.

Tempo previsto: 2 tempos de 50 minutos para a conclusão da atividade 1.

- **Aula 2 do Tópico 2**

Atividade 2: Quiz da membrana plasmática

Traçar um panorama histórico da construção do modelo mosaico fluido, além de incluir as características físico químicas da membrana plasmática, baseado em nos seguintes materiais de apoio:

Quadro 7 — Artigos para apoiar na construção das atividades sobre o histórico da membrana plasmática.

Artigo científico: Membrana Celular de Catarina Moreira (2014) presente na Revista de Ciência Elementar cujo link de acesso segue abaixo:

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 (2021) 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>

Fonte: o autor.

Este histórico será feito através de uma exposição dialogada, porém envolvendo os estudantes com perguntas gerais sobre o que eles já trazem de conhecimento prévio 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 e quem na membrana (lipídios ou proteínas) provavelmente estariam envolvidos numa determinada função. 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.

Após a exposição dialogada, será aplicado questionário interativo utilizando a plataforma Kahoot! Através deste aplicativo conseguimos criar quizzes para diversas pessoas

participarem ao mesmo tempo. Podemos inserir imagens e perguntas de diversos tipos como questões de múltipla escolha com quatro alternativas e também questões de verdadeiro ou falso. O QUIZ vai contar com informações e imagens sobre as biomoléculas formadoras de membrana de maneira que os estudantes tentem associar as imagens com o que aprenderam até o momento.

No quadro abaixo seguem algumas dicas para esta atividade:

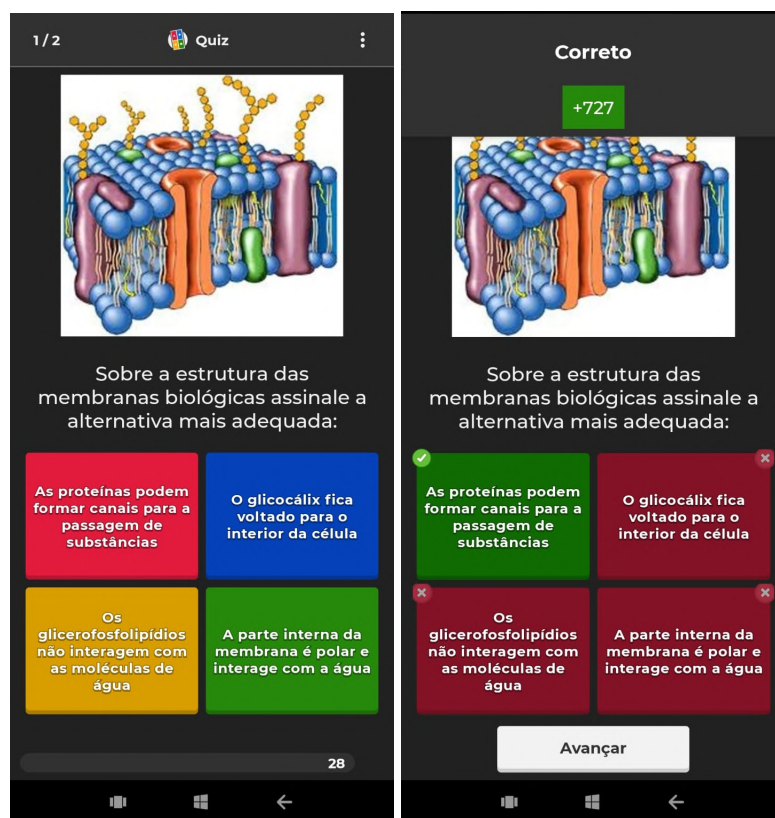
Quadro 8 — Passos para utilizar o aplicativo Kahoot! e criar um quiz interativo com os estudantes.

Selecione imagens da internet que representem as biomoléculas e a estrutura da membrana plasmática.
Crie um pequeno questionário com questões objetivas com quatro alternativas ou questões de verdadeiro ou falso.
Baixe o aplicativo e cadastre-se para criar seu <i>quiz</i> no link a seguir: https://kahoot.it/
Tutorial de criação do <i>Kahoot!</i> no canal do Youtube <i>TEC Educação</i> disponível no link: https://www.google.com/search?q=como+montar+um+kahoot&oq=como+montar+um+kahoot&gs_lcrp=EgZjaHJvbWUyCQgAEEUYORiABDIICAEQABgWGB4yCAgCEAAYFhgeMggIAxAAGBYHjIIICAQQABgWGB7SAQg4NTA5ajBqN6gCALACAA&sourceid=chrome&ie=UTF-8#fpstate=ive&vld=cid:2568ee65,vid:g6LMC1t0aHM,st:0

Fonte: o autor.

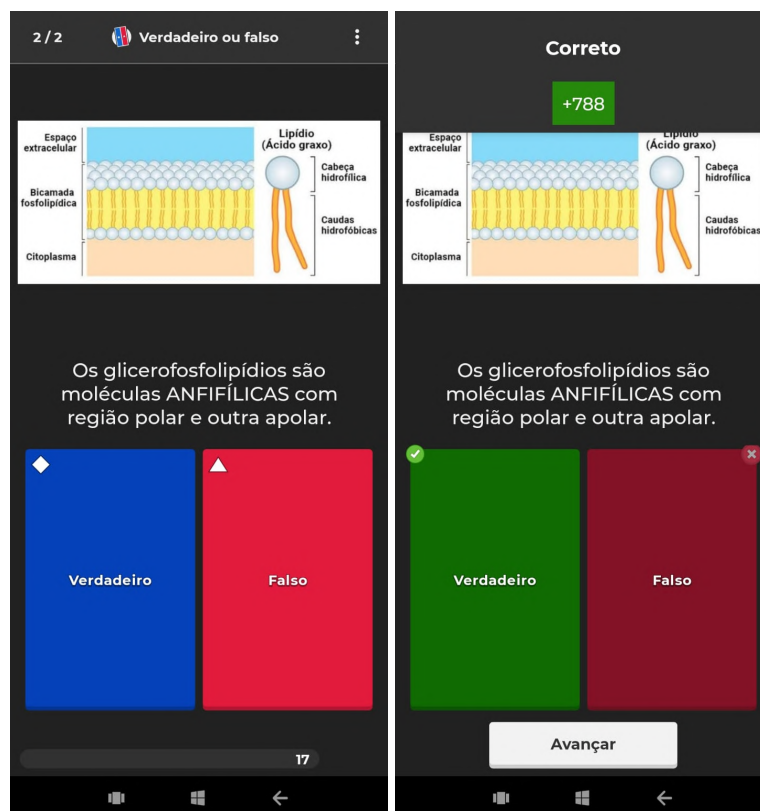
O *Kahoot!* é um aplicativo com a interface intuitiva e de fácil acesso, o tutorial sugerido auxilia bastante na construção do quiz e diante de uma perspectiva pedagógica, engaja os estudantes em torno da atividade. O aspecto competitivo da plataforma *Kahoot!* incentiva os estudantes a participarem desta atividade, mas há que se atentar para que a competição não crie um ambiente instável onde somente a busca pela competição importa. O espírito competitivo pode ser bem administrado sendo importante para a dinâmica proposta que envolve aspectos de um jogo educacional, trazendo engajamento através das diferentes habilidades e aptidões para a atividade pedagógica (BERGER, 2022).

Figura 5 — Exemplo de questão que pode ser explorada no aplicativo *Kahoot!* do tipo múltipla escolha com quatro alternativas.



Fonte: o autor.

Figura 6 — Exemplo de questão do tipo verdadeiro ou falso no Kahoot!



Fonte: o autor.

Ambas as figuras mostram o antes e o depois de clicar na resposta correta. Cada questão pode ter o tempo ajustado, no caso da figura 3 o tempo de resposta é de 30 segundos, já na figura 4 o tempo foi ajustado para 20 segundos. Quando muitos jogam ao mesmo tempo, as cores e ordem das respostas são alterados em cada aparelho de celular. Quando o estudante clica na resposta correta ele pontua no ranking de todos os que estão participando. Abaixo seguem algumas perguntas que podem ser exploradas com esta atividade. É interessante colocar algumas imagens para ajudar a contextualizar as perguntas, além de ajudar a fixar as ideias. As imagens que podem ser utilizadas são da membrana plasmática estruturadas, de seus componentes individualizados, de células interagindo com o meio para tratar do glicocálix, dos receptores de membrana e outras imagens que estão associadas à estrutura da membrana. Algumas questões podem também ajudar a introduzir o tópico seguinte: *funções da membrana*. Veja o quadro 9:

Quadro 9 — Perguntas para explorar no quiz interativo no aplicativo Kahoot!

<i>Os glicerofosfolídeos em uma membrana plasmática possuem qual característica química?</i> Alternativas: A-Polares B-Apolares C-Anfipáticos D-Lipofóbicos (Resposta: C)
<i>O glicocálix da membrana plasmática possui quais funções para a célula?</i> Alternativas: A-transporte de substâncias B-sinalização química (Resposta: B)
<i>As proteínas de membrana que permitem a passagem de água (aquaporina) são proteínas:</i> Alternativas: A-integrais B-periféricas (Resposta: A)
<i>Na membrana plasmática qual destes eventos gastam energia para acontecer?</i> 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)
<i>Quais destes componentes não faz parte da membrana plasmática?</i> Alternativas: A-fosfolídeos B-colesterol C-Proteínas D-DNA (Resposta: D)

Fonte: o autor.

Ao final do *quiz*, a própria plataforma faz um ranqueamento do placar dos participantes e anuncia os 3 primeiros lugares. Um outro atrativo do uso da plataforma Kahoot é o fato de cada participante poder se identificar por um apelido que ele mesmo escolhe. Apesar de não possuir um caráter investigativo, esta atividade é bastante atraente para os estudantes que na

sua maioria aderem ao jogo. E vendo as respostas das perguntas presentes no *quiz*, os estudantes entram em contato com conceitos importantes e ainda avaliam os seus conhecimentos que tiveram contato durante o momento da exposição dialogada.

Tempo previsto: 2 tempos de 50 minutos para a conclusão da atividade 2.

- **Aula 3 do Tópico 2**

Atividade 3: Construção de modelo da membrana plasmática

Nesta aula os estudantes serão separados em grupos e cada grupo vai construir um modelo de membrana com diferentes materiais, de sua escolha dentro de materiais disponibilizados e também 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. Iremos aproveitar os modelos por eles 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.

Quadro 10 — Situação-problema com perguntas para estimular os estudantes a pensarem na composição estrutural da membrana plasmática.

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 - Qual a característica da membrana da ameba que permite que ela se locomova?
- 3 - Como uma ameba, um ser unicelular, reconhece a presença de uma outra célula?

Fonte: o autor.

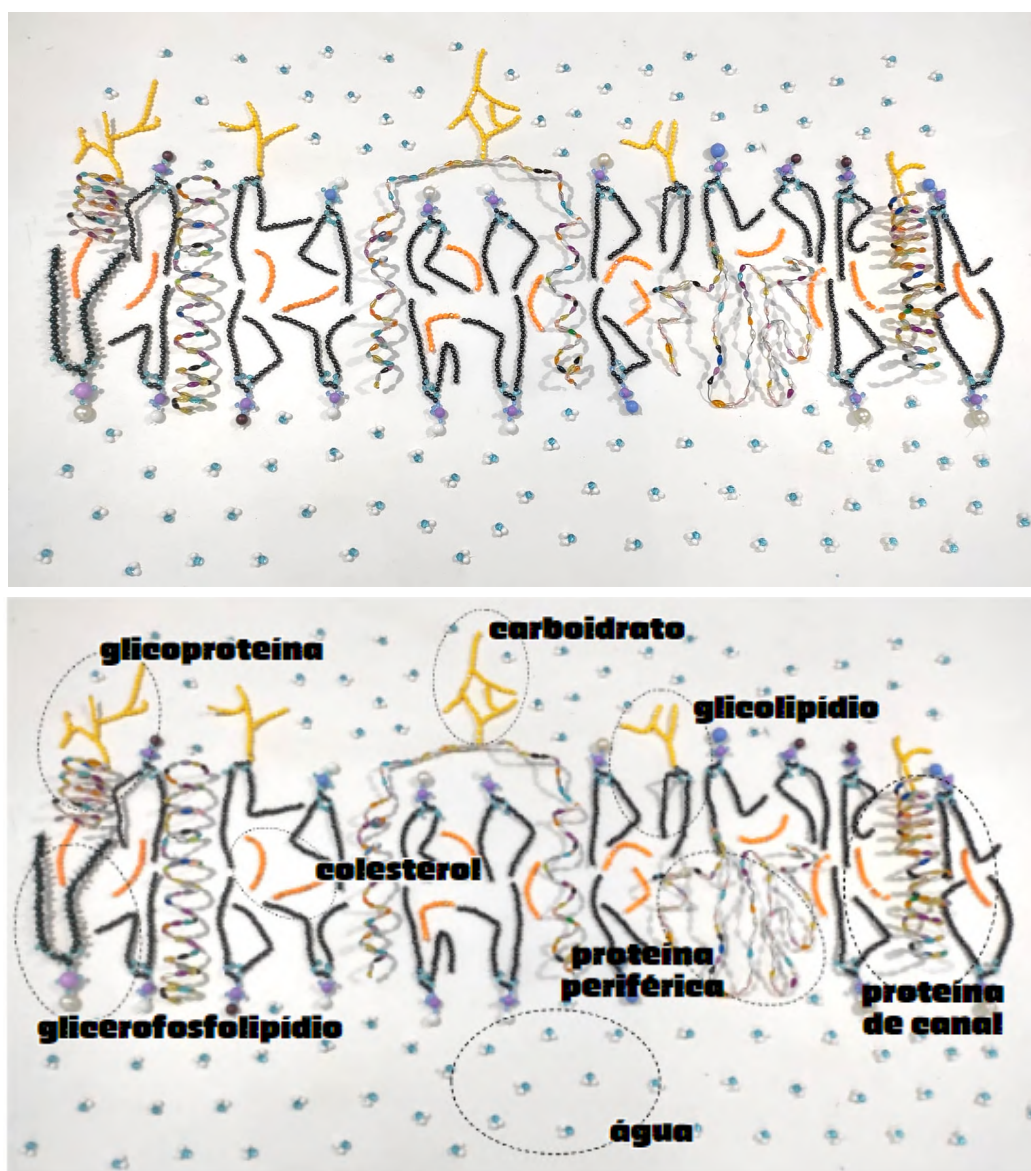
Os alunos deverão solucionar uma situação que envolve a *Entamoeba histolytica*, respondendo perguntas geradoras presentes no *quadro 10*. Neste momento serão discutidas as moléculas formadoras da membrana plasmática como as proteínas integrais e periféricas e o glicocálix (receptores - glicoproteínas e glicolipídios) trabalhando suas funcionalidades e demonstrando como são estruturalmente. Parte desta atividade já foi utilizada na *Aplicação e Avaliação em Sala de Aula* com os estudantes. A principal ideia é discutir como as funções da membrana plasmática estão relacionadas com a sua composição química, organização espacial e fluidez. A representação da membrana plasmática (*figura 7*), é a construção de como as biomoléculas interagem entre si e com o meio. O modelo foi desenvolvido com utilização de miçangas e montado pelos estudantes durante a aula.

A primeira pergunta se refere a entrada e saída de água na ameba que pode acontecer pela difusão da água (osmose) e vai depender da salinidade do ambiente. A segunda pergunta se refere a 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. A última questão se refere às diversas 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 que vêm do meio, neste 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.

Esta atividade quando foi aplicada em sala de aula, alguns estudantes ajudaram desenvolver os modelos de miçangas que foram utilizados para a montagem da membrana plasmática. Quando da montagem da membrana com seus glicerofosfolipídeos, proteínas integrais ou periféricas e glicocálix, 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 “*glicerofosfolipídeos parecem pessoas dançando*”, fazendo uma analogia das caudas hidrofóbicas com pernas e também com a mobilidade que estas moléculas têm na membrana plasmática. Os estudantes também compreenderam que o colesterol na membrana das células influencia a sua fluidez, quando no modelo de membrana apareceram os cordões que representam esta molécula, os estudantes interpretaram que “*quanto maior a quantidade de colesterol menor é a fluidez da*

membrana”. E em relação ao modelo didático, sua tridimensionalidade permitiu uma melhor visualização das biomoléculas e ainda aumentou a compreensão sobre a interação entre as moléculas de água com a membrana. O conceito de polaridade também pode ser trabalhado através do modelo de miçangas. A água é uma molécula polar e não interage com lipídios isolados no interior da membrana, as cabeças hidrofílicas dos glicerofosfolípidios são voltadas para o ambiente e as caudas de ácidos graxos voltadas para o interior da membrana.

Figura 7 — Fotografia do modelo de membrana plasmática com glicerofosfolípidios, proteínas, glicocálix e colesterol. É possível ver as moléculas de água junto com a membrana.



Fonte: o autor.

Tempo previsto: 2 tempos de 50 minutos para a conclusão da atividade 3.

Ao final das atividades deste tópico esperamos que os estudantes consigam entender como as biomoléculas se estruturam na membrana plasmática entendendo sua tridimensionalidade e características químicas do modelo mosaico-fluido.

4.3. Tópico 3: Funções da membrana

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

- **Aulas 1 do Tópico 3**

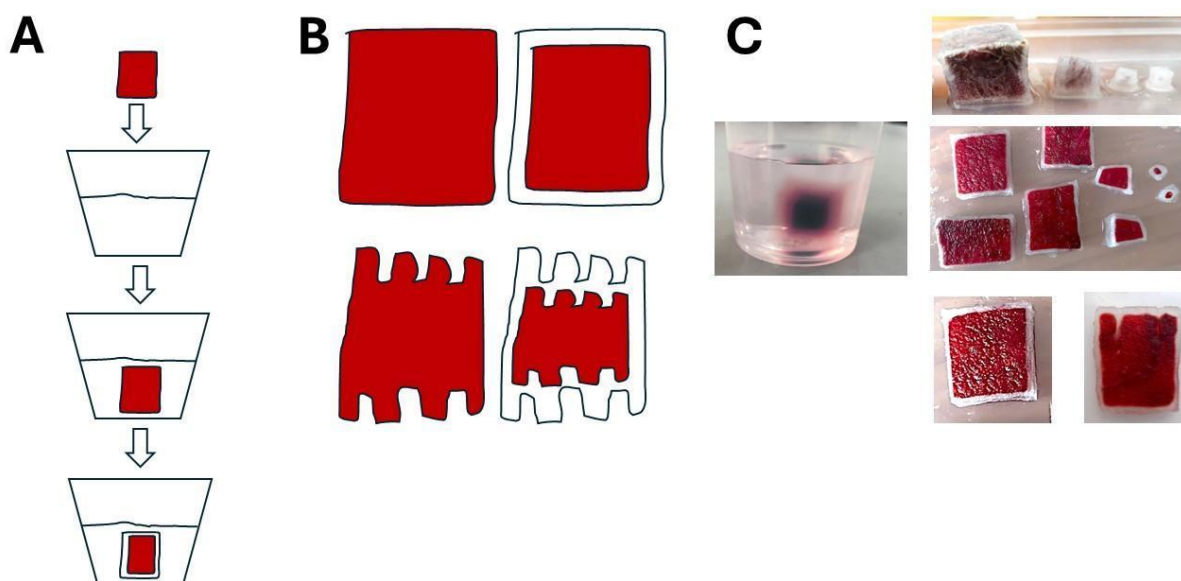
Atividade 1: Relação superfície / volume celular

Questão-problema: *O que pode estar limitando o tamanho das células? Um elefante tem células maiores que as de um rato ou possui mais células do mesmo tamanho que as células de um rato?*

Com esta atividade objetiva-se trabalhar a relação entre superfície/volume das células. Para responder esta pergunta será utilizada a receita de gelatina feita com extrato de repolho-roxo que possui antocianinas, substância marcadora de pH (em meio ácido fica com coloração rosa e em meio básico fica com coloração verde). A ideia principal é demonstrar a problemática da relação superfície/volume utilizando a mudança de cor que ocorre com esta gelatina corada em contato com vinagre transparente. A turma será dividida em grupos e cada um irá cortar a gelatina de um tamanho e formato diferentes (quadrados, esferas, bastões, etc.), por eles escolhidos e submergi-las em vinagre (ácido acético 10%). Teremos a descoloração de fora pra dentro pela acidificação. Estaríamos então representando a superfície de contato da célula com o meio exterior, e os processos de troca entre a célula e o meio. Os estudantes irão observar que as gelatinas de maiores tamanhos permanecem com seus interiores corados e apenas uma fina camada na superfície perde a cor enquanto que em gelatinas cortadas em tamanhos bem pequenos, a perda de cor pode ser observada mais para o interior. O professor também vai usar dois blocos de gelatina de mesmo tamanho, um dos blocos permanecerá íntegro e o outro terá vários furinhos feitos com um palito de fósforo para simular um aumento de superfície celular sem que o volume seja drasticamente afetado (*figura 8*). Depois disso, ambos serão imersos em vinagre. Após um tempo o professor irá

cortar os blocos ao meio para os estudantes visualizarem o que aconteceu. Espera-se que os estudantes percebam que apesar de terem o mesmo volume, o pedaço de gelatina com os furinhos apresenta uma maior superfície. Após esta atividade o professor irá diferenciar células procarióticas de células eucarióticas acerca dos seus tamanhos e irá 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. Alternativamente, o professor pode também neste momento demonstrar a absorção de uma quantidade definida de líquido por um tecido de algodão comum e um outro tecido de mesmo tamanho, mas atalhado demonstrando o mesmo princípio de aumento de superfície externas expandidas por microvilosidades para aumentar a absorção de substâncias como o que acontece no epitélio intestinal.

Figura 8 — Esquema da atividade Relação Superfície/Volume: (A) Esquema do procedimento, (B) Esquema dos cubos com e sem furos (C) Fotografias dos blocos de gelatina imersos em vinagre cortados para ilustração da descoloração indicando a extensão da penetração do vinagre em cubos de diferentes tamanhos e formatos.



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?”. Peçam

para que eles registrem os passos da atividade e a interpretação do resultado. Observando os blocos de diferentes tamanhos, os estudantes deverão refletir sobre o resultado do experimento e chegar à 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. Um animal maior possui simplesmente um maior número de células de tamanhos semelhantes. Uma exceção são os gametas femininos que apresentam um grande tamanho por serem células que acumulam uma grande quantidade de material nutritivo que irá nutrir o embrião em crescimento após a fertilização deste gameta por um gameta masculino. Neste caso, esses gametas femininos podem ter um tamanho grande por não estarem realizando muitas trocas com o meio. Sua função se restringe à reprodução.

Tempo previsto: 2 tempos de 50 minutos para a conclusão da atividade 1.

Realizei esta atividade em casa utilizando blocos cortados de beterraba imersos em água sanitária. Funcionou muito bem (ver algumas imagens na *figura 8*). Porém, para evitar riscos de exposição dos alunos à água sanitária, adaptei o protocolo e utilizei em sala a atividade com blocos de gelatina como descrito no texto acima.

● **Aula 2 do Tópico 3**

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

Questão-problema: *Como ocorre o transporte via membrana? Como e por que entra e sai água da célula? Peixe bebe água?*

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. Observe o quadro abaixo apresentado:

Quadro 11 — Figura de dois peixes, um de água salgada (A) e outro de água doce (B), juntamente com os dados sobre as espécies. Também constam uma situação-problema com uma pergunta para os estudantes.

O diagrama apresenta dois peixes, A e B, com setas indicando os processos osmóticos e fisiológicos. Peixe A (água salgada) perde água por osmose, bebe água, suas brânquias eliminam o excesso de sais e elimina pouco urina. Peixe B (água doce) ganha água por osmose, não bebe água, suas brânquias absorvem sais e elimina muita água diluída na urina.

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

figura presente no link: <https://images.app.goo.gl/t7549N96xzfzvCR7>

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.

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

- 1 - É possível determinar a 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?

Fonte: o autor.

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.

Quadro 12 — Materiais e procedimentos desenvolvidos para a atividade osmose em caneta com película semipermeável de celulose.

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

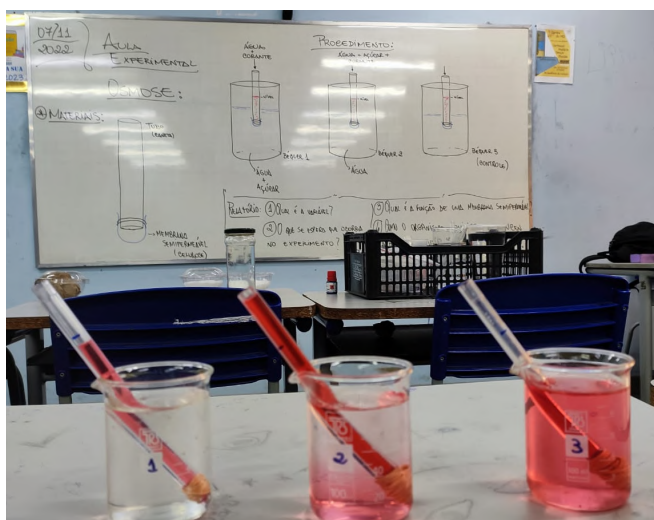
Procedimento:

- 1 - fixar com o elástico em cada tubo de caneta uma película de celulose de modo que a passagem seja totalmente coberta.
- 2 - sobre para garantir que não há nenhuma fresta para a passagem de substâncias.
- 3 - dilua sal em água.

- 4 - pipete em um tubo água com sal e coloque em um copo com água pura, pipete em outro tubo o mesmo volume de 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.
- 5 - Marcar com uma caneta os níveis de solução em todos os tubos.
- 6 - Observar, anotar e discutir os resultados.

Fonte: o autor.

Figura 9 — Experimento de osmose com película semipermeável de celulose. Resultado do experimento realizado em sala de aula.



Fonte: o autor.

Após discutirmos difusão e osmose, teremos uma exposição dialogada sobre transporte passivo e transporte ativo. Ao final das atividades deste tópico esperamos que os estudantes compreendam as funções celulares de transporte de substâncias via membrana plasmática. Além disso, após esta atividade e discussões esperamos que eles sejam capazes agora de responder a pergunta disparadora do início da aula e chegar a conclusão de que o peixe mostrado em A vive em um ambiente com alta salinidade (água salgada) e suas células tendem a perder água de forma constante. Assim o peixe se adapta de forma a beber água,

urinar pouco para não perder mais água ainda pela excreção e eliminar o excesso de sais ingeridos quando ele bebe água, pelas brânquias que tem adaptações para essa eliminação de sais. Em B, esperamos que os estudantes conclua que o peixe mostrado na figura vive em um ambiente de água doce e desta forma para equilibrar a tendência de entrada de água nas suas células, ele não bebe água e elimina uma grande quantidade de urina bem diluída e absorve sais pelas brânquias para tentar reverter a perda desses pela urina.

Tempo previsto: 2 tempos de 50 minutos para a conclusão da atividade 2.

Em sala de aula realizei com os estudantes apenas a atividade da caneta com celofane sem contextualizar com a pergunta disparadora. Acredito que a organização deste tópico encadeado da maneira aqui proposta será bastante proveitosa no processo de ensino-aprendizagem de osmose e trocas de água pelas células animais.

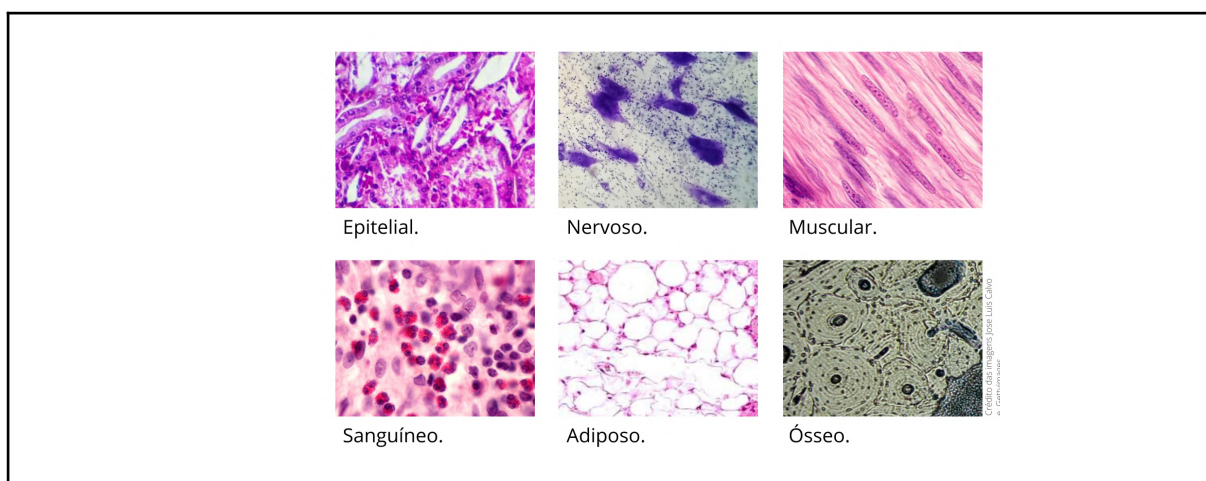
• Aula 3 do Tópico 3

Atividade 3: Diversidade celular em imagens

Questionário prévio: 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 atividade estará estruturada sobre a diversidade celular dos tecidos humanos que serão mostrados em imagens como as presentes no *quadro 12*. Esta atividade visa explorar a diversidade celular não somente entre as espécies mas dentro de uma mesma espécie.

Quadro 13 — Tecidos humanos em imagens da internet. Constan algumas perguntas.



“Alguns exemplos de tecidos humanos”. Link para acesso da imagem dos tecidos: <https://novaescola.org.br/planos-de-aula/fundamental/6ano/ciencias/tecidos-celulas-trabalhando-em-equipe/1907>

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, é importante selecionar imagens que estejam na mesma escala.

- 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?

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

Fonte: o autor.

Durante a discussão entre os estudantes, o professor irá mostrar imagens histológicas obtidas da internet indicando diferentes tecidos de um mesmo organismo como mostrado na atividade anterior (*quadro 13*).

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.

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 14*, a seguir:

Quadro 14 — Introdução da atividade de microscopia onde os estudantes irão ver o procedimento de montagem de uma lâmina histológica.



Reels do instagram onde uma pessoa realiza o procedimento de montagem de lâminas de microscópio. Link para o canal Geometria Sagrada:

<https://www.instagram.com/reel/C0msJ1cPTul/?igshid=NzBmMjdZWRiYQ==>

A partir desse vídeo introduziremos a *Atividade 4: observando lâminas em microscópio*. 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?*

Fonte: o autor.

As atividades 3 e 4 acima descritas 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 que aborda DNA e RNA.

Não tive a oportunidade de aplicar estas duas atividades descritas em sala de aula, mas acredito que elas dariam um bom encaminhamento para o próximo tema a ser abordado nesta sequência didática.

Tempo previsto: 2 tempos de 50 minutos para a conclusão das atividades 3 e 4.

4.4. 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.

- **Aula 1 do Tópico 4:**

Atividade 1: Entendendo a molécula de DNA

Nesta aula 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: *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 (1951) que deu origem a sua regra da paridade das bases nitrogenadas do DNA. Chargaff extraiu DNA de diferentes organismos e isolou os nucleotídeos que compunham essas moléculas de DNA e “verificou que havia proporcionalidade entre o conteúdo de purinas (adeninas e guaninas) e pirimidinas (citosinas e timinas), assim como entre as adeninas (A) e timinas (T) e citosinas (C) e guaninas (G).” (RIBEIRO, 2014, p. 17). Para isso, dividiremos a turma em grupos e em seguida apresentaremos a eles o roteiro da atividade. Neste roteiro (Anexo 1)

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 pareia com a timina da outra fita e citosina de uma fita pareia com guanina presente na outra fita.

Observe parte do roteiro da aula:

Figura 10 — Parte do roteiro da aula de biologia molecular e estrutura do DNA. Elucidação do experimento desenvolvido por Erwin Chargaff



Fonte: o autor.

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. Por exemplo, 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. Um processo laboratorial e controlado sendo exposto de maneira simplificada na tentativa de descomplicá-lo. O documento completo será disponibilizado no *anexo 1* deste trabalho.

Distribuiremos para os grupos tubos representando moléculas de ácidos nucleicos extraídos de diferentes espécies de seres vivos (como indicado na *figura 11*). 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).

Figura 11 — Amostras fictícias representando os nucleotídeos. Estas amostras os alunos irão separar os nucleotídeos (cores diferentes) e anotar os resultados numa tabela.



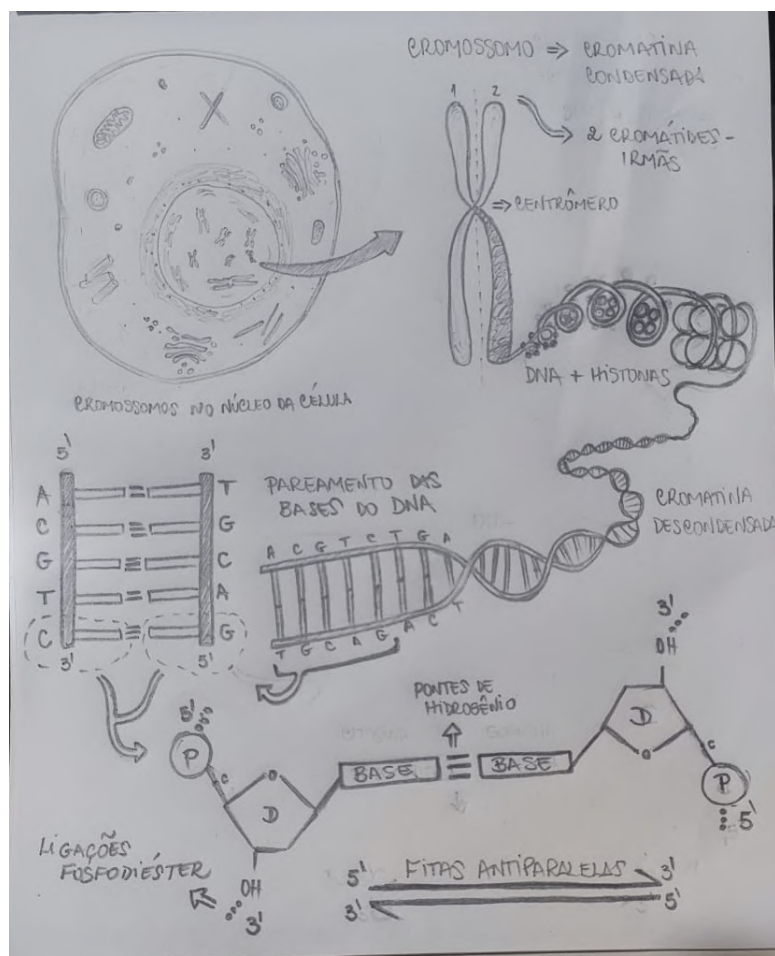
Fonte: o autor.

Daremos uma tabela para eles preencherem 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. 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.

Em seguida realizaremos uma atividade que consiste na 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.

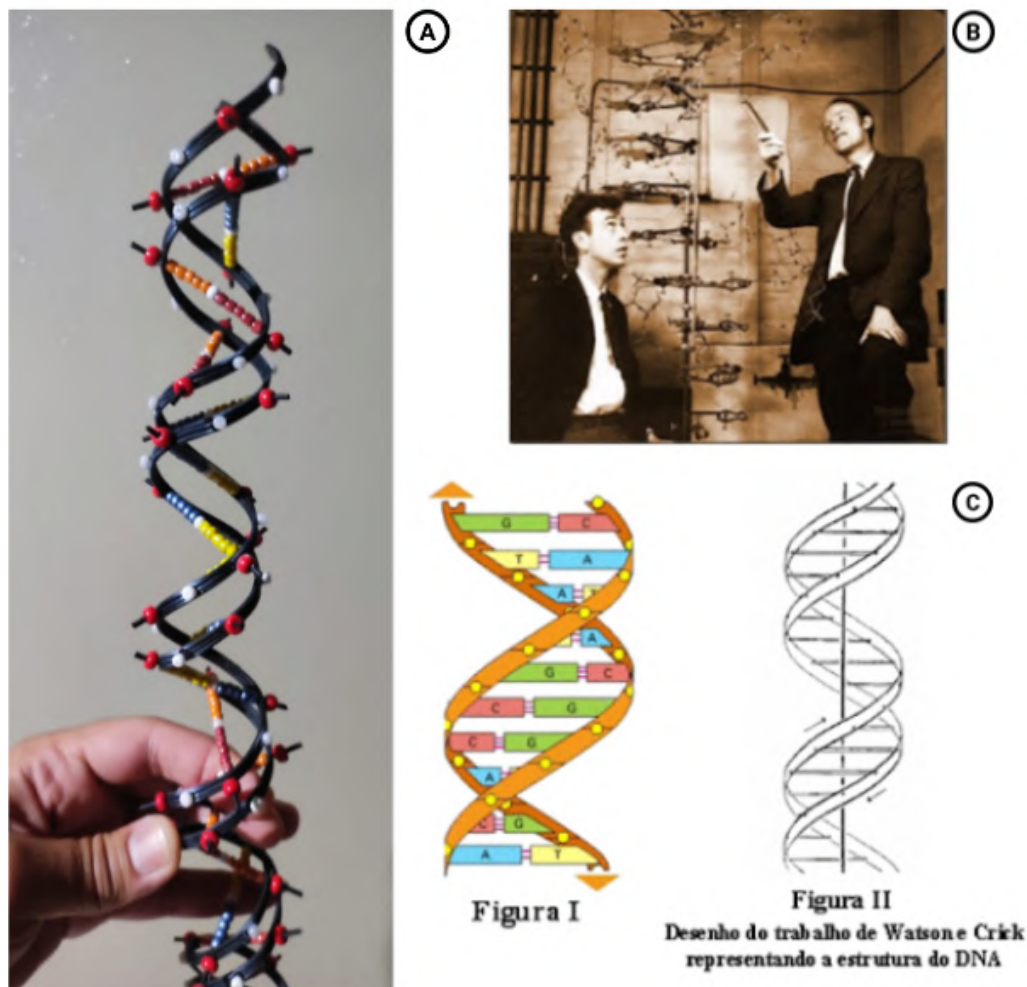
Figura 12 — Representação feita à mão de como pode ser representada a estrutura do DNA com o detalhe no pareamento de bases.



Fonte: o autor.

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. Este modelo foi desenvolvido para a aula da disciplina *Aplicação e Avaliação em Sala de Aula 3*, porém não aplicado por conta de no período paralelo à disciplina do PROFBIO a rede estadual de professores estava em greve, mas acreditamos que esta atividade tem um grande potencial de gerar comprometimento dos estudantes para a elucidação da molécula de DNA.

Figura 13 — (A) Modelo didático de DNA feito a partir de cabo de fibra óptica e miçangas de cores diferentes. Cada cor representa uma parte dos nucleotídeos: a miçanga vermelha é a desoxirribose, a miçanga branca o grupamento fosfato e as outras cores as bases nitrogenadas (laranja, marrom, amarelo e azul). (B) e (C) Imagens de www.sobiologia.com.br. (B) Fotografia dos pesquisadores Watson e Crick demonstrando o formato da molécula de DNA. (C) Esquema da conformação da molécula de DNA.



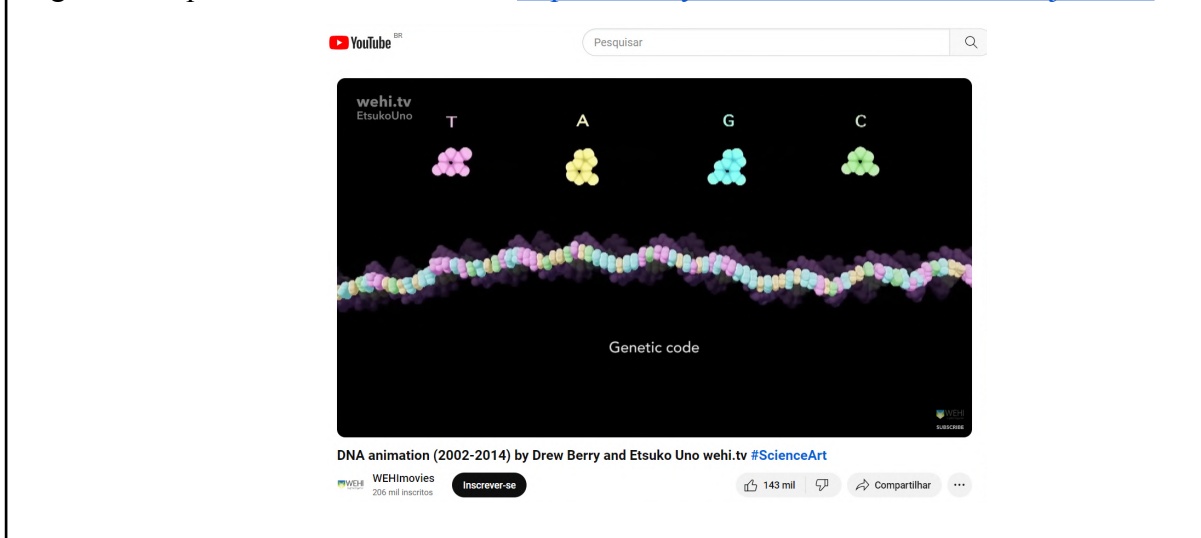
Fonte: o autor.

Como encerramento desta parte do tópico sugerimos um vídeo para a exposição dos processos que ocorrem com os ácidos nucleicos no interior de uma célula.

Quadro 15 — *Printscreen* do canal WEHi Movies do Youtube no momento em que são mostradas as bases nitrogenadas componentes do DNA (timina, adenina, guanina e citosina).

Sugestão de vídeo do Youtube com canal WEHi Movies: indicamos este vídeo de *WEHI Movies* com 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. Observar mais atentamente entre o momento 4:38 - 5:05 para entender o pareamento das bases A, T, C e G na molécula de DNA.

Segue o link para o vídeo no Youtube: <https://www.youtube.com/watch?v=7Hk9jct2ozY>.



Fonte: o autor.

Atividade 2: Origem e estrutura do RNA

Esta 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). 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 ou qualquer material alternativo). As imagens dos processos e/ou moléculas deverão ser fotografadas para registrar o andamento dos trabalhos e criar uma galeria de fotos dos materiais desenvolvidos.

Quadro 16 — Abordagem das diferenças básicas entre DNA e RNA que devem ser abordadas com os estudantes.

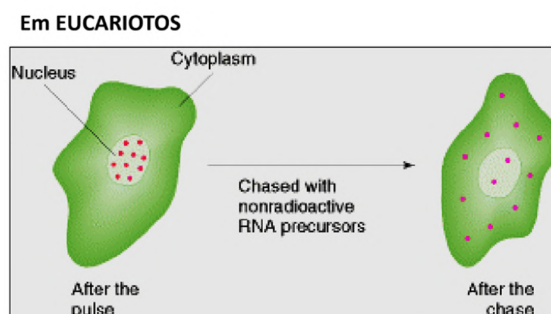
DNA	RNA
- Dupla hélice - Nucleotídeos: A, T, C e G - Presença de Timina	- Fita única com pareamento intramolecular - Nucleotídeos: A, U, C e G - Presença de Uracila

- As quantidades de nucleotídeos A-T são idênticas e C-G também - A pentose é a Desoxirribose	- Não há uma relação entre as quantidades dos nucleotídeos - A pentose é a Ribose
--	--

Fonte: o autor.

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. Para esta atividade é possível que se desenvolva um modelo representativo das células e dos nucleotídeos radioativos e criar as hipóteses referentes ao material concentrado no núcleo e o material que é transportado para o citoplasma, desta maneira os estudantes deverão pensar por qual motivo cada evento ocorre.

Figura 14 — Esquema representativo do experimento realizado por Volkin e Astrachan em 1957 (GRIFFITHS *et. al*, 2015) utilizando uracila radioativa.



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 (pulso-chase ou pulso-caça) detectavam que **as moléculas de RNA se moviam do núcleo para o citoplasma**.

Fonte: [Experimento de pulso y caza - Wikipedia, la enciclopedia libre](#)

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 16*, 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.

Não tive tempo de realizar esta atividade com meus alunos em sala, mas acredito que por ser uma atividade investigativa, vai envolver bastante os estudantes na criação de hipóteses que expliquem os resultados obtidos pelos pesquisadores.

Tempo previsto: 2 tempos de 50 minutos para a conclusão da Atividade 1 e 2.

- ***Aula 2 do Tópico 4:***

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

Quadro 17 — Possibilidades para os professores pensarem na abordagem da síntese de proteínas.

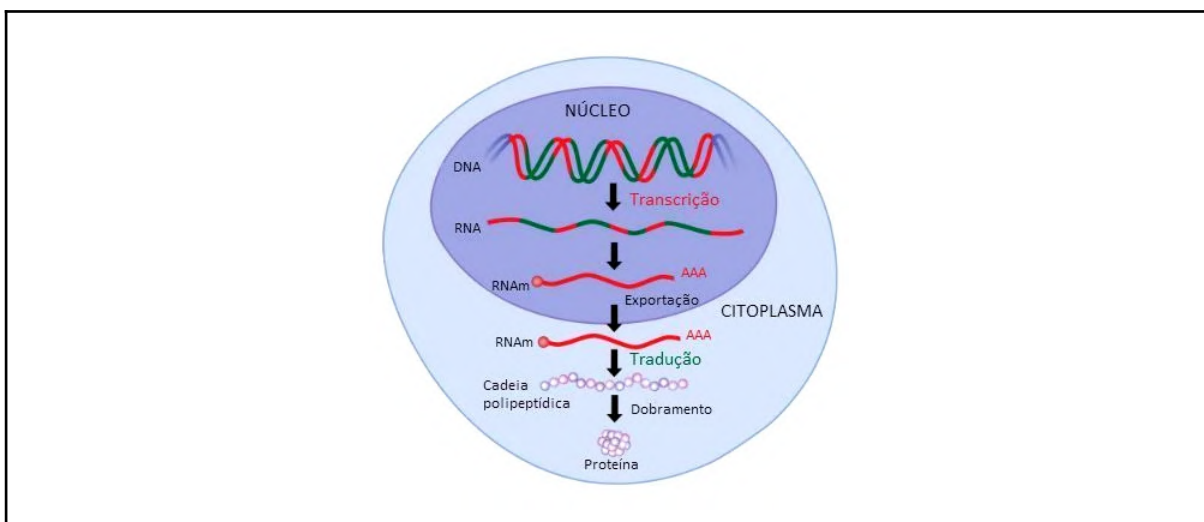


Imagem de Toda Matéria sobre processos que ocorrem com os ácidos nucleicos. Link: <https://images.app.goo.gl/ZA6ce37xu4aDtGhn7>

Processos que ocorrem até a síntese de proteínas: 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.

		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 } AUG Met	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

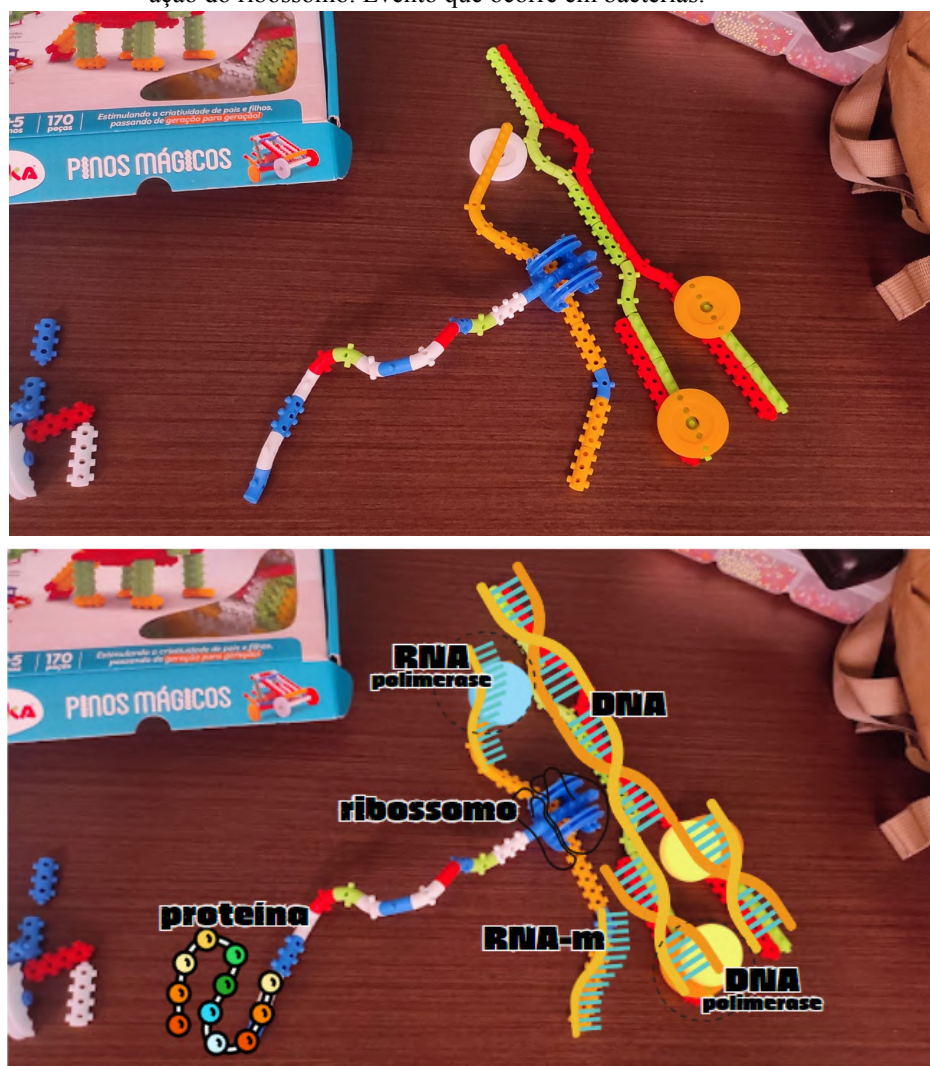
Figura de Khan Academy representando o código genético que os estudantes usarão para fazerem a sequência de aminoácidos que será “traduzida” pelos estudantes. Link: <https://images.app.goo.gl/hfXiqCbLPS8vY7eS6>

Tradução do código genético: 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).

Fonte: o autor.

De posse do conhecimento sobre o que são ácidos nucleicos e o que são proteínas, pretendemos montar com os estudantes modelos utilizando peças encaixáveis (ver *figura 15*):

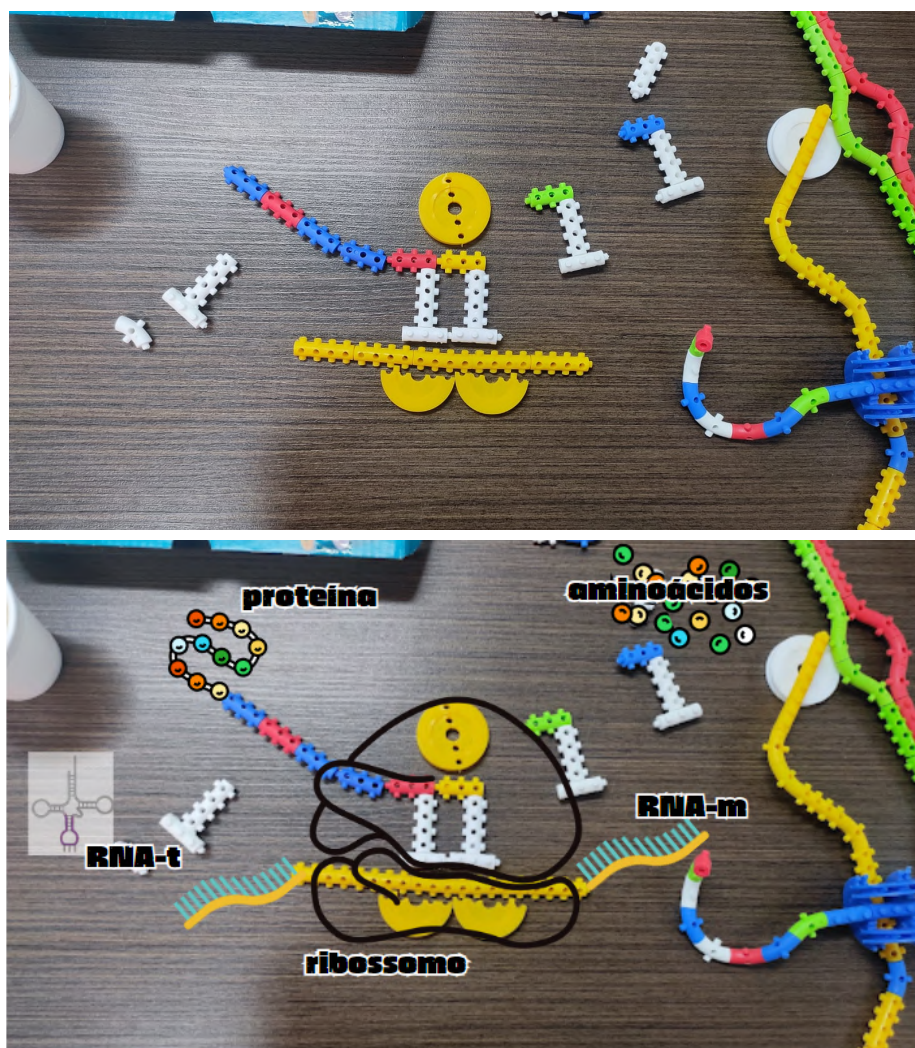
Figura 15 — Representação de um processo de replicação do DNA através da ação da DNA polimerase, da transcrição do DNA em RNA através da ação da RNA polimerase e da tradução do RNA em proteínas através da ação do ribossomo. Evento que ocorre em bactérias.



Fonte: o autor.

O modelo foi desenvolvido com pinos mágicos que podem ser utilizados para a representação de como ocorrem estes processos no interior das células. Este modelo é uma forma simplificada e resumida dos passos da polimerização das moléculas. A partir deste modelo sugerimos que os professores busquem formas de desmembrar os processos de duplicação do DNA, produção de RNA e produção de proteínas utilizando esses modelos. Essa atividade estaria vinculada a uma apresentação prévia do tema replicação, transcrição e tradução. Para este tipo de construção é interessante que tenha peças suficientes para os estudantes se dividirem em grupos menores duas ou três pessoas para sobre as suas mesas desenvolverem suas ideias acerca dos processos e estudem e entendam com detalhe as fases da polimerização das biomoléculas.

Figura 16 — Modelo do processo de tradução do RNA originando uma proteína. Acima somente a montagem com os pinos elucidando o processo, abaixo as formas dos elementos que participam da síntese proteica.



Fonte: o autor.

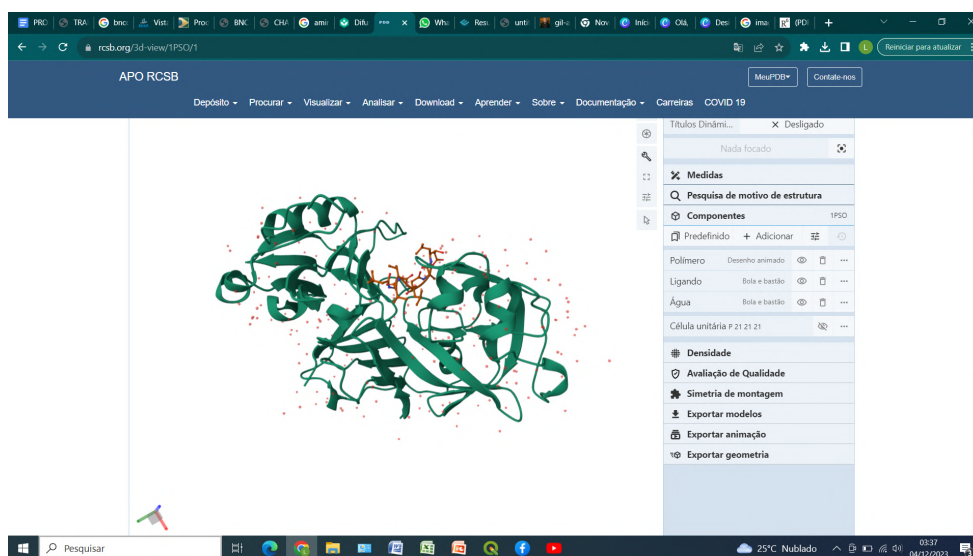
Nesse modelo os pinos amarelos em sequência são o RNA mensageiro, os “T” brancos representam os RNA transportadores com os aminoácidos (cores variadas) que vão sendo depositados em sequência. O ribossomo não está sendo mostrado mas está sendo representado pelos círculos. A ideia é criar um modelo que consiga dar conta de demonstrar esse processo, mas também incentivar os alunos a pensarem no seu modelo para apresentarem aos colegas. É importante que em atividades deste tipo que envolvam montagens de modelos didáticos é necessário utilizar a imaginação para conseguirmos elucidar os processos biológicos que ocorrem. Estas atividades geralmente têm um grande potencial de engajamento dos estudantes em torno de criar alternativas para explicar um determinado evento ou desenvolver uma estrutura através de materiais. Iremos fotografar os trabalhos ao final do processo.

Atividade 4: Explorando o PDB - Protein Data Bank

Em seguida, iremos entrar na plataforma *PDB (Protein Data Bank)* e analisar estruturas proteicas e ácidos nucleicos para que sejam observadas as suas conformações estruturais e interações intramoleculares e intermoleculares. Nesta atividade sugerimos roteiros (Anexo 1) onde os alunos irão explorar o banco de dados de proteínas e ácidos nucleicos, entendendo com maiores detalhes a estrutura das proteínas e de ácidos nucleicos no site. Os alunos 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.

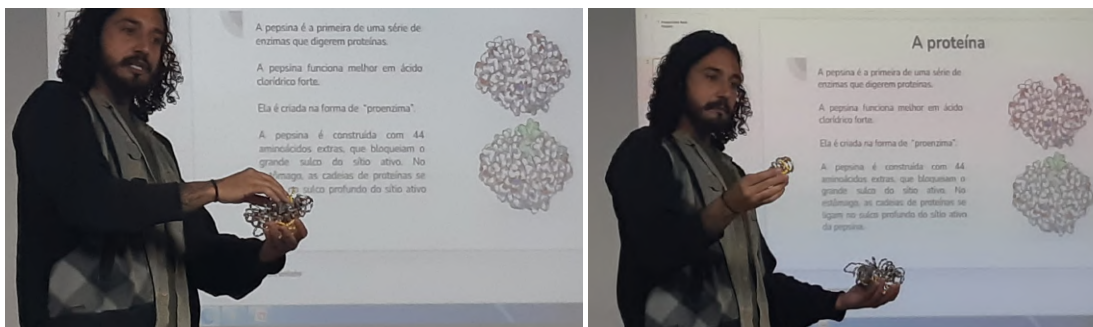
Como exemplo, cito a atividade desenvolvida durante a aula de proteínas do PROFBIO na qual deveríamos em dupla estudar e apresentar uma aula sobre uma proteína específica. Eu e a minha dupla escolhemos a enzima digestiva Pepsina desenvolvendo uma situação-problema com a história da Pepsi cujo nome é 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.

Figura 17 — Print da tela do PDB do complexo Pepsina - Pepsinogênio.



Fonte: o autor.

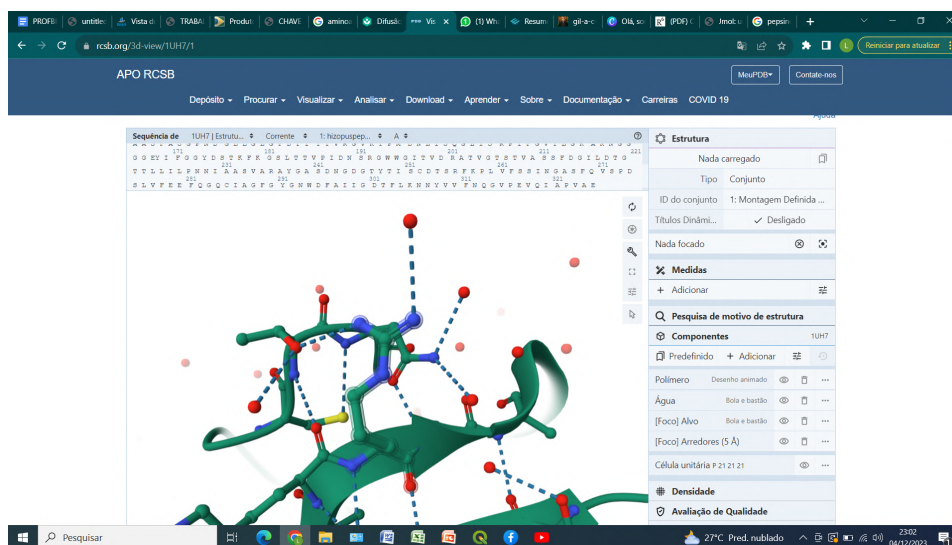
Figura 18 — Demonstração de modelo didático feito de miçangas foi apresentado durante uma aula sobre o tema proteínas no Profbio. a pepsina com seu sítio ativo encoberto, portanto mostrando a enzima inativada à esquerda, à direita o sítio ativo da pepsina foi exposto e assim ela tem a sua função garantida.



Fonte: o autor.

Na projeção tem informações sobre a referida proteína e as figuras representando a pepsina e o pepsinogênio foram geradas pelo *Protein Data Bank - PDB* após explorarmos as funções e ideias associadas a proteínas específicas.

Figura 19 — Print de tela do PDB onde é mostrada a interação com moléculas de água e também a interação intramolecular da cadeia polipeptídica.



Fonte: o autor

O *Protein Data Bank* é interessante no sentido de permitir que as moléculas sejam visualizadas de maneira detalhada, as interações intramoleculares e com as moléculas de água. Na *figura 19* as esferas vermelhas representam as moléculas de água interagindo com os aminoácidos, mas também é possível observar aminoácidos interagindo com outros aminoácidos. Sugerimos a aplicabilidade deste recurso durante uma aula sobre proteínas.

Tempo previsto: 2 tempos de 50 minutos para a conclusão da Atividade 3 e 4, dependendo do andamento pode ser estendido o tempo e ainda sugerir que os estudantes explorem o site de um computador pessoal.

4.5. Tópico 5: Acervo do Laboratório de Produção Científica da escola

Nestas aulas a intenção é a organização e montagem 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.

- **Aula 1 do Tópico 5:**

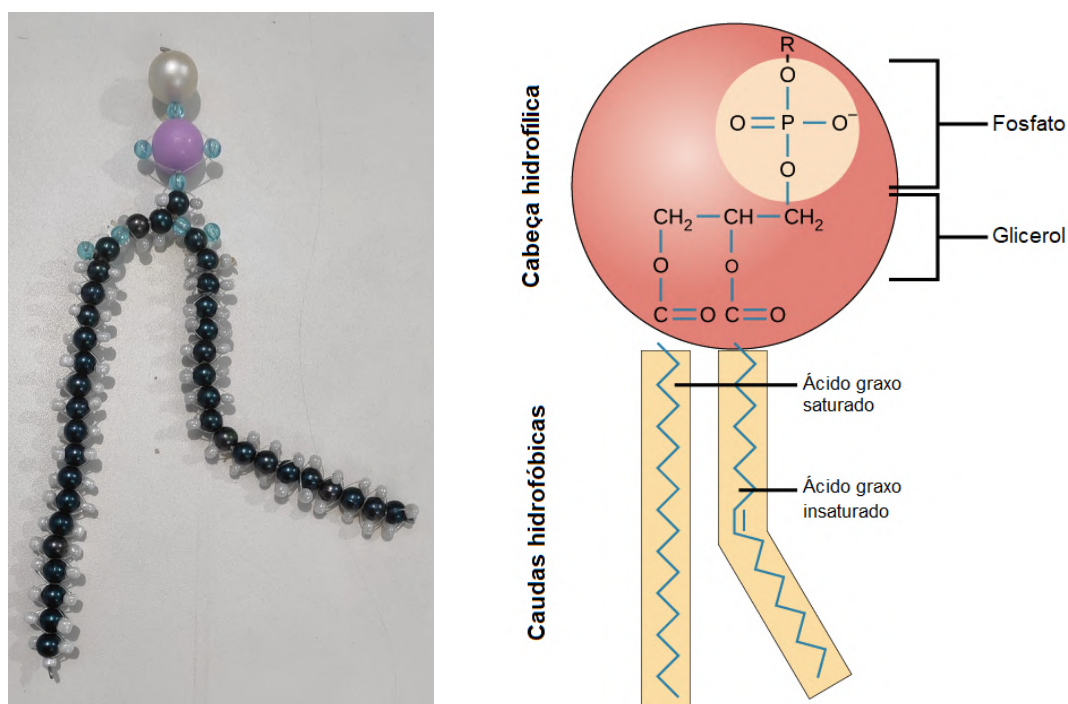
Atividade 1: Organização dos modelos das biomoléculas

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.

Atividade 2: Álbum de fotografias dos modelos didáticos

Imprimir 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 o modelo de Glicerofosfolípido com algumas possibilidades:

Figura 20 — Exemplo de como pode ficar a catalogação das fotografias e modelos didáticos produzidos. As miçangas verde-escuras são os átomos de carbono, as miçangas brancas são os hidrogênios, as azuis são átomos de oxigênio, a miçanga roxa é o fósforo e a miçanga cor de pérola é um radical variável.



Fonte: o autor.

Na *figura 20* vemos a comparação de um modelo didático de Glicerofosfolipídio feito de miçangas com um esquema da estrutura molecular de um glicerofosfolipídio mostrando suas regiões e algumas características. No exemplo as miçangas verde-escuras são os átomos de carbono, as miçangas brancas são os hidrogênios, as azuis são átomos de oxigênio, a miçanga roxa é o fósforo e a miçanga cor de pérola é um radical variável. São diversas possibilidades, o que vai depender da criatividade e aprofundamento no tema pelo professor e estudantes.

Tempo previsto: 2 tempos de 50 minutos para a conclusão das Atividades 1 e 2.

- **Aula 2 do Tópico 5:**

Atividade 3: Expo Cel - Exposição dos trabalhos desenvolvidos

Esta atividade propõe a abertura do Laboratório de Produção Científica para os alunos 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 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.

Tempo previsto: O evento ocorrerá durante um turno escolar.

5. Discussão

A produção desta *Sequência Didática Investigativa* como uma alternativa ao modo estritamente expositivo para ministrar aulas em relação às biomoléculas permitiu pensar aspectos essenciais ao desenvolvimento da temática, como a estrutura das aulas, as maneiras de ensinar e como se dá o aprendizado em uma turma, inclusive me incluindo como parte dos sujeitos desse aprendizado. Levando em consideração este tipo de metodologia, segundo Silva (2019, p. 14) “*o estudante é sujeito ativo na construção do seu conhecimento e isso torna a aprendizagem mais efetiva, significativa e duradoura contemplando diversos cenários de ensino-aprendizagem com avanços e retornos necessários para a compreensão e fixação dos conceitos*”. Em um cenário em que o professor atua somente em uma frente para tentar explicar o que se tem na literatura biológica sem que ele permita aos estudantes analisarem e interpretarem as situações, as possibilidades de construção do conhecimento de ambos se reduzem de maneira significativa. Não é sobre corrigir conceitos, mas implica em fazer a reflexão permanente do que se sabe ou já foi pensado anteriormente. Segundo Paulo Freire (2001):

O aprendizado do ensinante ao ensinar não se dá necessariamente através da retificação que o aprendiz lhe faça de erros cometidos. O aprendizado do ensinante ao ensinar se verifica à medida em que o ensinante, humilde, aberto, se ache permanentemente disponível a repensar o pensado, rever-se em suas posições; em que procura envolver-se com a curiosidade dos alunos e dos diferentes caminhos e veredas, que ela os faz percorrer. (FREIRE, 2001, p. 259)

Freire traça um panorama sobre como professores aprendem ao ensinar e de acordo com suas palavras em relação ao contato com a curiosidade dos alunos existem “*perguntas que não foram percebidas antes pelo ensinante*” e assim aprende a ensinar reaprendendo o que é ensinado. Desta maneira, a formulação, leitura, criação de atividades que envolvem diversos recursos didáticos influenciam não somente os objetivos pedagógicos que nós

professores desejamos alcançar com nossos alunos, mas retroalimenta os nossos conhecimentos.

Este material é 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.

Durante as aulas de Biologia quando tratamos das características gerais dos seres vivos, um dos aspectos importantes para a sua definição é que os organismos vivos compartilham a mesma composição química: as biomoléculas. Estas moléculas são carboidratos, lipídios, proteínas e ácidos nucleicos presentes nas células. Elas por sua vez, 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 exercerem diferentes funções 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.

No produto, a sequência didática se baseia em atividades para o auxílio do trabalho docente em aulas acerca do tema da biologia celular, referenciando a nutrição como fonte das moléculas orgânicas. Busquei diversificar ao máximo as atividades propostas de forma a tornar o produto o mais interessante possível, tanto do ponto de vista do professor, quanto dos alunos, incluindo textos, vídeos, atividades experimentais, análise de rótulos, observação fotográfica. Enquanto estruturas tridimensionais, a sequência proposta traz diversos aspectos para a abordagem da composição química das células que serão influenciadas em suas funcionalidades por estas estruturas. Desta maneira, buscamos desenvolver estudos prévios de aplicabilidade em sala de aula que permitiram que os materiais produzidos para as disciplinas do curso de mestrado fossem incluídos neste trabalho, após terem sido avaliados pelos orientadores de conteúdo e de aplicação. Além disso, algumas das atividades descritas na sequência didática foram desenvolvidas em sala de aula com o auxílio da visão dos estudantes. Para saber o que funcionaria em uma sala de aula no que diz respeito aos

procedimentos e atitudes que envolvem uma atividade investigativa, fizemos alguns testes *in loco*, seja durante a disciplina de *Aplicação e Avaliação em Sala de Aula* ou durante a prática escolar. O *Trabalho de Conclusão de Mestrado* é a união de diversos trabalhos realizados durante o PROFBIO nos Temas 1, 2 e 3 juntamente com outras atividades acerca das biomoléculas. Algumas das atividades já foram utilizadas por mim em algum momento e outras não foram utilizadas, mas sugerimos sua utilização na sequência didática por terem sido atestadas por outros professores-pesquisadores para facilitar a compreensão do conteúdo.

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 o professor tenha ferramentas para a abordagem didático-pedagógica da temática. Acerca do diálogo com a Base Nacional Comum Curricular em relação à importância da disciplina cabe ressaltar que a ciência precisa fazer contato com os conhecimentos prévios que os estudantes possuem para que “*haja uma conexão dos conteúdos científicos aos assuntos do dia a dia, fazendo dos temas técnicos, típicos da biologia, alcançar um novo significado por meio da contextualização*” (CORREIA *et. al.*, 2022, p. 95). Nestes casos, buscamos com as atividades valorizar os pontos de vista dos alunos, assim enriquecendo os momentos de participação trazendo elementos novos e mobilizando outros sujeitos a pensarem nos apontamentos dos colegas.

[...] no conteúdo de biomoléculas ou sobre os nutrientes, o estudante adquire o conhecimento necessário para fundamentar suas escolhas acerca de quais alimentos são importantes, benéficos e necessários à manutenção da saúde e quais são maléficos ou danosos, que devem ser evitados, além disso permite compreender os efeitos dos alimentos e nutrientes no corpo. (CAPAZ, CORTE & MUSCARDI, 2022, p. 64-65)

A discussão em torno da alimentação permeia as aulas que tratam das biomoléculas e pressupõe que devemos trazer à tona os aspectos que envolvem a obtenção dos nutrientes e como eles atuam em nosso organismo, além de permitir uma reflexão em relação aos tipos de alimentação dos estudantes. As atividades tocam em pontos importantes como a qualidade dos alimentos, a quantidade de energia obtida por porção e dietas adequadas aos objetivos de cada pessoa. Estas questões são imprescindíveis quando trabalhamos a origem das biomoléculas, além de trabalhos artísticos que têm correlação com a alimentação de crianças e famílias pelo mundo, o que contribui para enriquecer a temática e facilitar a compreensão de que a alimentação é determinada por fatores socioculturais. O *Guia Alimentar para a*

População Brasileira também pode ser utilizado como base no que diz respeito à nutrição ([Guia alimentar para a população brasileira \(saude.gov.br\)](http://saude.gov.br)). 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.

Para melhor fluir o formato de aula proposto e instrumentalizar o professor buscamos não somente conhecimentos teóricos relevantes, mas também a inclusão de elementos que trazem novidades para a sala de aula, que mobilizam a turma em torno das situações pedagógicas. Segundo Vieira (2022, p. 15):

É importante ressaltar que novas abordagens metodológicas de ensino-aprendizagem têm gerado diversos impactos positivos, tanto para os discentes, quanto aos docentes. E a inserção destas abordagens refletem não somente no ambiente escolar, mas possibilitam aos participantes desenvolverem novas capacidades e até mesmo um novo olhar para disciplinas que são ditas como chatas e de difícil entendimento. VIEIRA, 2022, p. 15)

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.

Em relação aos fatores pedagógicos podemos relacionar a prática investigativa que a sequência didática propõe com um maior envolvimento dos estudantes com o conhecimento científico como é expresso nas palavras de Pessoa (2015):

A atividade investigativa é uma estratégia diferente que o professor pode utilizar nas suas aulas, visando colaborar com uma maior dedicação dos alunos e permitir que eles participem da construção do seu conhecimento acerca do tema proposto. No ensino por investigação os alunos têm a possibilidade de experimentar e promover o próprio conhecimento, pois são envolvidos em processos que visam construir questões, levantar hipóteses, coletar informações, discutir e obter resultados teóricos, chegando à formação de um conceito elaborado e desenvolvido por eles. (PESSOA, 2015)

Uma visão interdisciplinar também é um fator muito importante ao trabalharmos o tema biomoléculas, afinal estamos tratando da interface entre os seres vivos, as entidades biológicas cujas quais são compostas por células e estas têm suas estruturas forjadas por subunidades moleculares, portanto *“reflete-se a necessidade de integração entre a disciplina de biologia e química, pois um aprendizado completo e holístico de bioquímica, não é alcançado apenas com os conhecimentos biológicos, o que fica evidente a necessidade de união das duas disciplinas.”* (CAPAZ, CORTE & MUSCARDI, 2022, p. 71), daí a nossa atitude de criar modelos didáticos biomoleculares para tornar mais palpáveis as ideias em torno da construção das células através das suas moléculas como segundo Duarte e Santos (2022, p. 12) *“o uso de modelos didáticos se mostrou como ferramenta eficiente que o professor pode utilizar para expor uma determinada estrutura ou eventos biológicos, favorecendo o entendimento de fenômenos complexos e abstratos”* portanto, cabe 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 interdisciplinaridade pode ser encontrada não só com a química e física, mas também com história e geografia. Na parte da sequência didática onde sugiro a utilização das fotografias da alimentação de diferentes culturas, por exemplo, seria interessante que o professor procurasse uma interação com os professores de história e geografia. Explorando as nutrições de diversos povos ou até das restrições alimentares ocorridas durante as 1ª e 2ª guerras mundiais poderiam ser temas de discussão tanto nas aulas de Biologia quanto nas das disciplinas da área das humanas. Poderiam ser discutidos aqui também aspectos de sobrecarga das áreas plantadas ou de produção de gado leiteiro e gado de corte para alimentar uma população mundial crescente e os impactos ambientais desta necessidade de alimentar cerca de 8 bilhões de pessoas.

Professores e professoras podem usar de maneira livre este material para compor seu rol de atividades, se sentindo à vontade para usar de maneira integral ou destacando as partes de maior interesse. O presente produto educacional pode incrementar aulas acerca da temática ou até mesmo, na ausência das bases didáticas, iniciar professores na prática docente de maneira investigativa. Traçando uma comparação entre aulas tradicionais e o modelo proposto pudemos perceber uma maior autonomia dos estudantes durante as atividades que

foram aplicadas e interesse pelo tema, sendo uma estratégia que permite que os estudantes observem de maneira espacial as moléculas componentes da vida e que estas, pelas suas características, conseguem estruturar as partes de uma célula, como por exemplo, a membrana plasmática e o material genético.

Quando decidimos por esta estratégia para o desenvolvimento desta atividade, buscamos uma forma de integrar os conhecimentos dos estudantes através de uma discussão com o propósito de construir as ideias e com isso a estrutura biológica. Dito isto, segundo Hector e Purificação (2020, p. 238), na exposição dialogada o estudante *“tem participação ativa e o professor leva em consideração o conhecimento prévio do aluno para favorecer o diálogo em sala de aula e enriquecer as discussões”* e desta maneira podemos utilizar recursos pedagógicos como apresentação de slides com imagens, esquemas, teorias durante o trabalho docente, que levam em consideração que *“os conhecimentos prévios dos alunos sejam valorizados, para que possam construir estruturas mentais utilizando, como meio, mapas conceituais que permitem descobrir e redescobrir outros conhecimentos, caracterizando, assim, uma aprendizagem prazerosa e eficaz.”* (PELIZZARI *et. al.*, 2002, p. 37). Ao tratarmos o tema de maneira sequencial salientamos a importância de diagnosticar os conhecimentos dos estudantes e como estes são integrados pela prática docente sendo assim Correia *et. al.* (2022, p. 104) reforça a ideia de que é *“válido dialogar sobre essa primeira tese para compreender o processo de criação e como a sequência didática comporta-se diante do contexto e dos conhecimentos prévios dos estudantes”*. Segundo Johann *et. al.* (2024) *“o pensamento é imaginativo”* portanto, para coisas que não podemos experienciar diretamente, como no caso citado - a maioria dos conceitos científicos, nós recorremos ao concreto. Em síntese, quando recorremos à analogias como no exemplo expresso em *“membranas celulares são barreiras”* esta é uma forma largamente utilizada para definir membrana plasmática, podendo gerar definições equivocadas ou falhas semânticas sendo que *“a maioria das dificuldades de aprendizagem dos alunos relativamente aos conceitos de biologia celular estão enraizadas na forma como constroem a compreensão à luz das suas experiências concretas”* (JOHANN *et. al.*, 2024, p. 146) e segundo os autores, educadores científicos e estudantes podem ter concepções diferentes mesmo tomando como base uma linguagem comum.

Acerca da relevância de um produto como este ressaltamos que *“o ensino da biologia molecular constitui um dos conteúdos de biologia que mais requer a elaboração de material didático de apoio ao conteúdo presente nos livros texto, já que emprega conceitos bastante*

abstratos e trabalha com aspectos microscópicos” (DUARTE & SANTOS, 2022, p. 4) sendo assim, a área de conhecimento que trata das biomoléculas possuem muitas possibilidades para professores se debruçarem sobre a concepção de materiais didáticos, canalizando sua potência criativa em favor da melhoria das suas aulas e, no meu caso como estudante de mestrado profissional, contribuindo também para as aulas de colegas de profissão, objetivando a “*alfabetização científica*” dos estudantes. Segundo Sasseron & Carvalho (2011, p. 61) usamos o termo “alfabetização científica” para:

[...] designar as idéias que temos em mente e que objetivamos ao planejar um ensino que permita aos alunos interagir com uma nova cultura, com uma nova forma de ver o mundo e seus acontecimentos, podendo modificá-los e a si próprio através da prática consciente propiciada por sua interação cerceada de saberes de noções e conhecimentos científicos, bem como das habilidades associadas ao fazer científico. (SASSERON & CARVALHO, 2011, p. 61)

Acerca dessa discussão é possível compreender que quando temos uma prática integrada com o fazer científico criamos um ambiente propício ao processo de alfabetização científica, onde os estudantes têm a possibilidade de remontar as bases da ciência e protagonizar o próprio conhecimento em torno da ciência. É um novo olhar para o mundo, a criação de uma cultura científica atrelada à vida que sem ela não se pode perceber o que está ao nosso redor, é o desenvolvimento mental de uma nova linguagem cuja qual passará a ocupar a nossa comunicação e mediará as relações cotidianas.

6. Submissão ao Comitê de Ética em Pesquisa

Após as sugestões, adequação e aceite do pré-projeto pelos avaliadores de conteúdo, já mais consolidadas as ideias acerca das atividades, o projeto foi submetido ao comitê de ética do CFCH - Centro de Filosofia e Ciências Humanas da Universidade Federal do Rio de Janeiro através da Plataforma Brasil do Governo Federal - <https://plataformabrasil.saude.gov.br/>. Quanto aos critérios éticos associados ao produto educacional procuramos sempre utilizar da forma mais clara a linguagem e de maneira a não causar nenhum desconforto, riscos físicos, sociais ou psicológicos nos estudantes. Seguem anexos o RALE (Registro de Assentimento Livre e Esclarecido), direcionado a estudantes participantes de pesquisa e RCLE (Registro de Consentimento Livre e Esclarecido), direcionado aos responsáveis pelo estudante. Ambos os documentos foram aprovados pelo CEP (Comitê de Ética e Pesquisa). Consta nos Registros que fotografias de estudantes não podem ser pessoais, ou seja, nada que o identifique, assim como também não se deve divulgar seus dados. Os documentos se encontram presentes nos Anexos deste trabalho.

7. Referências

ALBERTS, Bruce; JOHNSON, Alexander; LEWIS, Julian; MORGAN, David; RAFF, Martin; ROBERTS, Keith; WALTER, Peter; WILSON, John & HUNT, Tim. ***Biologia molecular da célula***. Bruce Alberts ... [et al.] ; tradução: [Ardala Elisa Breda Andrade ... et al.] ; revisão técnica: Ardala Elisa Breda Andrade, Cristiano Valim Bizarro, Gaby Renard. – 6. ed. – Porto Alegre : Artmed, 2017. Editado como livro impresso em 2017. ISBN 978-85-8271-423-2

BRASIL, Ministério da Educação (MEC). ***Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional. LDB (Lei nº 9394/96)***. Brasília, 1996. Disponível em:

https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19394.htm acesso em: 26 de janeiro de 2024.

BRASIL, Ministério da Educação (MEC). ***Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio. Ciências da Natureza, Matemática e Suas Tecnologias (PCN+)***. Brasília, 2004. Disponível em:

<http://portal.mec.gov.br/programa-saude-da-escola/195-secretarias-112877938/seb-educacao-basica-2007048997/12598-publicacoes-sp-265002211> acesso em: 24 de setembro de 2022.

BRASIL, Ministério da Educação (MEC). ***Programa Nacional de Alimentação Escolar. PNAE (Lei nº 11.947/2009)***. Brasília, 2009. Disponível em:

https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2009/lei/111947.htm acesso em 23 de fevereiro de 2024.

BRASIL, Ministério da Educação (MEC). ***Base Nacional Comum Curricular (BNCC)***. Brasília, 2018. Disponível em:

http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_site.pdf acesso em: 03 de novembro de 2023.

BRASIL, Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Atenção Básica. ***Guia Alimentar para a População Brasileira*** / Ministério da Saúde, Secretaria de Atenção à Saúde, Departamento de Atenção Básica. – 2. ed., 1. reimpr. – Brasília : Ministério da Saúde, 2014. 156 p. : il. ISBN 978-85-334-2176-9. Disponível em:

https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/guia_alimentar_populacao_brasileira_2ed.pdf

BERGER, Olavo Fonseca. ***A Competição Pode Ser Utilizada em Sala de Aula?*** Revista Brasileira de Educação Básica. Ano 7. n 25. dezembro - 2022 Disponível em:

<https://rbeducacaobasica.com.br/2022/12/12/a-competicao-pode-ser-utilizada-em-sala-de-aula> acesso em 25 de fevereiro de 2024.

CAPAZ, Josieli Parteli; CORTE, Viviana Borges & MUSCARDI, Dalana Campos. ***Ensino de biomoléculas: uma prática fundamentada no ensino investigativo e na neuropsicopedagogia***. Kiri-kerê: Pesquisa em Ensino, n.13, p. 61-74, dossiê temático, out. 2022. DOI: [10.47456/krkr.v1i13.36484](https://doi.org/10.47456/krkr.v1i13.36484)

CORREIA, Thávylla Ellen Duarte; OLIVEIRA, Larissa Kênia Silva; SILVA, Livia Rodrigues da; SANTOS, Wesley Henrique Medeiros dos; BARBOSA, Monaliza Silva Amorim & LUNA, Karla Patrícia de Oliveira. ***A sequência didática através das metodologias ativas para o ensino de biologia e suas contribuições na formação docente de bolsistas do Pibid***. Revista de Iniciação à Docência, v. 7, n. 1, 2022. ISSN 2525-4332 94

DANTAS, Adriana Pricilla Jales; DANTAS, Thais Aparecida Vitoriano; FARIAS, Mércia Inara Rodrigues de; SILVA, Rogério Pereira da & COSTA, Núbia Pereira da. ***Importância do Uso de Modelos Didáticos no Ensino de Citologia***. III CONEDU, Congresso Nacional de Educação. Natal, 2016.

DUARTE, Ana Carolina Oliveira & SANTOS, Livia Cristina. ***Uso de modelos tridimensionais no ensino superior nas disciplinas de embriologia, citologia, genética e biologia molecular***. Research, Society and Development, v. 11, n. 12, e590111235215, 2022 (CC BY 4.0) | ISSN 2525-3409 | DOI: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v11i12.35215>

FERREIRA, Poliana Flávia Maia & JUSTI, Rosária da Silva. ***A Abordagem do DNA nos Livros de Biologia e Química do Ensino Médio: uma Análise Crítica***. Revista Ensaio. v. 6, n. 1, p. 38-50. Belo Horizonte. jan-jun, 2004.

FRAGOSO, Augusto; SILVA, Marilene da; COSTA, Wesley A.; PENA, Eneida C. R. A; SOUZA, Bruna W. de; BARBIERI, Delizandra M. C.; BELIZARIO, Georgia D.; SANTOS, Eliana S.; VALADÃO, Kamila R.; OLIVEIRA, Lubia B.; PIMENTA, Rodrigo; AZINE, Renata & SOUZA, Tércio S. ***Modelagem molecular: a tecnologia a serviço da compreensão da propriedade dos materiais***. Práticas Experimentais Investigativas em Ensino de Ciências. Caderno de Experimentos de Física, Química e Biologia – Espaços de Educação Não Formal – Reflexões sobre o Ensino de Ciências. p. 177 - p. 185. Organizador: Sidney Quezada Meireles Leite. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo. Vitória - 2012.

FREIRE, Paulo. ***Carta de Paulo Freire aos professores***. Estudos Avançados [online]. v.15, n.42. 2001.

GERPE, Rosana Lima. ***Modelos Didáticos para o Ensino de Biologia e Saúde: Produzindo e Dando Acesso ao Saber Científico***. Revista Educação Pública. Fundação Cecierj. v. 20, n. 15, 28 de abril de 2020. Disponível em: <https://educacaopublica.cecierj.edu.br/artigos/20/15/modelos-didaticos-para-o-ensino-de-biologia-e-saude-produzindo-e-dando-acesso-ao-saber-cientifico>

GIL-PÉREZ, Daniel; MONTORO, Isabel Fernández; ALÍS, Jaime Carrascosa; CACHAPUZ, António & PRAIA, João. ***Para uma Imagem Não Deformada do Trabalho Científico***. Ciência & Educação, v. 7, n. 2, p. 125-153. Bauru, 2001.

GRIFFITHS, Anthony J.F.; WESSLER, Susan R.; CARROLL, Sean B. & DOEBLEY, John. ***Introdução à Genética***. Tradução: Idilia Vanzelloti. Guanabara Koogan. 10ª ed. Rio de Janeiro, 2015.

HECTOR, Fabiano & PURIFICAÇÃO, Marcelo Máximo. ***Aula Expositiva Dialogada e Ensino por Projetos como Estratégia de Ensino na disciplina Educação Ambiental***. 2020. Disponível no link: <https://www.researchgate.net/publication/340650593>
DOI: [10.22533/at.ed.89820140423](https://doi.org/10.22533/at.ed.89820140423)

JOHANN, Leonie Isabelle; RUSK, Fredrik; REISS, Michael Jonathan. & GROß, Jorge. ***Upper secondary students' thinking pathways in cell membrane biology – an evidence-based development and evaluation of learning activities using the Model of Educational Reconstruction***, Journal of Biological Education, 58:1, 144-165, 2024. DOI: [10.1080/00219266.2022.2026805](https://doi.org/10.1080/00219266.2022.2026805)

KRASILCHIK, Myriam & MARANDINO, Martha. *Ensino de Ciências e Cidadania*. 2a ed. Editora Moderna. São Paulo, 2007.

MACHADO, Vera de Mattos. *Trabalho com Sequência Didática no Processo de Formação de Professores de Ciências: Potencial Para o Processo de Ensino e Aprendizagem*. p. 14-41. Formação de professores de ciências com sequências didáticas [recurso eletrônico] : estudos, experiências e reflexões / organizadoras: Vera de Mattos Machado; Cristiane Miranda Magalhães Gondin; Suzete Rosana de Castro Wiziack. – Campo Grande, MS : Ed. UFMS, 2021. ISBN 978-65-86943-75-7. Disponível em: <https://repositorio.ufms.br>

MAGALHÃES, Luiz Felipe Rezende de & MULLER, Gabrielle Amaral e Silva. *Extração de DNA de tecidos vegetais como recurso didático-pedagógico: uma proposta de abordagem para o ensino investigativo em atividades remotas*. CONTRAPONTO: Discussões Científicas e Pedagógicas em Ciências, Matemática e Educação. p. 129 - 148. vol. 3, n. 4. Blumenau-SC. Julho/Dezembro. 2022. ISSN 2763-5635

MARANDINO, Martha; RODRIGUES, Juliana & SOUZA, Maria Paula Correia de. *Coleções como estratégia didática para a formação de professores na pedagogia e na licenciatura de ciências biológicas*. Trabalho apresentado no V Enebio/II EREBIO em setembro de 2014.

MENZEL, Peter & D'ALUISIO, Faith. *Hungry Planet: What the World Eats*. 2005

MOTOKANE, Marcelo Tadeu. *Sequências Didáticas Investigativas e Argumentação no Ensino de Ecologia*. Revista Ensaio, v. 17 n. especial, p. 115-137. Belo Horizonte, Novembro, 2015. doi: <http://dx.doi.org/10.1590/1983-2117201517s07>

NASCIMENTO-JUNIOR, Antônio Fernandes; DE SOUZA, Daniele Cristina & CARNEIRO, Marcelo Carbone. *O Conhecimento Biológico nos Documentos Curriculares Nacionais do Ensino Médio: uma Análise Histórico-Filosófica a Partir dos Estatutos da Biologia*. Investigações em Ensino de Ciências, [S. l.], v. 16, n. 2, p. 223–243, 2016. Disponível em: <https://ienci.if.ufrgs.br/index.php/ienci/article/view/228> acesso em: 25 de setembro de 2022.

PAIS, Luiz Carlos. *Didática da Matemática: uma Análise da Influência Francesa*. Autêntica. Belo Horizonte, 2002.

PEDRANCINI, Vanessa Daiana; CORAZZA-NUNES, Maria Júlia; GALUCH, Maria Terezinha Bellanda; MOREIRA, Ana Lúcia Olivo Rosas & RIBEIRO, Alessandra Claudia. *Ensino e Aprendizagem de Biologia no Ensino Médio e a Apropriação do Saber Científico e Biotecnológico*. Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias. v. 6, n. 2, p. 299-309, 2007.

PELIZZARI, Adriana; KRIEGL, Maria de Lourdes; BARON, Márcia Pirih; FINCK, Nelcy Teresinha Lubi & DOROCINSKI, Solange Inês. *Teoria da Aprendizagem Significativa Segundo Ausubel*. Rev. PEC, Curitiba, v.2, n.1, p.37-42, jul. 2001-jul. 2002

PESSOA, Anna Clara da Cunha. *Uma Proposta de Ensino Investigativo Para Trabalhar Biomoléculas no Ensino Médio*. Trabalho de Conclusão de Curso. Orientação: Prof^{Dr}a Viviane Aparecida da Silva Falcomer. Planaltina - DF, Junho - 2015.

PINHEIRO, Regiane Machado de Sousa; ECHALAR, Adda Daniela Lima Figueiredo & QUEIROZ, José Rildo de Oliveira. *O Conceito de Célula em Livros Didáticos de Biologia*:

ciência aproblemática e a-histórica. Ciência & Educação, v. 27, p. 1-16, e21010. Bauru, 2021. doi: <https://doi.org/10.1590/1516-731320210010>

RIBEIRO, Maria Cecília Menks. **Genética Molecular**. 1.ed. e 2. reimp. 158 p. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2014. ISBN 978-85-61485-12-2

RODRIGUES Renata Muniz, SOUZA Amanda de Moura, BEZERRA Ilana Nogueira, PEREIRA Rosângela Alves, YOKOO Edna Massae & SICHIERI, Rosely. **Evolução dos alimentos mais consumidos no Brasil entre 2008–2009 e 2017–2018**. Revista Saúde Pública. 2021; 55 Supl 1:4s. <https://doi.org/10.11606/s1518-8787.2021055003406> acesso em: 23 de outubro de 2023.

SASSERON, Lúcia Helena & CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. **Alfabetização Científica: uma Revisão Bibliográfica**. Investigações em Ensino de Ciências, v. 16 (1), p. 59-77, 2011.

SCARPA, Daniela Lopes & CAMPOS, Natália Ferreira. **Potencialidades do Ensino de Biologia por Investigação**. Estudos Avançados. 32 (94). p. 25-41. São Paulo, 2018. doi: [10.1590/s0103-40142018.3294.0003](https://doi.org/10.1590/s0103-40142018.3294.0003)

SILVA, Janina Rocha de Oliveira e. **Proposta de Sequência Didática Investigativa de Bioquímica e Biologia Celular com Uso de Jogos Integradores de Conteúdo para o Ensino Médio**. 63 p. Dissertação de Mestrado. Orientação: Carlos José de Carvalho Pinto. Florianópolis, 2019

SEGAL, Gregg. **Daily Bread: What Kids Eat Around the World**. Powerhouse Books, 2019.

TANAJURA, Vinicius Silva. **Dificuldades no Ensino em Biologia Celular na Escola de Educação Média: Considerações e Apontamentos a Partir de Depoimentos de Professores(as)**. 101 f. Dissertação (Mestrado). Orientador: Fernando Bastos – Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Ciências. Bauru, 2017.

VIEIRA, Thaíse dos Santos. **Análise das Contribuições de uma Sequência Didática Interativa para o Ensino de Biomoléculas com Estudantes do 3º ano do Ensino Médio de uma Escola Pública Alagoana**. 92 f. Dissertação de Mestrado. Orientação: Edma Carvalho de Miranda. Maceió, 2022

VIGARIO, Ana Flávia & CICILLINI, Graça Aparecida. **Os Saberes e a Trama do Ensino de Biologia Celular no Nível Médio**. Ciência & Educação. v. 25, n. 1, p. 57-74. Bauru, 2019. doi: <https://doi.org/10.1590/1516-731320190010005>

ZABALA, Antoni. **A Prática Educativa: Como Ensinar**. tradução de Ernani F. da Rosa. ArtMed. Porto Alegre, 1998.

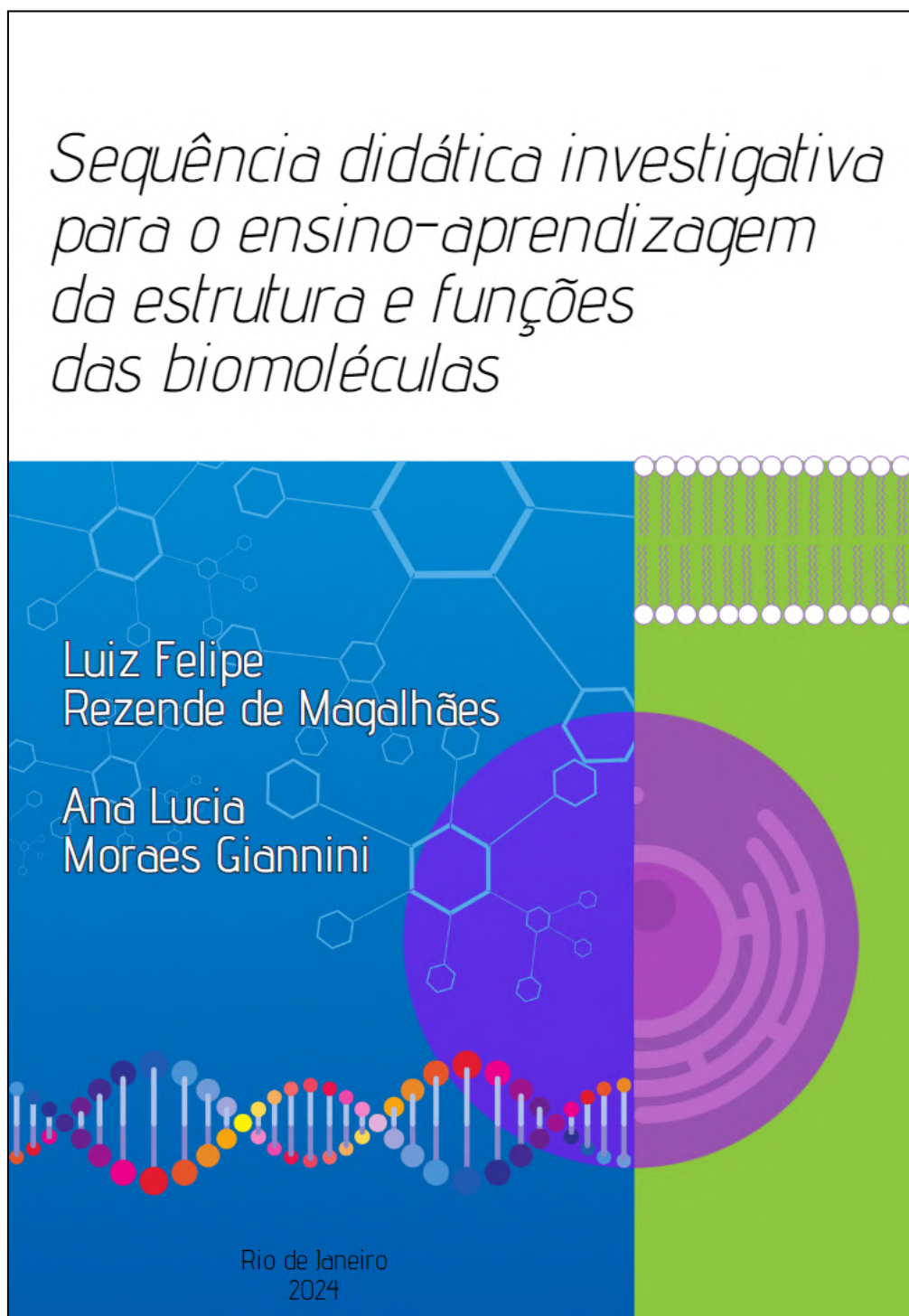
ZAMPIERON, Tainara; **Guia com Propostas de Atividades Investigativas**. Orientador: Ivani Teresinha Lawall. Produto educacional. Mestrado profissional em Ensino de Ciências, Matemática e Tecnologias. UDESC. Joinville - 2021.

8. Anexos

8.1. Anexo 1

Acesso integral à obra através do link público de visualização a seguir:

https://www.canva.com/design/DAF_4qncYaA/BJKM-1jxMh7Fak4HK58Zrg/watch?utm_content=DAF_4qncYaA&utm_campaign=designshare&utm_medium=link&utm_source=editor



1. Projeto de Pesquisa:
Desenvolvimento de uma sequência didática para o ensino-aprendizagem das funções das biomoléculas.

2. Número de Participantes da Pesquisa: 240

3. Área Temática:

4. Área do Conhecimento:
Grande Área 2. Ciências Biológicas

PESQUISADOR RESPONSÁVEL

5. Nome:
LUIZ FELIPE REZENDE DE MAGALHAES

6. CPF:
117.740.357-90

7. Endereço (Rua, n.º):
PROFESSOR BRANT HORA GUARATIBA, casa, RIO DE JANEIRO, RIO DE JANEIRO 23.020-180

8. Nacionalidade:
BRASILEIRO

9. Telefone:
(21) 99407-2483

10. Outro Telefone:

11. Email:
lfmagalhaes@yahoo.com.br

Termo de Compromisso: Declaro que conheço e cumprirei os requisitos da Resolução CNS 466/12 e suas complementares. Comprometo-me a utilizar os materiais e dados coletados exclusivamente para os fins previstos no protocolo e a publicar os resultados sejam eles favoráveis ou não. Aceito as responsabilidades pela condução científica do projeto acima. Tenho ciência que essa folha será anexada ao projeto devidamente assinada por todos os responsáveis e fará parte integrante da documentação do mesmo.

Data: 15 / 06 / 2023



Assinatura

INSTITUIÇÃO PROPONENTE

12. Nome:
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO

13. CNPJ:
33.663.683/0038-08

14. Unidade/Órgão:
INSTITUTO DE BIOLOGIA

15. Telefone:
(21) 3938-6332

16. Outro Telefone:
(21) 3938-6333

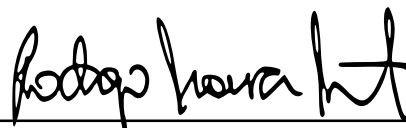
Termo de Compromisso (do responsável pela instituição): Declaro que conheço e cumprirei os requisitos da Resolução CNS 466/12 e suas Complementares e como esta instituição tem condições para o desenvolvimento deste projeto, autorizo sua execução.

Responsável: **Prof. Rodrigo Soares de Moura Neto**

CPF: **509.320.397-15**

Cargo/Função: **Diretor do Instituto de Biologia**

Data: 15 / 06 / 2023



Assinatura

PATROCINADOR PRINCIPAL

17. Nome: 9184 UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO	18. Telefone: (21) 3938-6332	19. Outro Telefone: (21) 3938-6332 83
Termo de Compromisso: Declaro que conheço e cumprirei os requisitos da Resolução CNS 466/12 e suas complementares. Comprometo-me a utilizar os materiais e dados coletados exclusivamente para os fins previstos no protocolo e a publicar os resultados sejam eles favoráveis ou não. Aceito as responsabilidades pela condução científica do projeto acima.		
Nome:	Prof. Rodrigo Soares de Moura Neto	CPF: 509.320.397-15
Cargo/Função:	Diretor do Instituto de Biologia	Email: biologia@biologia.ufrj.br
Data:	15 / 06 / 2023	 Assinatura

UFRJ - CENTRO DE FILOSOFIA
E CIÊNCIAS HUMANAS DA
UNIVERSIDADE FEDERAL DO
RIO DE JANEIRO



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Desenvolvimento de uma sequência didática para o ensino-aprendizagem das funções das biomoléculas.

Pesquisador: LUIZ FELIPE REZENDE DE MAGALHAES

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 71740223.0.0000.5582

Instituição Proponente: Universidade Federal Do Rio de Janeiro

Patrocinador Principal: UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 6.567.148

Apresentação do Projeto:

O projeto visa o título de Mestrado em Ensino de Biologia (junto ao Profbio). Trata-se da testagem de uma Sequência Didática Investigativa que compreende diversos aspectos acerca do tema Biologia Celular. Pretende-se realizar essa testagem em turmas de escolas de ensino médio. O campo pretendido é: CIEP 225 – Mário Quintana, situado no endereço: Rua Augusta Candiani, s/n, Campo Grande, Rio de Janeiro – RJ, CEP: 23070-020, nas turmas em que o autor já atua como docente na disciplina Biologia.

Objetivo da Pesquisa:

A sequência didática será baseada em situações problema para estimular os estudantes a formularem suas hipóteses e buscarem as respostas, formando os conceitos associados ao tema. Haverá o estudo das biomoléculas, com atividades e modelos didáticos para montá-las, tratando assim dos seus aspectos. Também serão contemplados os aspectos estruturais e funcionais das moléculas essenciais à vida e os aspectos pedagógicos que envolvem o Ensino por Investigação, traçando um panorama histórico da concepção da célula tal como a conhecemos hoje. As atividades seguintes irão abordar a formação da célula como unidade de vida; a relação superfície/volume celular, que limita seu tamanho; funções da membrana celular; observação da diversidade celular através do microscópio; e, análise de literatura científica.

Endereço: Av Pasteur, 250-Praia Vermelha, prédio CFCH, 3º andar, sala 30

Bairro: URCA

CEP: 22.290-240

UF: RJ

Município: RIO DE JANEIRO

Telefone: (21)3938-5167

E-mail: cep.cfch@gmail.com

**UFRJ - CENTRO DE FILOSOFIA
E CIÊNCIAS HUMANAS DA
UNIVERSIDADE FEDERAL DO
RIO DE JANEIRO**



Continuação do Parecer: 6.567.148

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

O autor, de forma clara, explicitou os riscos e benefícios no RCLE que será dirigido aos estudantes e no RCLE que será enviado aos pais/responsáveis.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Não há.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Foram ajustados de acordo com a primeira análise do CEP.

Recomendações:

No RCLE dirigido aos estudantes, trocar por Registro de Assentimento Livre e Esclarecido.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

O projeto está aprovado.

Considerações Finais a critério do CEP:

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_2118634.pdf	24/10/2023 15:04:02		Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	REGISTRO_DE_ASSENTIMENTO_LIVRE_E_ESCLARECIDO_PROFBIO.docx	24/10/2023 14:59:29	LUIZ FELIPE REZENDE DE MAGALHAES	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	REGISTRO_DE_CONSENTIMENTO_LIVRE_E_ESCLARECIDO_PROFBIO.docx	24/10/2023 14:58:54	LUIZ FELIPE REZENDE DE MAGALHAES	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	PROFBIO_Projeto_TCM_LuizFelipe.docx	15/06/2023 16:24:43	LUIZ FELIPE REZENDE DE MAGALHAES	Aceito
Cronograma	Cronograma_de_atividades_revisado.docx	15/06/2023 16:18:50	LUIZ FELIPE REZENDE DE MAGALHAES	Aceito
Folha de Rosto	Folha_de_Rosto_LUIZ_FELIPE_Assinado.pdf	15/06/2023 16:06:39	LUIZ FELIPE REZENDE DE MAGALHAES	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de	Autorizacao_aplicacao_trabalho_academico.docx	24/04/2023 22:47:27	LUIZ FELIPE REZENDE DE MAGALHAES	Aceito

Endereço: Av Pasteur, 250-Praia Vermelha, prédio CFCH, 3º andar, sala 30

Bairro: URCA

CEP: 22.290-240

UF: RJ

Município: RIO DE JANEIRO

Telefone: (21)3938-5167

E-mail: cep.cfch@gmail.com

**UFRJ - CENTRO DE FILOSOFIA
E CIÊNCIAS HUMANAS DA
UNIVERSIDADE FEDERAL DO
RIO DE JANEIRO**



Continuação do Parecer: 6.567.148

Ausência	Autorizacao_aplicacao_trabalho_academico.docx	24/04/2023 22:47:27	LUIZ FELIPE REZENDE DE MAGALHAES	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	PROFBIO_Projeto_de_TCM_Luiz_Felipe.docx	13/04/2023 16:19:37	LUIZ FELIPE REZENDE DE MAGALHAES	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

RIO DE JANEIRO, 09 de Dezembro de 2023

**Assinado por:
FERNANDA MARIA DA COSTA VIEIRA
(Coordenador(a))**

Endereço: Av Pasteur, 250-Praia Vermelha, prédio CFCH, 3º andar, sala 30

Bairro: URCA

CEP: 22.290-240

UF: RJ

Município: RIO DE JANEIRO

Telefone: (21)3938-5167

E-mail: cep.cfch@gmail.com



1 – Título do protocolo do estudo:

DESENVOLVIMENTO DE UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O ENSINO-APRENDIZAGEM DAS ESTRUTURAS E FUNÇÕES DAS BIOMOLÉCULAS

2 – Convite para você que é meu aluno ou minha aluna:

Você está sendo convidado(a) a participar da minha pesquisa de mestrado que seguirá em paralelo com as nossas aulas da disciplina de Biologia e abordará o conteúdo programático relacionado aos nossos trabalhos com práticas e atividades científicas que favoreçam o processo ensino-aprendizagem do tema. Antes de decidir é importante que você entenda porque o estudo está sendo feito e o que ele envolverá. Reserve um tempo para ler cuidadosamente as informações a seguir. Faça perguntas se algo não estiver claro ou se tiver qualquer dúvida.

3 – O que é o estudo?

A intenção deste estudo é o desenvolvimento de uma sequência didática investigativa, ou seja, uma série de aulas com o propósito de conectar o(a) estudante ao tema através de uma metodologia que seja mais atrativa e colaborativa, valorizando seus conhecimentos e ideias, além também de sua criatividade. Serão abordados os aspectos estruturais e funcionais das biomoléculas componentes das células, onde vocês terão acesso a materiais para a produção de modelos didáticos de biomoléculas, além de poderem sugerir e/ou trazer materiais alternativos aos disponíveis no laboratório de produção científica da escola. Vamos também explorar características funcionais das membranas biológicas através de experimentos laboratoriais que visam esclarecer como ocorrem as trocas de substâncias entre a célula e o meio. Trabalharemos a composição molecular das estruturas celulares e como estas moléculas se organizam e funcionam.

4 – Qual é o objetivo do estudo?

Um dos objetivos principais deste estudo é tornar as aulas da disciplina de Biologia mais atrativas, buscando na interação e participação dos(das) estudantes um facilitador do processo ensino-aprendizagem. Com a sua ajuda, serão gerados dados de como a nossa abordagem está sendo desenvolvida para com isso podermos melhorar a forma de ensinar este tema dentro da disciplina. Um mestrado profissional tem como finalidade a geração de um produto, no nosso caso será uma sequência didática investigativa que eu espero que seja mais atraente para você do que somente aulas expositivas.

5 – Por que você foi escolhido(a)?

Você foi escolhido(a), pois está nas turmas do 1º ano do Ensino Médio, no CIEP 225 – Mário Quintana. Além do mais, devido ao seu potencial participativo e responsabilidade com as atividades referentes à disciplina de Biologia.

6 – Em quais espaços e condições ocorrerão as atividades?

A pesquisa será realizada nos espaços da sala de aula em que você estuda e no Laboratório de Ciências do colégio. É importante ressaltar que nenhum estudante ficará sozinho com o professor / pesquisador em qualquer ambiente da escola ou fora dela, para a realização da pesquisa.

7 – Você tem que participar?

Você é quem decide se quer participar ou não deste estudo. Se decidir participar, você receberá esta folha de informações para guardar e deverá assinar uma cópia deste termo de assentimento. Você não tem que participar se não quiser. Ninguém ficará zangado ou desapontado com você se você disser “não”, a escolha é sua. Mesmo que seus pais concordem que você participe, ainda assim a escolha é sua. Você pode dizer “sim” agora e mudar de ideia depois e tudo continuará bem. Seu professor não vai ficar chateado nem usará sua escolha contra você.

8 – O que acontecerá com você se participar?

Se você quiser participar e seus pais ou responsáveis tiverem concordado com a sua participação, você e outros(as) estudantes das turmas que decidiram participar do estudo estarão envolvidos em atividades que visam entender de maneira mais aprofundada o que são as biomoléculas. Entrar nesse mundo sem necessariamente utilizar um microscópio, através de modelos e debates de ideias acerca desta interessante temática. Durante nossas atividades utilizaremos muito do nosso poder de imaginação e criatividade para chegarmos aos nossos resultados. É importante mencionar que vocês também participarão da divulgação das atividades como disseminadores de conhecimento.

9 – O que é exigido nesse estudo além da prática de rotina?

As atividades serão parte das nossas aulas durante o ano letivo corrente. Poderão ser nos dias que em o professor está na turma do aluno e também em outro dia combinado com horário de preferência do turno que o(a) aluno(a) se encontra na escola com quadro de horário vago. As atividades serão parte do que está previsto para as aulas da disciplina de Biologia e qualquer alteração do cronograma ou local onde ocorrerá as aulas será avisado antecipadamente.

10 – O que você tem que fazer?

As atividades seguirão basicamente o cronograma de aulas, nos dias em que o professor se encontrar na unidade escolar, sendo o acompanhamento e a participação das atividades essencial, respondendo aos questionários e estando disposto(a) a pensar nas soluções



necessárias para a adequação da linguagem e abordagem em relação ao que você e a turma esperam. Esperamos que você seja criativo(a) e coloque a mão na massa para fazermos a disciplina de Biologia cada vez mais atrativa e interessante.

11 – Quais são os efeitos adversos (que não são esperados) ao participar do estudo?

Qualquer atividade que envolve seres humanos pode oferecer riscos, mesmo que sejam mínimos, portanto, nenhuma pessoa envolvida na pesquisa será obrigada a realizar qualquer atividade ou procedimento. Por se tratar de momentos de debate e troca de informações, você pode optar por não se manifestar diante dos(das) colegas de turma. Antes ou durante cada atividade o(a) estudante poderá optar por participar como ouvinte caso não deseje se manifestar, sem nenhum prejuízo para sua formação.

12 – Quais são os possíveis benefícios de participar?

Caso você decida participar deste estudo, acreditamos que você aprenderá de uma forma dinâmica junto com seus(suas) colegas assuntos que são importantes para definir ideias centrais na concepção da célula e entenda diversos aspectos associados às biomoléculas, além de entender como o processo de construção desse conhecimento será incorporado à prática escolar.

13 – O que acontece quando o estudo termina?

Usaremos todo material desenvolvido com o recurso da pesquisa para divulgar na comunidade escolar e a sequência didática investigativa poderá ser usada por outros(as) professores(as) e em outras comunidades. A ideia é criar uma coleção de materiais didáticos para que sejam acessados pela escola na intenção de desenvolver e propagar ainda mais este conhecimento.

14 – A sua participação neste estudo será mantida em sigilo?

O seu anonimato será resguardado no caso de você responder aos questionários para levantamento de conhecimentos prévios sobre o tema ou de avaliação da atividade pedagógica. Seu nome não será utilizado em nenhum momento na análise dos resultados do projeto e os questionários que você vai responder, caso decida participar, não terão qualquer tipo de identificação dos estudantes.

15 – Remunerações financeiras

Nenhum incentivo ou recompensa financeira está previsto pela sua participação neste estudo.

16 – Quem revisou o estudo?

Este estudo foi revisado e as informações para a pesquisa foram submetidas previamente à aprovação da Comissão de Ética em Pesquisa do Centro de Filosofia e Ciências Humanas da Universidade Federal do Rio de Janeiro. Seus pais e responsáveis serão consultados acerca da sua participação através de Registro de Consentimento Livre e Esclarecido, assim como vocês manifestarão o desejo de participarem da pesquisa mediante a assinatura deste Registro de Assentimento Livre e Esclarecido.

Para mais informações acerca do projeto amparado pela Resolução nº 466/2012, do Conselho Nacional de Saúde, que trata das diretrizes e normas regulamentadoras de pesquisas envolvendo seres humanos, entre em contato com o Conselho de Ética em Pesquisa do CFCH através do e-mail cep.cfch@gmail.com ou pelo telefone (21) 3938-5167 (horário de atendimento: 10:00h às 16:00h).

O projeto foi aprovado e recebeu parecer favorável na reunião realizada emde.....de 2023

Contato para informações adicionais:

Se você precisar de informações adicionais sobre a participação no estudo, sobre os seus direitos ou qualquer outra dúvida que tiver, ligue para a **Professora Ana Lúcia Moraes Gianinni, do Centro de Ciências da Saúde - CCS – Bloco C00, subsolo, nº de telefone: 3938-6593 ou pelo email: analugianinni@hotmail.com ou fale com o seu professor de Biologia Luiz Felipe Rezende de Magalhães e-mail: lfrmagalhaes@yahoo.com.br**

Obrigado por ler estas informações. Se quiser participar deste estudo, assine este Registro e devolva-o a seu professor de Biologia.

O participante deve receber uma via devidamente preenchida e assinada do documento.

Registro de Assentimento Livre e Esclarecido.

Título do projeto: ***Desenvolvimento de uma sequência didática para o ensino-aprendizagem das funções da membrana plasmática***

Pesquisador: Luiz Felipe Rezende de Magalhães

Assinatura: _____ Data: ____/____/2023

Nome do(a) estudante : _____

Assinatura: _____ Data: ____/____/2023

OBS: O Registro de Assentimento Livre e Esclarecido será emitido em duas vias, uma para o participante e outra para o pesquisador. Todas as páginas devem ser rubricadas e numeradas.



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO - UFRJ
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE BIOLOGIA - PROFBIO
REGISTRO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO



89

1 – Título do protocolo do estudo:

DESENVOLVIMENTO DE UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O ENSINO-APRENDIZAGEM DAS ESTRUTURAS E FUNÇÕES DAS BIOMOLÉCULAS.

2 – Convite:

Estamos pedindo sua autorização para que seu filho ou sua filha, possa participar do estudo acima citado. Antes de decidir é importante que você entenda porque o estudo está sendo feito e o que ele envolverá. Reserve um tempo para ler cuidadosamente as informações a seguir. Faça perguntas se algo não estiver claro ou se tiver qualquer dúvida.

3 – O que é o estudo?

Através de uma metodologia investigativa iremos propor o desenvolvimento de uma sequência didática para abordar os aspectos estruturais e funcionais das biomoléculas que compõem as células: carboidratos, lipídios, proteínas e ácidos nucleicos (DNA e RNA). Os estudantes terão acesso a materiais para a produção de modelos de membranas celulares, além de também poderem sugerir e/ou trazer materiais alternativos aos disponíveis no laboratório de produção científica da escola. Vamos também explorar características funcionais das membranas biológicas através de experimentos laboratoriais que visam esclarecer como ocorrem as trocas de substâncias entre a célula e o meio. Trabalharemos a composição molecular das membranas, como as moléculas se organizam e suas funcionalidades. Um dos objetivos principais deste estudo é tornar as aulas da disciplina de Biologia mais atrativas, buscando na interação e participação dos(as) estudantes um facilitador do processo ensino-aprendizagem.

4 – O que meu filho ou minha filha irá fazer se eu autorizar sua participação e se ele (ela) também concordar em participar?

Caso você autorize a sua participação, o(a) estudante junto de outras pessoas da sua turma e que também decidiram participar do estudo. Todo o grupo estará envolvido em práticas investigativas em diversos aspectos das moléculas formadoras da vida, na intenção de promover conhecimento sobre a estrutura molecular, composição química, transporte de substâncias, reações celulares. Juntamente com os(as) estudantes serão desenvolvidos modelos didáticos e como um determinado tema pode ser abordado em sala de aula. Os(as) estudantes atuarão na divulgação dos resultados obtidos em nossas atividades.

5 – O que acontece se você não autorizar a participação do seu filho (sua filha)?

Caso você não queira que seu filho ou filha participe da atividade, ou caso você autorize, mas ele(a) não queira participar, o(a) aluno(a) NÃO sofrerá nenhum prejuízo. Sua nota na disciplina não sofrerá qualquer redução. O professor da disciplina não irá usar isso para punir o(a) estudante ou irá ficar chateado pelo não aceite de qualquer uma das partes.

6 – Em quais espaços e condições ocorrerão as atividades?

A pesquisa será realizada nos espaços da sala de aula dos estudantes e no Laboratório de Ciências do colégio. É importante ressaltar que nenhum(a) estudante ficará sozinho(a) com o professor/pesquisador em qualquer ambiente da escola ou fora dela, para a realização da pesquisa.

7 – Existe algum risco para meu filho (minha filha) caso eu autorize sua participação?

Qualquer atividade que envolve seres humanos pode oferecer riscos, mesmo que sejam mínimos, portanto, nenhuma pessoa envolvida na pesquisa será obrigada a realizar qualquer atividade ou procedimento. Por se tratar de momentos de debate e troca de informações, o(a) participante pode não se sentir à vontade em falar em público, diante dos colegas de turma. Entretanto, o professor explicará a atividade antes de aplicá-la e o(a) estudante poderá optar por participar como ouvinte caso não deseje se manifestar, sem nenhum prejuízo para sua formação.

8 – Benefício esperados:

O projeto tem como objetivo melhorar o entendimento das biomoléculas como parte estrutural e funcional das células. Buscamos desenvolver uma sequência didática para a demonstração da importância dos carboidratos, lipídios, proteínas e ácidos nucleicos para os seres vivos favorecendo a construção do conhecimento em consonância com a Base Nacional Comum Curricular.

9 – Quanto à participação na pesquisa:

Nenhum incentivo ou recompensa financeira está prevista pela participação do seu filho ou sua filha neste estudo.

10 – Garantia de confidencialidade:

As informações obtidas através desta pesquisa serão confidenciais e asseguramos sigilo sobre participação do seu filho (sua filha). Os nomes dos(as) adolescentes NÃO serão revelados ou expostos em nenhum momento. Caso o (a) estudante responda ao questionário prévio acerca do tema ou à avaliação da atividade pedagógica, o seu anonimato também será garantido. Não serão registradas fotos do (da)



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO - UFRJ
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE BIOLOGIA - PROFBIO
REGISTRO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO



90

estudante durante a realização da atividade e assim a imagem de seu filho (sua filha) está resguardada. Os dados não serão divulgados de forma a possibilitar a identificação do seu filho (sua filha).

11 – Dúvidas?

Você pode fazer perguntas e esclarecer suas dúvidas antes de autorizar a participação do seu filho (sua filha) e caso autorize, mas depois mude de ideia, você terá toda a liberdade para fazê-lo.

12 – Liberdade de consentimento:

Caso você não queira que seu filho ou sua filha participe da pesquisa, não haverá nenhum prejuízo para você ou para ele(a). Você pode se recusar a participar ou retirar seu consentimento em qualquer fase da pesquisa sem qualquer problema. Este estudo será revisado pelo Comitê de Ética em Pesquisa (*), formado por um grupo de profissionais que se reúne para avaliar os projetos de pesquisa e assegurar que os mesmos não tragam nenhum dano ou prejuízo aos participantes da pesquisa. Foi acionado o Comitê de Ética em Pesquisa do Centro de Filosofia e Ciências Humanas da Universidade Federal do Rio de Janeiro. Os pais e responsáveis serão consultados acerca da participação de seus(suas) filhos(as) através deste Registro de Consentimento Livre e Esclarecido, assim como os (as) estudantes manifestarão o desejo de participarem da pesquisa mediante a assinatura de um Registro de Assentimento Livre e Esclarecido.

Para mais informações acerca do projeto amparado pela Resolução nº 466/2012, do Conselho Nacional de Saúde, que trata das diretrizes e normas regulamentadoras de pesquisas envolvendo seres humanos, entre em contato com o Conselho de Ética em Pesquisa do CFCH através do e-mail cep.cfch@gmail.com ou pelo telefone (21) 3938-5167 (horário de atendimento: 10:00h às 16:00h).

O projeto foi aprovado e recebeu parecer favorável na reunião realizada emde.....de 2023

Contato para Informações adicionais e esclarecimento de dúvidas:

Professora Ana Lúcia Moraes Gianinni: analugianinni@hotmail.com

Mestrando Luiz Felipe Rezende de Magalhães: lfmagalhaes@yahoo.com.br

Obrigado por ler estas informações.

Se desejar que seu filho (ou filha) participe do estudo, assine o Registro de Consentimento Livre e Esclarecido abaixo e devolva-o para o pesquisador responsável ou seu aluno de mestrado Luiz Felipe Rezende de Magalhães. Você deve guardar um exemplar destas informações e do Registro de Consentimento Livre e Esclarecido para o seu próprio registro.

OBS: O Registro de Consentimento Livre e Esclarecido será emitido em 2 vias, uma para o participante e outra para o pesquisador. Todas as páginas devem ser rubricadas.

Participante:

Nome: _____ Data: ____ / ____ / 2023

Assinatura: _____

Pesquisador / Mestrando:

Nome: _____ **LUIZ FELIPE REZENDE DE MAGALHÃES** _____ Data: ____ / ____ / 2023

Assinatura: _____

Testemunha:

Nome: _____ Data: ____ / ____ / 2023

Assinatura: _____