

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA**  
**CAMPUS GOVERNADOR VALADARES**  
**INSTITUTO DE CIÊNCIAS DA VIDA - ICV**  
**MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE BIOLOGIA (PROFBIO)**

**Márcia Madalena Meneses Bicalho**

**ATIVIDADES PRÁTICAS INTERDISCIPLINARES PARA O ESTUDO DAS  
BIOMOLÉCULAS: ESTRUTURA E FUNÇÃO**

Governador Valadares

2024

**Márcia Madalena Meneses Bicalho**

**ATIVIDADES PRÁTICAS INTERDISCIPLINARES PARA O ESTUDO DAS  
BIOMOLÉCULAS: ESTRUTURA E FUNÇÃO**

Dissertação apresentada ao Programa Nacional de Mestrado Profissional em Ensino de Biologia (PROFBIO) na Universidade Federal de Juiz de Fora - Campus Governador Valadares, como requisito para a obtenção do título de Mestre.

Área de concentração: Ensino de Biologia.  
Macroprojeto: Novas práticas e estratégias pedagógicas para o ensino de Biologia.

Orientadora: Prof.<sup>a</sup>. Dr.<sup>a</sup> Fernanda Souza de Oliveira Assis.

Governador Valadares

2024

## Márcia Madalena Meneses Bicalho

### Atividades práticas interdisciplinares para o estudo das biomoléculas: Estrutura e Função

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Biologia em Rede Nacional -PROFBIO da Universidade Federal de Juiz de Fora como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ensino de Biologia. Área de concentração: Ensino de Biologia

Aprovada em 23 de maio de 2024.

#### BANCA EXAMINADORA

**Profa. Dra. Fernanda Souza de Oliveira Assis** - Orientadora

Universidade Federal de Juiz de Fora

**Prof. Dr. Antônio Frederico de Freitas Gomides**

Universidade Federal de Juiz de Fora

**Profa. Dra. Fernanda Henrique Lyra Assis**

Universidade Vale do Rio Doce

Juiz de Fora, 28/11/2024.



Documento assinado eletronicamente por **Fernanda Souza de Oliveira Assis, Servidor(a)**, em 29/11/2024, às 10:35, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



**8E4EJ2E4**

do ícone Conferência de Documentos, informando o código verificador **5T5E**.  
A autenticidade deste documento pode ser conferida no Port 1 do SEI-UFPE (M



3o do art. 4o do [Decreto nº 10.243, de 13 de novembro de 2020](#).

**em 08:07**, em 11/12/2024, conforme portal oficial de Brasília.  
Documento assinado eletronicamente por **Fernanda Henriques Lyra de Assis**

[Decreto nº 10.243, de 13 de novembro de 2020](#).

08/12/2024, às 11:18, conforme portal oficial de Brasília, com fundamento

Bicalho, Márcia Madalena Meneses

Atividades práticas interdisciplinares para o estudo das biomoléculas: estrutura e função /

Márcia Madalena Meneses Bicalho. -- 2024.

96 f. : il.

Orientadora: Fernanda Souza de Oliveira Assis

Dissertação (mestrado profissional) – Universidade Federal de Juiz de Fora, Campus Avançado de Governador Valadares, Instituto de Ciências da Vida – ICV – Programa de Pós- Graduação em Ensino de Biologia em Rede Nacional, 2024.

1. Ensino de Biologia. 2. Ensino por investigação. 3. Biomoléculas. 4. Interdisciplinaridade. I Assis, Fernanda Souza de Oliveira, orient. II. Título.

Dedico este trabalho a todas àquelas pessoas que acreditaram em mim e me impulsionaram de alguma forma a chegar até aqui. Dedico também, principalmente, a minha mãe (In memoriam) pelo incentivo e orações durante o processo seletivo mesmo em tratamento de câncer no pulmão. Foi por você todo meu esforço! Minha rainha!

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por ser meu guia, protetor, sustento, força, e direção em todos os momentos.

Aos meus familiares pela assistência e paciência em especial ao meu filho Henrique, 8 anos que foi brilhante ao realizar suas tarefas me permitindo condições para estudar.

A todos os professores do PROFBIO, mas em especial à minha orientadora professora Dr<sup>a</sup>. Fernanda Souza de Oliveira Assis pelas correções, dicas, paciência e presteza. Obrigada por tanto conhecimento conosco compartilhado! Sem dúvidas vocês foram essenciais nessa caminhada!

Aos meus colegas e amigos do mestrado! Ah! Quantos momentos! Quantos profissionais fantásticos! Sou grata por ter o privilégio de conhecer vocês. Em especial a Julianne, Ralph e Keila pela parceria, atenção e auxílio.

Aos funcionários da Escola Estadual Quintino Bocaiúva pela parceria nas trocas e utilizações de horários, pela permissão para o deslocamento dos estudantes, pela mudança no horário, pelas palavras e gestos de incentivo. Muito obrigada!

À professora Amanda pelo auxílio e presteza no desenvolvimento das atividades.

Aos estudantes, vocês foram importantíssimos. Mesmo sendo no finalzinho do ano vocês participaram muito bem das atividades. Obrigada pelo apoio!

Aos amigos pelo carinho em compreender minhas ausências.

In memoriam a pessoa mais importante, meu exemplo de superação, determinação e persistência. Obrigada por tudo mãe! É por você e para honrar a Deus que superei tudo!

À *Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES)*, pela contribuição com o financiamento do curso e da bolsa de estudo.

Sem vocês não seria possível a realização desse sonho!

## RELATO DO MESTRANDO

Minha trajetória acadêmica é marcada por um percurso de superação e conquistas, iniciado nas salas de aula de escolas públicas e culminando na oportunidade de cursar um mestrado em uma universidade federal. Estudei o ensino fundamental e médio em escolas públicas, onde tive a chance de desenvolver habilidades básicas e adquirir conhecimentos fundamentais que serviram de base para minha formação acadêmica.

Ao concluir o ensino médio, ingressei na graduação em ciências biológicas na Universidade Vale do Rio Doce. Durante a graduação, tive a oportunidade de participar do programa monitoria e de atividades extracurriculares que enriqueceram minha formação.

Somente depois de vários anos após concluir a graduação que surgiu a oportunidade de ingressar no mestrado em ensino de biologia pelo PROFBIO, um programa oferecido por uma Universidade Federal. Esse momento foi especialmente gratificante, pois representou um sonho da minha mãe e o reconhecimento de todo o esforço e dedicação investidos ao longo dos anos.

O mestrado trouxe uma experiência transformadora. Além de ampliar meu conhecimento sobre a biologia e suas aplicações no ensino, o programa permitiu desenvolver competências metodológicas essenciais para a prática docente. A convivência com professores e colegas de diferentes regiões e com diversas experiências enriqueceu a visão sobre o ensino de biologia.

Apesar das inúmeras dificuldades enfrentadas, a oportunidade de aprendizagem foi uma etapa muito importante em minha vida. Fez-me melhorar enquanto professora e também como cidadã.

Acredito que a educação é a chave para a transformação social e estou comprometida em contribuir para a formação de uma geração de estudantes críticos, conscientes e engajados.

## RESUMO

A Bioquímica é uma área complexa da ciência que visa estudar os processos químicos nos seres vivos. Esses processos tratam da estrutura e função metabólica dos componentes celulares. No ensino médio não aparece como disciplina isolada, mas integrada a outros temas como, por exemplo, citologia. Apesar do avanço tecnológico facilitar a compreensão das biomoléculas e o seu funcionamento, nas escolas públicas os recursos ainda são limitados. Baseando-se no conceito de que executando o estudante compreende e ressignifica o aprendizado foi que surgiu a proposta deste trabalho. Ele teve como objetivo o estudo das biomoléculas por meio do ensino por investigação explorando a estrutura e função dos carboidratos, lipídeos, proteínas e ácidos Nucleicos. Previamente à execução da sequência didática, os alunos responderam um questionário, cujo objetivo foi avaliar os conhecimentos prévios dos estudantes sobre o tema. A sequência didática investigativa aconteceu de forma interdisciplinar com a disciplina de química e obedeceu às seguintes etapas: 1º Problematização inicial com trechos de filmes, textos e artigos sobre as Biomoléculas objetivando aproximar o tema com a realidade dos estudantes. 2º Levantamento das hipóteses e momento extraclasse para pesquisa bibliográfica sobre o tema. 3º Construção dos modelos estruturais e elaboração de experimentos que nortearam a resolução das hipóteses levantadas, nas aulas de Biologia e Química. 4º Momento de reflexão sobre os resultados alcançados, organização dos dados e apresentação. As discussões realizadas foram gravadas e posteriormente transcritas para análise de conteúdo. Após o desenvolvimento da sequência didática, os estudantes avaliaram as atividades desenvolvidas por registros no questionário final. Além disso, eles responderam novamente o questionário inicial, como forma de avaliar o conhecimento construído. Os dados obtidos com as respostas do questionário (antes e após a sequência) foram analisados e as respostas discursivas foram classificadas como satisfatória, intermediária e insatisfatória, bem como foi avaliado o índice de acertos e erros registrados nas questões objetivas. As transcrições das discussões foram avaliadas. As propostas das atividades de construção dos modelos estruturais e dos experimentos executados será disponibilizada on-line na forma de uma apostila para professores de biologia e química. Esta pesquisa contribuiu para o desenvolvimento científico e construção ativa e reflexiva acerca do tema proposto colocando os estudantes como protagonistas do processo de ensino-aprendizagem.

**Palavras-chave:** Ensino por Investigação; Ensino de Biologia; Biomoléculas; Interdisciplinaridade.

## ABSTRACT

Biochemistry is a complex area of science that aims to study chemical processes in living beings. These processes deal with the structure and metabolic function of cellular components. In high school it does not appear as an isolated subject, but integrated with other topics such as, for example, Cytology. Despite technological advances facilitating the understanding of biomolecules and their functioning, resources in public schools are still limited. Based on the concept that by executing the student understands and gives new meaning to learning, the proposal for this work emerged. His objective was to study biomolecules through research-based teaching exploring the structure and function of Carbohydrates, Lipids, Proteins and Nucleic Acids. Prior to carrying out the didactic sequence, students answered a questionnaire, the objective of which was to assess students' prior knowledge on the topic. The investigative didactic sequence took place in an interdisciplinary way with the Chemistry discipline and followed the following steps: 1st Initial problematization with excerpts from films, texts and articles about Biomolecules aiming to bring the topic closer to the students' reality. 2nd Survey of hypotheses and extra-class moment for bibliographical research on the topic. 3rd Construction of structural models and preparation of experiments that guided the resolution of the hypotheses raised, in Biology and Chemistry classes. 4th Moment of reflection on the results achieved, organization of data and presentation. The discussions held were recorded and later transcribed for content analysis. After developing the didactic sequence, students evaluated the activities developed by recordings in the final questionnaire. In addition, they answered the initial questionnaire again, as a way of evaluating the knowledge built. The data obtained from the questionnaire responses (before and after the sequence) were analyzed and the discursive responses were classified as satisfactory, intermediate and unsatisfactory, as well as the rate of correct answers and errors recorded in the objective questions. The transcriptions of the discussions were evaluated. Proposals for construction activities for structural models and experiments carried out will be made available online in the form of a handout for Biology and Chemistry teachers. This research contributed to scientific development and active and reflective construction on the proposed theme, placing students as protagonists of the teaching-learning process.

**Keywords:** Research-Based Teaching; Teaching Biology; Biomolecules; Interdisciplinarity.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 01. Etapas da Sequência Didática .....	25
Figura 02. Levantamento dos conhecimentos prévios dos estudantes no quadro .....	33
Figura 03. Respostas encontradas pelos estudantes para cada situação-problema.....	37
Figura 04. Construção de modelos e experimentos .....	39
Figura 05. Apresentação do grupo de Lipídios .....	41
Figura 06. Apresentação do grupo de Proteínas .....	42
Figura 07. Apresentação do grupo de Carboidratos .....	43
Figura 08. Apresentação do grupo de Ácidos Nucleicos .....	45
Figura 09. Materiais utilizados nos experimentos que ficaram para escola .....	47
Figura 10. Registros dos estudantes sobre as atividades desenvolvidas.....	53

## LISTA DE QUADROS

Quadro 01. Classificação da questão 4 discursiva antes da aplicação da sequência didática. .	29
Quadro 02. Classificação da questão 5 discursiva antes da aplicação da sequência didática. .	30
Quadro 03. Classificação da questão 8 discursiva do questionário aplicado antes da sequência didática .....	32
Quadro 04. Discursos transcritos dos estudantes e resposta às questões norteadoras .....	34
Quadro 05. Trechos transcritos das apresentações relatando sobre as funções e estrutura de lipídios, proteínas, carboidratos e ácidos nucleicos (DNA), respectivamente .....	46
Quadro 06. Classificação da questão 4 discursiva após a aplicação da sequência didática ....	48
Quadro 07. Classificação da questão 5 discursiva após a aplicação da sequência didática. ....	50
Quadro 08. Classificação da questão 8 discursiva do questionário aplicado antes da Sequência didática .....	51
Quadro 09. Respostas discursivas separadas por categorias, relatando sobre as funções e estrutura de lipídios, carboidratos, proteínas e ácidos nucleicos respectivamente .....	59

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 01. Percentual de acertos nas questões objetivas do questionário aplicado antes da sequência didática.....	28
Gráfico 02. Acertos por estudante nas questões objetivas antes e após a aplicação da sequência didática. ....	48
Gráfico 03. Percentual de acertos nas questões objetivas do questionário aplicado antes da sequência didática.....	54
Gráfico 04. Percentual de acertos nas questões objetivas após a aplicação da sequência didática.....	56
Gráfico 05. Questões discursivas satisfatórias antes e após a aplicação da sequência didática. ....	58

## LISTA DE TABELA

Tabela 01. Teste estatístico dos resultados por estudantes antes e após a aplicação da sequência didática. ....	57
---	----

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

**BNCC** - Base Nacional Curricular Comum

**PROFBIO** - Mestrado Profissional Em Ensino De Biologia Em Rede Nacional

**SDI** - Sequência Didática Investigativa

# SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	17
1.1 ENSINO DE BIOLOGIA.....	17
1.2 ENSINO POR INVESTIGAÇÃO.....	18
1.3 BIOMOLÉCULA E INTERDISCIPLINARIDADE .....	20
<b>2 OBJETIVO</b> .....	23
2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	23
<b>3 DESENVOLVIMENTO</b> .....	24
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	27
4.1 LEVANTAMENTO DO CONHECIMENTO PRÉVIO (QUESTIONÁRIO) .....	27
4.2 ETAPA 1 – PROBLEMATIZAÇÃO.....	33
4.3 ETAPA 2 – LEVANTAMENTO DE HIPÓTESES.....	36
4.4 ETAPA 3 – CONSTRUÇÃO DOS MODELOS E EXPERIMENTOS NA AULA DE BIOLOGIA E QUÍMICA - MOMENTO INTERDISCIPLINAR .....	38
4.5 ETAPA 4 – APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS.....	40
4.6 REAPLICAÇÃO DO QUESTIONÁRIO DE CONHECIMENTOS PRÉVIOS APÓS O DESENVOLVIMENTO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA.....	47
4.7 - REGISTRO DOS ESTUDANTES SOBRE AS ATIVIDADES .....	53
4.8 COMPARAÇÕES DOS RESULTADOS .....	54
<b>5 CONCLUSÃO</b> .....	64
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	65
<b>APÊNDICE A - Questionário de sondagem pré e pós sequência didática</b> .....	68
<b>APÊNDICE B – Textos, artigos e trechos de filmes correlacionados a cada biomolécula</b> .....	72
<b>ANEXO A – Parecer Consubstanciado CEP</b> .....	93
<b>ANEXO B - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido</b> .....	98
<b>ANEXO C - Termo de Assentimento Livre e Esclarecido</b> .....	99
<b>ANEXO D – Declaração de Infraestrutura da Escola</b> .....	100

## 1 INTRODUÇÃO

O ensino de biologia desempenha um papel crucial no desenvolvimento de habilidades científicas e na formação de uma base sólida de conhecimentos sobre a vida. Proporciona aos estudantes uma consciência maior sobre questões ambientais, de saúde e evolução, capacitando-os a tomar decisões responsáveis baseadas em pesquisas, informações e vivências.

É possível observar que no ensino de biologia, muitos estudantes não conseguem desenvolver as habilidades imprescindíveis como: analisar e discutir modelos, investigar e debater o uso indevido dos conhecimentos das ciências da natureza para justificativa de processos de discriminação e privação de direitos somente com o uso da metodologia tradicionalista.

### 1.1 ENSINO DE BIOLOGIA

Muitos estudos têm apresentado problemas e incoerências na área de educação em ciências, gerando uma imagem inadequada do que é a ciência e como se constrói o conhecimento científico (Gil-Pérez *et al.*, 2001; Moreira, 2018). Se faz necessário o engajamento dos estudantes por meio de temas que os aproximem da sua realidade, mas com informações claras, seguras e fundamentadas que possam gerar alfabetização científica. De acordo com Krasilchik (2008), a formação biológica contribui para que o cidadão seja capaz de compreender processos e conceitos da vida moderna, utilizar conhecimentos para tomar decisões individuais e coletivas de maneira ética e com respeito.

O desinteresse e a apatia dos estudantes são algumas das dificuldades encontradas no processo de ensino-aprendizagem. De acordo com Silva (2009), a apatia dos estudantes na sala de aula se deve, muitas vezes, pela forma fragmentada e descontextualizada em que os conteúdos de biologia são ministrados. Já o desinteresse e desmotivação se devem, segundo Bizzo (2007), às aulas expositivas que levam à memorização de uma longa lista de fatos com nomes difíceis de serem entendidos e pronunciados.

As aulas expositivas, centradas no professor que não considera as concepções prévias, não possibilita a interação entre sujeito e objeto de conhecimento, nem entre os pares, o que pode dificultar a construção do conhecimento científico uma vez que conceitos são apenas memorizados. Para que a mudança de foco no papel do professor apenas como transmissor de conhecimento realmente aconteça em sala de aula, é necessário que o professor reflita sobre sua

prática e desenvolva estratégias didáticas que permitam esse deslocamento, essa mudança de função (Scarpa e Campos, 2018).

De acordo com a competência geral número 2 da BNCC (Base Nacional Comum Curricular), deve ser desenvolvida pelos estudantes ao longo de todos os anos, permeando todos os componentes curriculares, a seguinte habilidade:

Exercitar a curiosidade intelectual e recorrer à abordagem própria das ciências, incluindo a investigação, a reflexão, a análise crítica, a imaginação e a criatividade, para investigar causas, elaborar e testar hipóteses, formular e resolver problemas e criar soluções (inclusive tecnológicas) com base nos conhecimentos das diferentes áreas (Brasil, 2018, p.9).

A referida competência, por sua vez, reforça que não seja repassada aos estudantes uma ciência inerte e engessada. A BNCC como documento normativo para guiar os currículos enfatiza a importância do protagonismo do estudante, da investigação e da interdisciplinaridade para uma melhor absorção e efetivação do processo de aprendizagem e não mais a acumulação de conteúdo.

## 1.2 ENSINO POR INVESTIGAÇÃO

De acordo com Brighente e Mesquida (2016), para romper os paradigmas tão arraigados da tradicionalista “educação bancária” descrita por Paulo Freire em que o “*educador aparece como seu indiscutível agente, (...) cuja tarefa indeclinável é ‘encher’ os educandos dos conteúdos de sua narração*”, grandes mudanças são necessárias.

O ensino por investigação é uma abordagem didática que permite o planejamento, a problematização, o questionamento, a organização e a construção do próprio conhecimento através de diversas metodologias.

Vários estudos apontam que o uso da proposta investigativa é importante para uma construção satisfatória de noções e conceitos científicos, além da resolução de problemas (Sasseron e Carvalho, 2008). Esta forma de trabalho pode favorecer a construção de uma visão mais adequada da natureza do trabalho científico.

Para que haja alfabetização científica, Sasseron e Carvalho (2011) identificaram três eixos estruturantes que servem de apoio aos planejamentos de ensino. O primeiro eixo se refere à compreensão básica de termos, conhecimentos e conceitos científicos fundamentais. Já o segundo se refere à compreensão da natureza da ciência e dos fatores éticos e políticos que circundam sua prática. E o terceiro se refere ao entendimento das relações existentes entre ciência, tecnologia e sociedade.

De acordo com Pimenta e Lima (2012, p.88), “o professor é um profissional que ajuda no desenvolvimento pessoal e intersubjetivo do estudante, sendo um facilitador de seu acesso ao conhecimento”. Por isso, o professor tem a responsabilidade de criar um ambiente investigativo que proporcione ao estudante: condições de explorar seus conhecimentos prévios, ter ideias próprias e poder discuti-las com seus colegas e com o professor, lapidando o conhecimento espontâneo com a finalidade de edificar o conhecimento científico (Carvalho, 2013).

Na perspectiva do ensino por investigação, os estudantes demonstram seus conhecimentos prévios sobre o assunto, problematizam, levantam hipóteses assim como podem testá-las experimentalmente e discutir seus resultados.

Uma forma de organizar e aplicar o ensino investigativo é por meio do ciclo investigativo que engloba 4 etapas: fase de *orientação* que envolve a curiosidade dos estudantes e elabora ou levanta um problema sobre o assunto; fase da *conceituação* onde acontece o levantamento de hipóteses relacionadas ao questionamento; fase de *investigação* onde as hipóteses podem ser testadas com a interpretação dos dados; fase da *conclusão* onde espera-se que os estudantes construam explicações, afirmações ou posicionamentos que respondam à questão de investigação (Pedaste et al., 2015).

Nos dias atuais, em que frequentemente observamos a circulação de informações falsas e um descrédito crescente em relação à ciência segundo Aragão et al., (2020), torna-se ainda mais fundamental uma metodologia de ensino investigativo que proporcione a construção de um senso crítico científico.

Azevedo (2004) salienta que as aulas investigativas são uma forma de oportunizar o estudante a participar do processo de aprendizagem. O estudante precisa perceber que os conteúdos trabalhados em sala de aula são de suma importância para a sua vivência no mundo cotidiano. A teoria dada em sala de aula pode estar vinculada a uma atividade prática que possibilite ao aluno aplicar o conceito na sua realidade (Barbosa e Oliveira, 2015).

Wilsek e Tosin (2010) afirmam que ensinar ciências pela metodologia da investigação científica significa inovar e mudar o foco, fazendo com que a aula deixe de ser uma mera transmissão de conteúdo. As aulas de ciências podem promover diversas interações pois debate variados temas capazes de possibilitar a expressão de ideias e conhecimento científico.

### 1.3 BIOMOLÉCULA E INTERDISCIPLINARIDADE

As biomoléculas são essenciais para o funcionamento do organismo. Elas desempenham um importante papel para a manutenção da vida, exercendo função estrutural, na alimentação, regulação, reprodução e proteção dos organismos vivos. Entretanto, esse conteúdo é visto de forma fragmentada e pouco explorado no ensino médio. O estabelecimento de relações com outras disciplinas torna o tema a ser discutido mais relevante e significativo além de ser uma das propostas do novo ensino médio.

Segundo Voet e Voet (2008), a bioquímica permite-nos compreender e apreciar a condição misteriosa e singular que é chamada vida. Segundo, Berg, Tymoczko e Stryer (2014), essa área tão fantástica da ciência tem propiciado à sociedade diversas descobertas, solucionando diversos problemas relacionados às áreas de medicina, odontologia, agricultura, medicina legal, ciências ambientais e outras.

No ensino médio dentro da temática “Composição Química dos Seres vivos” o ensino de biomoléculas é visto como complexo por se tratar de vários termos abstratos e dissociados de assuntos do cotidiano dos estudantes.

Essa dissociação de conteúdos dificulta ainda mais a compreensão dos estudantes devido a complexidade intrínseca das interações e processos biológicos que demandam uma visão holística. Isso pode prejudicar a capacidade dos estudantes em compreender os componentes, seus processos e como eles se relacionam nos sistemas biológicos. Portanto, é necessário que educadores busquem estratégias que promovam uma compreensão mais ampla e conectada a outras disciplinas.

Mesmo que o currículo tenha que ser construído socialmente, relacionando temas com outros componentes curriculares, a tendência ainda é uma crescente fragmentação dos assuntos. No ensino médio o ideal seria que os conteúdos perpassassem o seguimento linear e sistematizado. Se entendermos que a biologia é o estudo da vida, e a vida em seu sentido mais amplo, não pode ser compartimentalizada, tampouco seu estudo o pode ser (Carvalho et al, 2011).

A interdisciplinaridade no campo da ciência, segundo as concepções de Fazenda (2011), corresponde à necessidade de superar a visão fragmentada do conhecimento tanto no ensino básico como na formação de professores e pedagogos. Ela fomenta a criatividade e a inovação. Ao combinar conhecimentos e habilidades de diferentes áreas, surgem novas ideias e soluções para problemas complexos. A diversidade de perspectivas enriquece o processo de criação e estimula a colaboração entre estudantes e professores.

Azevedo (2017) ressalta que o estudante, ao ter contato com o conteúdo de bioquímica no ensino médio, necessita estruturar o campo de ligação entre biologia e química para entender processos em que uma complementa a outra.

As aulas experimentais são de grande importância no espaço escolar pois podem permitir a vivência de conceitos teóricos na prática, desse modo, Interaminense (2019, p. 344), ressalta que:

É de conhecimento comum, que se aprende melhor praticando. Concretizamos o conhecimento quando colocamos em prática aquilo que aprendemos. A biologia traz para o professor desta área, diversos meios de se constatar a veracidade dos conteúdos estudados de maneira teórica em sala de aula, através das aulas práticas e experimentais. Portanto, o ensino da biologia deve integrar teoria à prática (Interaminense, 2019, p.344).

As condições limitadas de materiais e recursos audiovisuais dificultam a compreensão dos estudantes sobre as interações entre as moléculas e a relação com sua função no organismo, fatores esses que também contribuíram para a escolha do assunto.

A escola e o ensino de biologia devem criar oportunidades aos educandos para a melhoria da sua leitura de mundo e da palavra, utilizando para as construções curriculares potencialidades pedagógicas, epistemológicas e políticas que a educação científica pode desempenhar.

A fim de aumentar o estímulo dos estudantes em relação ao aprendizado, adotou-se uma abordagem prática e experimental, buscando instigar a experimentação científica na formulação e resposta de hipóteses. Para ampliar a versatilidade e promover a popularização do conhecimento, não é necessário realizar essa atividade exclusivamente em um laboratório de ciências. Em vez disso, o professor e os estudantes podem utilizar materiais simples e de baixo custo, que podem ser facilmente adaptados para serem utilizados em sala de aula.

Algo pode ser feito para que os estudantes recuperem ou mantenham o interesse em aprender. Compete ao professor orientar o processo de ensino e aprendizagem, adotando diferentes metodologias, proporcionando um ambiente motivacional. Porém, tal motivação pode ser alcançada tendo o estudante como elemento central desse processo através de situações-problema que gerem interesse. Para ensinar o estudante, este deve ter motivos para aprender.

Com base nas fundamentações teóricas do ensino por investigação, nas necessidades de adequações do ensino de ciências, na importância da motivação dos estudantes e na interdisciplinaridade, a proposta desta pesquisa foi de desenvolver uma sequência didática interdisciplinar com a disciplina de química, tendo como público alvo os estudantes do 1º ano

do ensino médio da Escola Estadual Quintino Bocaiuva, Governador Valadares-MG que culminou com a construção de modelos e experimentos de baixo custo, de fácil acesso e transporte que poderão ser montados e realizados nas diversas realidades escolares e estão disponibilizados na forma de Apostila on-line.

Os estudantes, na construção de suas hipóteses, foram estimulados a construir modelos estruturais com materiais alternativos e experimentos sobre a função e estrutura das biomoléculas. Antes e depois do desenvolvimento das atividades foi aplicado um questionário para verificação do conhecimento prévio e da construção do conhecimento dos estudantes. Também foram realizados momentos de discussão na intenção de possibilitar uma abordagem dialógica em profundidade, ampliando a visão e a compreensão acerca do tema.

Portanto, este trabalho visou englobar os conhecimentos e as experiências adquiridas ao longo do PROFBIO, para o desenvolvimento de atividades investigativas que aguçasse a curiosidade dos estudantes favorecendo seu protagonismo na resolução de problemas do cotidiano, sobre as biomoléculas e que também pudessem gerar conhecimento científico tornando-os mais críticos e reflexivos.

## 2 OBJETIVO

Desenvolver e avaliar o uso de uma sequência didática investigativa interdisciplinar na abordagem do Tema Biomoléculas para estudantes do Ensino Médio.

### 2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Desenvolver uma sequência didática investigativa interdisciplinar entre as disciplinas de Biologia e Química abordando os assuntos: carboidratos, lipídeos, proteínas e ácidos nucleicos.

Verificar o desempenho dos alunos antes e após a aplicação das atividades interdisciplinares investigativas sobre biomoléculas.

Analisar os discursos dos estudantes durante as atividades da sequência didática por meio da transcrição das falas gravadas.

Elaborar uma apostila contendo propostas de modelos estruturais e experimentos abordando biomoléculas.

### 3 DESENVOLVIMENTO

Esta pesquisa caracterizou-se como exploratória, pois de acordo com GIL (2017), ela apresentou como objetivo principal o aprimoramento de ideias ou a descoberta de intuições e seu planejamento é bastante flexível, possibilitando considerações dos mais variados aspectos relativos ao fato estudado. Já relacionada aos métodos de investigação, classificou-se como pesquisa-ação de acordo com Thiollent, 2009 que afirma ser realizada em um espaço de interlocução em que os atores implicados participam na resolução dos problemas, com conhecimentos diferenciados, propondo soluções e aprendendo na ação.

O tema “Biomoléculas” foi abordado de forma interdisciplinar, entre as disciplinas de biologia e química, para estudantes do primeiro ano do ensino médio, com faixa etária entre 15 a 17 anos, em novembro de 2023, na Escola Estadual Quintino Bocaiúva. A escola está situada no bairro Jardim Pérola, Rua Francisco de Paula Freitas, 300, no município de Governador Valadares, Minas Gerais. A instituição atende estudantes do ensino fundamental anos finais e ensino médio com uma média de 700 estudantes. Possui infraestrutura com quatorze salas de aula, uma sala de laboratório de informática, uma sala multimídia, uma quadra de esportes, uma sala dos professores, sala de biblioteca e uma sala de recursos. Participaram da pesquisa 19 estudantes de uma turma do primeiro ano do ensino médio matutino.

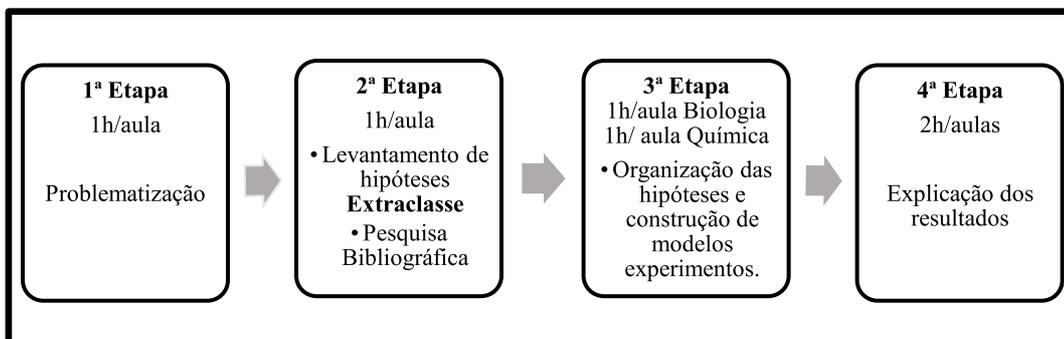
Os aspectos éticos foram respeitados conforme a Resolução do Conselho Nacional de Saúde (CNS) 466/2012. O projeto foi submetido e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Federal de Juiz de Fora, em 22 de outubro de 2023, pelo parecer número 6.440.635 (ANEXO A). Todos os participantes deste estudo foram informados sobre o objetivo e a importância deste trabalho e foram convidados a assinarem o termo de assentimento livre e esclarecido (TALE) e os responsáveis pelos estudantes, o Termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE) (APÊNDICE A e B).

Este trabalho teve como produto uma apostila com as atividades práticas e interdisciplinares desenvolvidas com a disciplina química para o ensino de biomoléculas. Espera-se que a mesma possa servir de auxílio para docentes que queiram abordar o tema Biomoléculas de maneira investigativa. A apostila encontra-se no (APÊNDICE E) e pode ser acessada de forma on-line.

Baseados na temática “Composição Química dos Seres Vivos”, os estudantes foram chamados a responderem um questionário sobre o tema biomoléculas para levantamento dos conhecimentos prévios (APÊNDICE C).

Em seguida, foi desenvolvida uma Sequência Didática Investigativa (SDI) utilizando-se 6 horas/aula divididas em 4 etapas:

**Figura 1** - Etapas da sequência didática



Fonte: Elaborado pela autora(2024).

Na primeira etapa, utilizando-se a aula de biologia, criou-se um momento de discussão onde a professora disponibilizou imagens com estruturas das biomoléculas e os estudantes colocaram no quadro seus conhecimentos sobre o assunto. Neste momento, algumas questões norteadoras foram utilizadas: Qual é a importância das biomoléculas? Quais os principais tipos? Que funções elas realizam no organismo? Conhecem alguns átomos dos quais elas são formadas? Há doenças que se relacionam com as biomoléculas?

Ainda nessa aula, os estudantes foram separados em 4 grupos. Cada grupo foi estimulado a estudar sobre uma das biomoléculas e receberam um material (APÊNDICE D) contendo textos e trechos de filmes que abordavam o tema.

Na segunda etapa, na aula de biologia, os estudantes foram orientados a levantar hipóteses. Foram também incentivados a pensar em hipóteses sobre a estrutura das biomoléculas (como elas são?) e sobre a função das mesmas (para que elas servem? Onde elas se encontram no nosso organismo?). Após este momento de reflexão e levantamento de hipóteses, os estudantes realizaram extraclasse a pesquisa bibliográfica que os direcionaram na elaboração de experimentos e modelos, para auxiliá-los na resolução das hipóteses levantadas.

Na terceira etapa, juntamente com a professora de química, os estudantes trabalharam na construção de modelos estruturais com materiais alternativos/recicláveis que também auxiliassem nas suas hipóteses. Na aula de biologia, os estudantes apresentaram as propostas de experimentos que exploravam as hipóteses levantadas sobre a função das biomoléculas. Os professores foram os mediadores deste momento buscando a maior independência dos educandos.

Na quarta etapa, aconteceram as apresentações dos modelos e experimentos elaborados. Esta apresentação foi feita pelos grupos no formato de trabalho e contou com a participação dos estudantes da turma.

Durante o desenvolvimento da SDI os momentos de discussão e as falas dos estudantes, com o devido consentimento dos envolvidos e com a aprovação pelo Comitê de Ética, foram gravados e esses dados foram analisados e utilizados como maneira de avaliação da apropriação do conhecimento dos estudantes.

O questionário (APÊNDICE C) que foi utilizado para levantamento dos conhecimentos prévios foi reaplicado para verificação dos conhecimentos adquiridos pelos estudantes.

Os dados gerados neste trabalho foram provenientes da aplicação de um questionário com questões objetivas e discursivas sobre o tema “Biomoléculas” antes e após a abordagem do tema pelo ensino por investigação. Além disso, durante o desenvolvimento da sequência didática investigativa, foram realizados registros como gravações das discussões e fotografias digitais. As gravações das discussões foram transcritas utilizando-se o *software Google Docs* de digitação por voz disponibilizado gratuitamente pela internet.

Os questionários foram analisados pelo percentual de acertos nas questões objetivas e nas respostas discursivas foram analisadas e classificadas como satisfatórias, intermediárias e insatisfatórias. No caso deste estudo a categorização foi a posteriori pois não foi nomeada conforme uma teoria, mas relacionando os dados obtidos com o referencial teórico. As transcrições das falas foram analisadas de acordo com o seu conteúdo baseado na proposta de Bardin (2011) Nesse caso a análise foi diagnóstica pois teve como principal ponto de observação a presença de mudanças satisfatórias ou não no vocabulário científico apresentado pelos estudantes em suas respostas após a aplicação da sequência didática. A análise de conteúdo segue 3 etapas básicas, a análise dos dados, a categorização e o tratamento dos resultados que envolve as inferências e interpretações. A presença de vocabulário científico demonstra a compreensão básica de conceitos e termos científicos fundamentais que é um dos eixos da alfabetização científica segundo (Sasseron e Carvalho, 2011).

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Conforme Scarpa e Campos (2018, p. 38), o ensino por investigação “[...] é mais amplo do que o fazer ciência, envolvendo o uso de diversas estratégias didáticas para coletar dados e informações que permitam alguma analogia ou construção de conceitos científicos”.

Este trabalho teve como objetivo avaliar o impacto, na construção do conhecimento, do uso de uma Sequência Didática Investigativa sobre Biomoléculas. A SDI constitui nas seguintes etapas: levantamento dos conhecimentos prévios, momento de discussão (perguntas norteadoras), situação-problema, construção de modelos e experimentos, apresentações. Em cada uma dessas etapas foram feitos registros fotográficos, no caderno dos estudantes e gravações das falas que posteriormente foram transcritas e serão apresentados a seguir.

Os dados obtidos na pesquisa foram analisados e discutidos seguindo as etapas da sequência didática investigativa e no final as comparações das respostas dos estudantes antes e após a aplicação da sequência didática foram apresentadas.

### 4.1 LEVANTAMENTO DO CONHECIMENTO PRÉVIO (QUESTIONÁRIO)

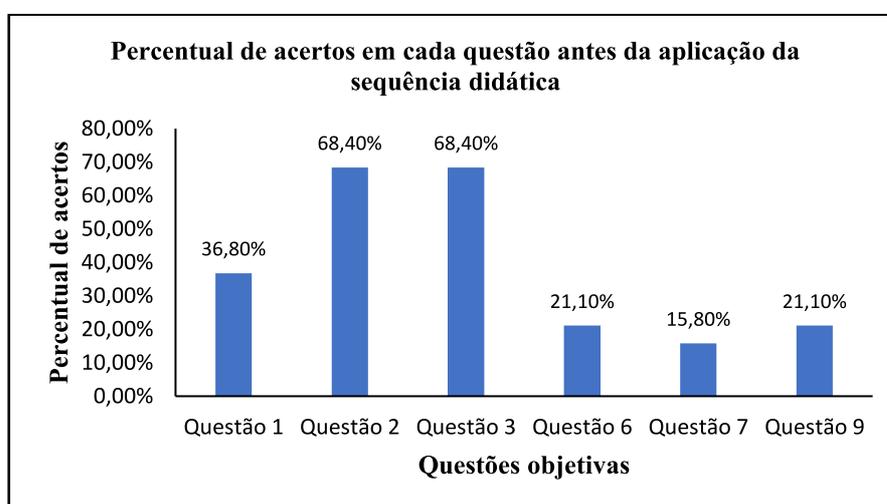
Antes do início da SDI, os estudantes foram convidados a responderem um questionário cujas questões contemplavam o tema biomoléculas: Carboidratos, Lipídeos, Proteínas e Ácidos Nucleicos. Os dados coletados a partir do questionário aplicado antes da sequência didática para as perguntas objetivas estão apresentados no (Gráfico 1). As questões 2 e 3 apresentaram um índice de acerto de 68,4%. A questão 2 estava relacionada à importância dos lipídios para a saúde e a questão 3 tratava da diferença entre gordura saturada e insaturada. Por outro lado, apenas 15,8% dos estudantes acertaram a questão 7, que abordava diferentes funções dos carboidratos. As questões 6, 7 e 9 tiveram baixo índice de acerto (21,1%, 15,8% e 21,1%, respectivamente) demonstrando conhecimento prévio deficiente sobre a estrutura dos carboidratos e as bases nitrogenadas do DNA para a maioria dos estudantes evidenciando a necessidade de maior ênfase nesses conceitos durante a sequência didática.

A análise desses resultados revelou padrões interessantes e aponta para áreas específicas que merecem atenção durante a condução da sequência didática. O expressivo acerto nas questões 2 e 3, relacionadas à importância dos lipídios, indica uma compreensão desse conceito entre os participantes. No entanto, a discrepância notável na questão 7, que aborda diferentes funções dos carboidratos, sugere uma lacuna no entendimento desse tópico específico. Essa

constatação destaca a necessidade de uma abordagem mais direcionada e estratégias de ensino diferenciadas para fortalecer o conhecimento dos estudantes sobre as diversas funções dos carboidratos.

O resultado de levantamento dos conhecimentos prévios forneceu informações valiosas para direcionar o foco do ensino para os pontos que demandam maior atenção e reforço. A discussão contínua desses resultados durante o processo educacional pode contribuir significativamente para o desenvolvimento do conhecimento dos estudantes sobre os conceitos fundamentais relacionados à função e estrutura das biomoléculas.

**Gráfico 1** - Percentual de acertos nas questões objetivas do questionário aplicado antes da sequência didática



Fonte: Elaborado pela autoria (2024).

As questões discursivas do questionário (APÊNDICE C) foram classificadas em satisfatória, intermediária e insatisfatória. A questão 4 (Quadro 1): **“Explique a função das enzimas no processo de digestão. O que são enzimas?”** visou identificar o conhecimento em relação à função da biomolécula. As respostas que demonstraram afinidade com a chave de correção foram avaliadas como satisfatórias. Aquelas que não exibiram qualquer correspondência ou conexão foram qualificadas como insatisfatórias. Respostas que discordaram em partes com a chave de correção foram tratadas como intermediárias. A seguir, no quadro 1, apresentamos as respostas dos estudantes representadas apenas pelo travessão (—) para garantir o anonimato dos participantes.

**Quadro 1:** Classificação da questão 4 discursiva antes da aplicação da sequência didática

<b>QUESTÃO 4</b>			
<b>“Explique a função das enzimas no processo de digestão. O que são enzimas?”</b>			
<b>Classificação</b>	<b>Chave de resposta</b>	<b>Frequência</b>	<b>Respostas dos Estudantes</b>
<b>Satisfatória</b>	Quebram moléculas para facilitar a digestão. São proteínas que catalisam (aceleram) reações químicas.	2	<p>— <i>“As enzimas são proteínas que desempenham um papel fundamental no processo de digestão”.</i></p> <p>— <i>“Enzimas são proteínas especializadas que agem como catalisadores biológicos, acelerando as reações químicas necessárias para a vida”.</i></p>
<b>Intermediária</b>	São moléculas químicas presentes no nosso corpo.	2	<p>— <i>“Substâncias orgânicas”.</i></p> <p>— <i>“Elas são moléculas produzidas pelo nosso organismo responsável por “quebrar” moléculas de carboidratos”.</i></p>
<b>Insatisfatória</b>	Enzimas são gorduras.	14	<p>— <i>“Enzimas ajuda a ingerir a comida e diminuir a gordura”</i></p> <p>— <i>“Não sei”.</i></p> <p>— <i>“Não sei”.</i></p> <p>— <i>“Não sei”.</i></p> <p>— <i>“Não sei fessora”.</i></p> <p>— <i>“São necessárias para separar os nutrientes do que foi ingerido das outras substâncias”.</i></p> <p>— <i>“São necessárias para segurar os nutrientes”.</i></p> <p>— <i>“São necessários para separar os nutrientes do que foi ingerido das outras substâncias”.</i></p> <p>— <i>“Moléculas de carboidratos, proteínas e gorduras com facilidade, para facilitar a absorção de nutrientes pelo intestino”.</i></p> <p>— <i>“Responsáveis por “quebrar” moléculas de carboidratos, proteínas e gorduras com facilidade”.</i></p> <p>— <i>“Proteínas que auxiliam na quebra de alguns nutrientes como as proteínas, lipídios e carboidratos”.</i></p> <p><i>3 respostas em branco.</i></p>

Fonte: Elaborado pela autora (2024).

As respostas apresentadas nas questões discursivas como essa, demonstraram uma compreensão superficial do tema “- *Proteínas que auxiliam na quebra de alguns nutrientes*”. Além disso, revelaram dificuldades em relacionar situações práticas ou da compreensão sobre a relevância das proteínas como catalisadoras em processos biológicos. “*São necessárias para manter os nutrientes*”. Ou ainda, falta de clareza das funções das biomoléculas: “*Enzimas ajuda a ingerir a comida*”. Três estudantes não conseguiram responder deixando as questões em branco.

Essas respostas estimulam o educador a incentivar os estudantes no aprofundamento e na exploração de conexões entre teoria e aplicação, destacando a importância das proteínas em diversos contextos biológicos.

Ainda relacionado a essa questão sobre enzimas, notou-se que apenas duas respostas foram classificadas como satisfatória. As outras ou fugiram totalmente do tema ou apresentaram poucas palavras corretas como por exemplo “*orgânicas*”.

Através da questão 5 (Quadro 2): “**Você sabe qual é a função dos carboidratos em nosso organismo? Explique**” foi possível observar se os estudantes conheciam outras funções além da energética dos carboidratos. Pelas respostas (Quadro 3) ficou evidente que a maioria compreendia apenas a função energética pois a maior parte das respostas continha as palavras “*fornecer ou produzir energia*”.

**Quadro 2:** Classificação da questão 5 discursiva antes da aplicação da sequência didática

QUESTÃO 5			
“Você sabe qual é a função dos carboidratos em nosso organismo? Explique”			
Classificação	Chave de resposta	Frequência	Respostas dos Estudantes
Satisfatória	São importantes fontes de energia para nosso corpo.	10	<ul style="list-style-type: none"> <li>— “O carboidrato tem a função de fornecer energia para o nosso organismo”.</li> <li>— “Importante para a produção de nutrição e a fisiologia humana, além de ter implicações importantes em áreas como a química e a bioquímica”.</li> <li>— “Fornecimento de energia. Os seres humanos obtêm energia através da alimentação”.</li> <li>— “Os carboidratos apresentam como principal função a função energética”.</li> <li>— “Nos dá energia”.</li> <li>— “Nos dá energia”.</li> </ul>

			<p>— “Nos dá energia”.</p> <p>— “Trazer energia para nosso corpo”.</p> <p>— Os carboidratos nos da energia e massa muscular”.</p> <p>— “Gerar energia para o corpo”.</p>
<b>Intermediária</b>	São moléculas formadas por carbono.	1	<p>— “Quando se pretende emagrecer, a primeira medida a fazer é evitar consumir os alimentos que fornecem carboidratos, medida essa que traz alguns benefícios”.</p>
<b>Insatisfatória</b>	Carboidratos são enzimas.	8	<p>— “Não sei”.</p> <p>— “Não sei”.</p> <p>— “Os principais eventos da digestão e absorção ocorrem no intestino delgado, portanto sua estrutura é especialmente adaptada para essa função”.</p> <p>5 respostas em branco</p>

Fonte: Elaborado pela autora (2024).

Observou-se que a função energética dos carboidratos era do conhecimento de quase metade dos estudantes que responderam ao questionário, “Trazer energia para nosso corpo, Gerar energia para o corpo, Os carboidratos apresentam como principal função a função energética”. Porém apenas 1 estudante apresentou outras funções dessas biomoléculas: “Importante para a produção de nutrição e a fisiologia humana, além de ter implicações importantes em áreas como a química e a bioquímica.” Essas respostas levaram a uma percepção da necessidade de uma abrangência maior na apresentação dos conteúdos. Apresentá-los de forma compartimentalizada pode gerar visões restritas sobre determinado assunto sem levar em conta sua importância para o organismo como um todo. Ainda analisando essa questão discursiva constatou-se que 5 estudantes não conseguiram responder sobre a função dos carboidratos.

Ao analisar as respostas dos estudantes na pergunta 8 (Quadro 3), do questionário aplicado: **“Você acha que alterações na estrutura do DNA podem afetar sua função? Explique”** foi possível perceber o conhecimento prévio dos estudantes sobre o DNA e sua função. Das 19 respostas obtidas, sete indicaram uma compreensão de que alterações na estrutura do DNA podem de fato impactar sua função. Entretanto, ao analisar as justificativas fornecidas, tornou-se evidente a presença de algumas lacunas. Por exemplo, afirmações como *“Os blocos de construção do DNA são denominados de bases”* e *“Sim, pois cada uma de suas estruturas é importante para a formação do ser vivo, assim qualquer alteração pode afetar”* revelaram uma compreensão superficial e, em alguns casos, imprecisa do tema. Essas respostas indicaram a existência de dificuldades na explicação das implicações das modificações na estrutura do DNA.

Os estudantes possuíam algum conhecimento sobre como mudanças no DNA podem afetar sua função. Entretanto, por meio da análise dessa questão foi possível inferir que os educandos precisam de um conhecimento mais aprofundado para entender algumas dessas modificações. Essa questão ressaltou novamente a importância dada no método investigativo para os conhecimentos prévios. Além de surgirem novas dúvidas, esse momento orienta o planejamento do professor no conteúdo a ser explanado.

**Quadro 3** - Classificação da questão discursiva 8 antes da aplicação da sequência didática

QUESTÃO 8			
“Você acha que alterações na estrutura do DNA podem afetar sua função? Explique”			
Classificação	Chave de resposta	Frequência	Respostas dos Estudantes
Satisfatória	Sim. Algumas mutações ou modificações podem alterar a função do DNA.	7	<ul style="list-style-type: none"> <li>— <i>“Sim, pois o cada uma de suas estruturas é importante para a formação do ser vivo assim qualquer alteração pode afetar”.</i></li> <li>— <i>“Sim pq cada uma das suas estruturas é importante para a formação do ser vivo”.</i></li> <li>— <i>“Algumas modificações nos genes afetam diretamente a proteína a ser sintetizada”.</i></li> <li>— <i>“Sim, alterações na estrutura do DNA podem afetar sua função”.</i></li> <li>— <i>“Sim, porque Com tanta informação no DNA, às vezes acontecem erros na nova cópia”.</i></li> <li>— <i>“Os blocos de construção do DNA são denominados de bases”.</i></li> </ul>

			— “Com tanta informação no DNA, às vezes acontecem erros na nova cópia”.
<b>Intermediária</b>	Sim. Sem explicações	5	— “Sim pois pode haver diferenças”. — “Sim” — “Sim”. — “Sim”. — “Sim”.
<b>Insatisfatória</b>	Não. Com ou sem explicações.	7	— “Não, pois ele continua sendo o mesmo, porém tendo a alteração”. — “Não sei”. 5 em branco

Fonte: Elaborado pela autora (2024).

As respostas a questionários discursivos fornecem uma oportunidade valiosa para os estudantes expressarem seus pensamentos, opiniões e conhecimentos de forma detalhada e personalizada. Avaliando os resultados da questão 4, notou-se que apenas dois estudantes tiveram a capacidade de responder de forma satisfatória à função das enzimas. Na questão 5, 10 estudantes compreenderam a função energética dos carboidratos. Na questão 8, notou-se que sete estudantes tinham algum conhecimento sobre a relevância da estrutura do DNA, mas, pelas explicações apresentadas, foi possível notar que haviam lacunas quanto à forma como as alterações na estrutura afetam a sua função.

#### 4.2 ETAPA 1 – PROBLEMATIZAÇÃO

Nesta primeira etapa da sequência didática, a professora disponibilizou imagens com estruturas das Biomoléculas no quadro (Figura 2) e os estudantes foram convidados a escreverem seus conhecimentos sobre o assunto. Durante esse momento, algumas questões norteadoras foram utilizadas. Em seguida foram entregues trechos de filmes, artigos e textos (APÊNDICE D) para pesquisa e descoberta da biomolécula de cada grupo.

**Figura 2** – Levantamento dos conhecimentos prévios dos estudantes sobre biomoléculas no quadro

**Biomoléculas**

Material genético  
→( Nucleoide)  
→ Núcleo de uma célula procariótica

Glucose

Dna  
Rna

Fosfolipídios  
→ Membrana Plasmática

**1 - Quais os principais tipos de biomoléculas?**  
Lipídios, carboidratos, substâncias, nucleicos

**2 - Qual a importância das biomoléculas?**  
Manutenção do metabolismo das células  
Partículas que compõe as células  
Auxilia nos processos químicos dos seres vivos.

**3 - Que funções elas realizam no organismo?**  
Lipídios formação de estruturas  
Dna genes de um ser vivo  
Glucose regula os açúcares do corpo

**4 - Existe doença que se relaciona com as biomoléculas?**  
Entopimento de uma veia causando infarto  
Acúmulo de colesterol

Fonte: Elaborado pela autora (2024).

Através das imagens disponibilizadas (Figura 2), observou-se que alguns estudantes conseguiram identificar glicose, DNA, RNA e fosfolipídios. Contudo, as proteínas não foram identificadas na pergunta: **“Quais os principais tipos de biomoléculas”**. Isso foi demonstrado por meio da resposta da primeira pergunta norteadora onde eles não apresentaram as proteínas como uma das biomoléculas *“Lipídios, carboidratos, substâncias, nucleicos”*.

Na segunda pergunta norteadora: **“Qual a importância das biomoléculas?”** foi possível perceber que alguns estudantes conheciam a importância das biomoléculas *“Auxilia no processo químico dos seres vivos”*. Observando as respostas da terceira pergunta norteadora **“Que funções elas realizam no organismo?”**, ficou evidente que parte dos estudantes já sabem sobre a função dos lipídios, *“lipídios, formação de estruturas”*, porém alguns desconheciam as funções dos ácidos nucleicos e das proteínas como evidenciado em uma das respostas de que o *“DNA, genes de um ser vivo, glicose regula o açúcar do corpo”*.

Por meio das respostas da última pergunta **“Existe doença que se relaciona com as biomoléculas?”** foi possível analisar que alguns estudantes conseguiram correlacionar biomoléculas com algumas doenças, mas não especificando a quais se referiam: *“Entopimento de uma veia causando infarto, acúmulo de colesterol”*. Ainda durante esse momento de discussão algumas falas foram áudio gravadas e foram apresentadas no quadro 4.

**Quadro 4** - Discursos transcritos dos estudantes em resposta às questões norteadoras

TEMAS	PERGUNTA	RESPOSTA DOS ESTUDANTES
<b>TIPOS DE BIOMOLÉCULAS</b>	Quais os nomes das biomoléculas?	<ul style="list-style-type: none"> <li>— “<i>Membrana</i>”</li> <li>— “<i>DNA</i>”</li> <li>— “<i>célula</i>”</li> <li>— “<i>Proteínas</i>”</li> <li>— “<i>Microrganismos</i>”</li> <li>— “<i>Carboidratos</i>”</li> <li>— “<i>Colesterol</i>”</li> <li>— “<i>Lipídios</i>”</li> </ul>
<b>FUNÇÃO</b>	Que funções as biomoléculas realizam no organismo?	<ul style="list-style-type: none"> <li>— “<i>DNA separa a genética</i>”</li> <li>— “<i>Funções celulares</i>”</li> <li>— “<i>Funções moleculares</i>”</li> <li>— “<i>Bombear o sangue</i>”</li> <li>— “<i>Respiração</i>”</li> <li>— “<i>Fornecimento de energia para o corpo</i>”</li> <li>— “<i>Lipídios formação de estruturas</i>”</li> <li>— “<i>DNA genes de um ser vivo</i>”</li> <li>— “<i>Glicose regula o açúcar do corpo</i>”</li> </ul>
<b>ESTRUTURA</b>	Conhece alguns elementos químicos que elas são formadas?	<ul style="list-style-type: none"> <li>— “<i>Moléculas</i>”</li> <li>— “<i>Água</i>”</li> <li>— “<i>Hidrogênio</i>”</li> <li>— “<i>Oxigênio</i>”</li> <li>— “<i>Fermentação</i>”</li> </ul>

Fonte: Elaborado pela autora (2024).

Por meio dos discursos transcritos foi possível notar que alguns estudantes classificaram microrganismos e célula como biomolécula e também alguns equívocos em relação à função: “*DNA separa a genética*”. Ao perguntar sobre os elementos químicos que formam essas macromoléculas compreendeu-se que eles citaram os elementos, porém junto responderam “*fermentação*”. Nesse momento, foi questionado o motivo da palavra fermentação e responderam que não sabiam. Para estimular os estudantes, os educadores precisam utilizar as

dúvidas que porventura surgirem durante uma aula dialogada. Partindo desse pressuposto, eles foram incentivados a pesquisar sobre a situação problema distribuída para cada grupo e se a fermentação era um elemento químico presente na composição das biomoléculas.

Os momentos de problematização desempenham um papel crucial no processo educacional, servindo como a base sobre a qual novos aprendizados são construídos. Ao reconhecer e incorporar os conhecimentos observados durante esses momentos de discussão, os educadores podem personalizar o ensino de maneira mais eficaz, valorizando as vivências e especificidade e conectando novas informações ao que os estudantes já sabem. Foi possível observar lacunas sobre a função das biomoléculas para o bom funcionamento do organismo principalmente relacionado às proteínas. Nessa dinâmica, o jovem constrói sua identidade com o social a que está submetido, em uma perspectiva de contribuir para a sociedade. (Frossard, 2017).

#### 4.3 ETAPA 2 – LEVANTAMENTO DE HIPÓTESES

Nessa aula, os estudantes começaram a abordar a solução para a situação-problema em grupos. Inicialmente, organizaram suas ideias e entregaram as respostas como parte inicial das atividades, o restante da pesquisa foi conduzido fora da sala de aula, visando às futuras apresentações. Embora os grupos tenham sido concisos em suas abordagens, houve intensa discussão entre eles para encontrar a resposta provável para a situação-problema. Alguns grupos necessitaram da orientação da professora para identificar sua biomolécula específica, mas posteriormente assumiram o controle da situação e compreenderam sua importância, além de explorar sua estrutura molecular (Figura 3).

**Figura 3** – Respostas encontradas pelos estudantes para cada situação-problema

<p><b>Essa síndrome está relacionada a qual biomolécula? Qual a importância de se conhecer a importância dela para o organismo?</b></p> <p>“A glicose desempenha um papel fundamental na família dos carboidratos uma classe de biomoléculas essenciais para a vida. Sua importância não pode ser subestimada, pois a glicose serve como principal fonte de energia para todos os organismos, desde microscópicos até humanos”.</p> <p><b>Grupo - Carboidratos</b></p>	<p><b>Os danos causados por esses ácidos afetam qual tipo de biomolécula? Explique sua importância para o organismo?</b></p> <p>“Queratina (Proteína). Fundamental importância para diversos processos do organismo humano, desde a estrutura das células até a imunidade. A queratina dá firmeza, elasticidade e resistência para nossa pele, cabelos e unhas. Simulação da digestão de proteínas (opção1), desnaturação da clara do ovo (opção 2). Precipitação das proteínas do leite (opção 3)”.</p> <p><b>Grupo - Proteínas</b></p>
<p><b>O artigo está relacionado a qual biomolécula? Vocês conhecem outras funções dessas biomoléculas? Explique.</b></p> <p>“Lipídios. Os lipídios também conhecidos como gorduras são uma classe de moléculas biológicas formadas por ácidos graxos e álcool. Apresentam em geral uma coloração esbranquiçada ou amarelada e se destacam por não serem solúveis em água porém dissolverem-se em solventes orgânicos como éter e benzina. Existem 4 tipos principais de lipídios: glicerídeos, cerídeos, fosfolipídios e esteroides. Os lipídios podem ser encontrados em alimentos de origem animal ou vegetal”.</p> <p><b>Grupo - Lipídios</b></p>	<p><b>Vocês sabem a função das biomoléculas no organismo?</b></p> <p>“Os ácidos nucleicos são moléculas formadas por nucleotídeos. O DNA e o RNA são ácidos nucleicos e estão relacionados com a transmissão e tradução da informação genética. Os ácidos nucleicos podem ser definidos como polímeros (macromoléculas formadas a partir de unidades menores) compostos por moléculas conhecidas como nucleotídeos. Os dois ácidos nucleicos existentes são os ácidos desoxirribonucleico (DNA) e o ácido ribonucleico (RNA). Eles são responsáveis por codificar e traduzir as informações que determinam a síntese das várias proteínas encontradas nos seres vivos”.</p> <p><b>Grupo – Ácidos nucleicos</b></p>

Fonte: Elaborado pela autora (2024).

De acordo com Sasseron e Carvalho (2011), contextualizar é trazer a vida cotidiana para dentro da sala de aula, sendo que a valorização dos conhecimentos prévios dos estudantes é parte da alfabetização científica. A contextualização desempenha um papel fundamental no processo de aprendizagem dos estudantes, ao permitir a conexão entre teoria e prática, proporcionando um entendimento mais profundo e significativo dos conteúdos. Relacionar os temas abordados em sala de aula com situações do cotidiano (APÊNDICE D), históricas, trechos de filmes, artigos, doenças ou mesmo com experiências pessoais dos estudantes, cria-se um ambiente de aprendizado mais envolvente.

Além disso, a contextualização amplia a visão dos estudantes, permitindo que compreendam a conexão entre diferentes disciplinas e percebam a importância do aprendizado em sua vida além das paredes da escola. Essa etapa do ensino investigativo segundo Pedaste et

al., (2015) ocorre para aguçar o interesse do estudante e relacionar o tema com a sua realidade na intenção de tornar o conhecimento mais relevante.

Os estudantes do grupo de carboidratos, através da situação problema (APÊNDICE D) conseguiram pesquisar sobre a função das biomoléculas de forma clara e objetiva. Já o grupo de lipídios, descreveram algumas características, mas não explicaram a função no organismo. Nesse momento foi necessária a intervenção da professora em estimular essa pesquisa. O grupo dos ácidos nucleicos apresentaram suas respostas de forma clara e objetiva. Por último, os estudantes responsáveis pelas proteínas responderam resumidamente à situação-problema, porém foi o único grupo que já havia pesquisado alguns experimentos para auxiliar nas suas apresentações. É importante permitir que os estudantes possam realizar a pesquisa na busca de soluções para suas dúvidas e formas de representar suas estruturas e experimentos estimulando a criatividade e protagonismo do estudante. Durante esse momento de pesquisa surgiram algumas dúvidas como por exemplo “*que função os lipídios desempenham no organismo*”, vários questionamentos de como iriam representar sua biomolécula, o grupo de DNA durante a pesquisa deparou-se com o termo nucleotídeo e não sabiam como iriam representar sem conhecer. Todo esse momento de relacionar reportagens, trechos de filmes e assuntos bem voltados para a realidade do estudante foi intencional para estimular o seu interesse sobre o tema. Essa é uma das etapas importantes para o ensino investigativo segundo Pedaste et al., (2015) pois permite ao estudante buscar estratégias para a resolução de problemas.

#### 4.4 ETAPA 3 – CONSTRUÇÃO DOS MODELOS E EXPERIMENTOS NA AULA DE BIOLOGIA E QUÍMICA - MOMENTO INTERDISCIPLINAR

Após o levantamento das hipóteses e a busca pelo conhecimento de cada biomolécula, os estudantes foram orientados a construir os modelos estruturais nas aulas de química e apresentar os experimentos nas aulas de Biologia. Durante esse período interdisciplinar, houve uma intensa interação entre os estudantes, já que, ao criarem a estrutura molecular e discutirem os experimentos, eles se engajaram ativamente no processo de aprendizagem. Ficou evidente a interação entre as disciplinas com a professora de química auxiliando os estudantes na montagem das estruturas moleculares. Esse momento também ofereceu uma oportunidade valiosa para abordar dúvidas que surgiram durante a montagem, consolidando assim a compreensão dos conceitos tanto de biologia quanto de química. Essa abordagem interdisciplinar não apenas enriqueceu a experiência educacional dos estudantes, mas também

demonstrou a aplicação prática e integrada dos conhecimentos adquiridos em diferentes áreas do currículo escolar.

**Figura 4** - Construção de modelos e experimentos



Fonte: Elaborado pela autora (2024).

Ensinar significativamente tem sido uma busca constante dos educadores. Há muitos conteúdos em biologia que são abstratos e que demandam de atividades diversificadas, tornando o ensino mais atrativo e que levam o estudante a construir seu próprio conhecimento.

Quando os estudantes assumem um papel ativo em suas experiências educacionais, habilidades como pensamento crítico, resolução de problemas, colaboração e comunicação são desenvolvidas. Além disso, atividades centradas nos estudantes reconhecem a diversidade de estilos de aprendizagem e necessidades individuais. Isso cria um ambiente de aprendizado mais

inclusivo e estimulante. “O método investigativo possibilita ao estudante, ver, observar, tocar ou acompanhar um processo vivenciado na teoria em sala de aula, a construção de um conceito científico se fortalece em evidências que ele mesmo acompanhou e/ou desenvolveu” (Barbosa e Oliveira, 2015, p.6).

Em estudo realizado por Lima e Garcia, (2011) observou-se que os estudantes consideram aulas práticas como facilitadoras da aprendizagem, por colocarem o estudante na posição de investigador, de forma que o possibilita construir seus conhecimentos e tirar conclusões. Afirmam ainda que essas práticas tornam as experiências marcantes.

#### 4.5 ETAPA 4 – APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

Cada grupo apresentou a sua biomolécula, enfatizando a função, a estrutura e realizando o experimento pesquisado pelo grupo. Alguns trechos das apresentações estão transcritos nos resultados desse momento em cada um dos grupos.

O grupo de lipídios (Figura 5) apresentou a estrutura molecular confeccionada por eles com a utilização de bolinhas de isopor pintadas com tinta guache e arames. Escreveram as legendas e descrições e colaram na base da estrutura. Utilizaram palitos de picolé para fixar as plaquinhas identificando os ácidos graxos saturados e insaturados. Descobriram a biomolécula que se relacionava com a situação problema (APÊNDICE D) sobre obesidade. Explicaram que os lipídios: *“são grupos de moléculas orgânicas que incluem gorduras, óleos, fosfolipídios e esteroides. São caracterizados por sua insolubilidade em água. Desempenham várias funções no organismo como reserva de energia, isolamento térmico, estrutural, proteção dos órgãos. Existem dois tipos de lipídios, os saturados geralmente são de origem animal e os insaturados são de origem vegetal”*. Realizaram o seguinte experimento para demonstrar a insolubilidade do lipídio na água. Os estudantes observaram que nessa mistura o óleo fica na parte de cima por ter densidade menor que da água e que por não se misturar na água é classificado como hidrofóbico.

Experimento: Lipídeos

##### **Materiais**

- Tubos de ensaio
- Óleo,
- Água

##### **Métodos**

Em um tubo de ensaio foram adicionados 25 mL de água e 25 mL de óleo. Agitou-se o tubo e demonstrou-se que não aconteceu mistura devido ao óleo ser apolar.

**Figura 5** - Apresentação do grupo de Lipídios



Fonte: Elaborado pela autora (2024).

O grupo de proteínas (Figura 6) ao apresentar a sua pesquisa explicou a situação-problema (APÊNDICE D) relacionando-a com a biomolécula. Ela estava se referindo aos alisantes ácidos dos cabelos. Em seguida apresentaram: “São formados por agrupamentos de aminoácidos via ligações peptídicas e se organizam no organismo em diferentes estruturas afim de desempenhar diferentes funções. As proteínas são responsáveis pela defesa do organismo, contração e relaxamento muscular, nutrição de tecidos, dentre outras funções”. O experimento realizado pelo grupo foi sobre a desnaturação da proteína e está descrito a seguir:

#### **Materiais**

- 1 ovo
- 30 mL de suco de limão
- 1 copo descartável

- Leite
- Álcool 70%
- Recipiente de plástico

### Métodos

Colocar o ovo no recipiente, adicionar 50 mL de álcool. Esperar uns 10 min e observar.

Colocar o leite em outro recipiente e adicionar 30 mL de suco de limão. Esperar 10 min e observar. Ambos modificam a estrutura da proteína pelo processo de desnaturação. A proteína albumina presente na clara do ovo e a proteína caseína presente no leite foram desnaturadas.

**Figura 6** - Apresentação do grupo de Proteínas



Fonte: Elaborado pela autora (2024).

O grupo dos carboidratos (Figura 7) escolheu como representante a molécula de glicose, pois ela, de acordo com eles, se relacionava à situação problema (APÊNDICE D) que se referia a Diabetes. Fizeram uma legenda na estrutura representando os átomos de carbono, oxigênio e hidrogênio. Começaram a apresentação com uma pergunta: *“Qual a importância da glicose? Sua importância não pode ser subestimada, pois serve como fonte de energia para quase todos os organismos. O carbono é essencial para a vida, é importante no processo de respiração e*

*produção de energia na célula. Ele compõe a maior parte da atmosfera e desempenha um papel importante na química da vida. O hidrogênio é o elemento mais simples e abundante no universo”.*

**Figura 7** - Apresentação do grupo de Carboidratos



Fonte: Elaborado pela autora (2024).

Um dos experimentos pesquisados pelo grupo foi feito para demonstrar parte do processo de digestão dos carboidratos utilizando amido, solução de iodo e saliva. O outro experimento demonstrou a presença ou não de carboidrato em alguns alimentos como arroz, batata, pipoca e pão, utilizando iodo. Por motivo de falta justificada do estudante responsável por levar os ingredientes, não foi possível realizar a prática no dia da apresentação.

#### **Experimento: Presença de amido nos alimentos**

##### **Materiais**

- Iodo
- Alimentos como batata, arroz, pipoca, pão.

- 4 placas de Petri de plástico, de vidro ou algum recipiente que seja possível ver a diferença na coloração.

### **Métodos**

Colocar cada um dos alimentos em uma placa de petri.

Adicionar uma ou 2 gotas de iodo aos alimentos e observe a mudança na coloração.

Se a tonalidade ficar azul escuro quase preto é devido a presença de carboidrato nos alimentos.

Isso acontece pois ocorre um complexo entre iodo e uma parte do amido denominada amilose (unidades de glicose unidas por ligações glicosídicas) que permite a entrada desse iodo modificando a tonalidade natural da mistura água + iodo que é um marrom acobreado.

### **Processo de digestão dos carboidratos:**

#### **Materiais**

- 2 Béqueres ou recipientes de plástico que permita visualizar a mudança.
- Iodo
- Amido

#### **Métodos**

Em 1 béquer adicionar amido, água e iodo. No outro béquer ou recipiente de plástico transparente faça a mesma mistura e adicione a saliva. Após mexer e esperar uns 5 minutos é possível observar uma coloração mais clara no béquer com saliva. A enzima presente na saliva, a amilase salivar dissolve parcialmente os carboidratos convertendo-os em monossacarídeos (açúcares menores).

Na apresentação do grupo sobre ácidos nucleicos, os estudantes destacaram a importância e complexidade dessas moléculas essenciais. Iniciaram com uma breve descrição do DNA (Figura 8):” Hoje vamos apresentar para vocês os ácidos nucleicos. Escolhemos o DNA para representar. Ele apresenta 4 bases nitrogenadas, timina, adenina, guanina e citosina. Ele é uma dupla hélice espiralada. Sua principal função no organismo é armazenar toda a informação genética da célula”. O experimento realizado foi da extração do DNA da saliva:

#### **Materiais**

- 2 béqueres
- 1 copo descartável
- 1 bastão ou colher
- 600 mL de água

- Álcool gelado
- Detergente neutro
- Sal.

### Métodos

Adicionar 400 ml de água em um dos béqueres e uma colher de sal que funciona para quebrar a membrana celular e misturar até a completa homogeneização. Adicionar 3 colheres da mistura no copo e fazer o bochecho por aproximadamente 1 minuto. Despejar o conteúdo em outro béquer e adicionar uma gota de detergente neutro que irá auxiliar nessa quebra da membrana. Misturar levemente com o bastão ou colher. Logo após adicionar 1/2 copo de álcool gelado. Aguardar 3 minutos. O álcool gelado em solução salina proporciona uma solução heterogênea e faz com que as moléculas de DNA possam se aglutinar formando uma massa filamentososa e esbranquiçada. Com esse experimento os estudantes conseguiram observar a presença do DNA e separá-lo de forma rápida e prática. A extração do DNA é importante em aplicações genéticas, diagnósticos clínicos dentre outras.

**Figura 8** - Apresentação do grupo de Ácidos Nucleicos



Fonte: Elaborado pela autora (2024).

As apresentações finais representaram o culminar de todo esse processo de aprendizagem, proporcionando uma oportunidade valiosa para avaliar não apenas o conhecimento científico adquirido pelos estudantes, mas também sua capacidade de trabalhar em equipe, organizar suas ideias e comunicar efetivamente suas descobertas. Como destacado por Camargo (2018), essa etapa enfatiza a importância de metodologias que não apenas estimulem a participação dos estudantes durante as aulas, mas também os capacita-los a assumir o protagonismo em sua própria educação.

Ao refletir sobre as apresentações, ficou evidente que os estudantes demonstraram um bom nível de engajamento e compreensão dos conceitos abordados (Quadro 5), refletindo o significado e a relevância das atividades pedagógicas realizadas ao longo do processo. Essa abordagem pedagógica, centrada no aluno e na promoção da interdisciplinaridade, não apenas fortalece o aprendizado dos conteúdos curriculares, mas também prepara os estudantes para serem aprendizes autônomos e ativos em seu próprio processo educacional.

**Quadro 5** – Trechos transcritos das apresentações relatando sobre as funções e estrutura de lipídios, proteínas, carboidratos e ácidos nucleicos (DNA), respectivamente

TEMAS	TRECHOS TRANSCRITOS DAS APRESENTAÇÕES
<b>FUNÇÃO</b>	<p>— “[...]lipídios desempenham várias funções no organismo como reserva de energia, isolamento térmico e estrutural[...].”</p> <p>— “[...]proteínas são responsáveis pela defesa do organismo, contração e relaxamento muscular, dentre outros [...].”</p> <p>— “[...]carboidratos desempenha um papel importante na produção de energia e é formado por hidrogênio que desempenha um papel importante na química da vida[...].”</p> <p>— “[...]A principal função do DNA é armazenar toda informação genética da célula [...].”</p>
<b>ESTRUTURA</b>	<p>— “[...]São moléculas orgânicas, insolúveis em água e podem ser saturadas e insaturadas [...].”</p> <p>— “[...]São agrupamentos de aminoácidos via ligações peptídicas e se organizam em diferentes estruturas afim de desempenhar diferentes funções[...].”</p> <p>— “[...]São formados por carbono, hidrogênio e oxigênio. O Hidrogênio é o elemento mais simples e abundante do universo[...].”</p> <p>— “[...]É formado por uma dupla hélice e apresenta 4 bases nitrogenadas: timina, citosina, adenina e guanina [...].”</p>

Fonte: Elaborado pela autora (2024).

Todos os materiais foram adquiridos por financiamento próprio, como jalecos, toucas, luvas, placa de petri, béquer, erlenmeyer, óculos e tubos de ensaio. Os materiais utilizados nos experimentos ficaram para a escola na intenção que as atividades possam ser reaplicadas para outras turmas e outros professores possam utilizar para realização de experimentos em sala de aula.

**Figura 9** - Materiais utilizados nos experimentos

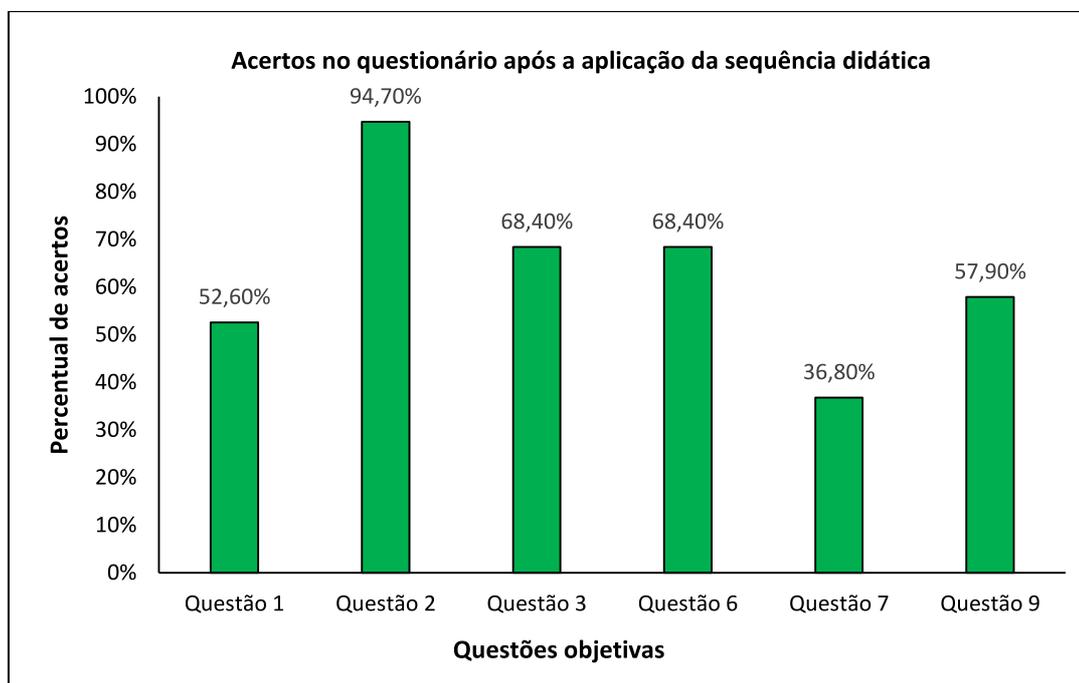


Fonte: Elaborado pela autora (2024).

#### 4.6 REAPLICAÇÃO DO QUESTIONÁRIO DE CONHECIMENTOS PRÉVIOS APÓS O DESENVOLVIMENTO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA.

Após a implementação da sequência didática, o questionário foi reaplicado, procedeu-se à análise dos resultados obtidos nas questões objetivas dos participantes. Conforme apresentado no gráfico 5, observou-se um notável aumento nos índices de acertos em algumas questões se comparados aos registros anteriores à intervenção pedagógica. O gráfico 2, ilustra de forma clara e objetiva o resultado alcançado pelos estudantes após a realização das atividades planejadas.

**Gráfico 2** - Percentual de acertos nas questões objetivas após a aplicação da sequência didática



Fonte: Elaborado pela autora (2024).

Através da análise das respostas (Quadro 6) relacionadas à questão 4, do questionário aplicado após a sequência didática, foi possível observar a construção de conhecimento sobre as enzimas quando 14 dos 19 estudantes responderam com exatidão a pergunta, ressaltando que: *“Enzimas são proteínas e aceleram reações químicas”*.

**Quadro 6**- Classificação da questão 4 discursiva após a aplicação da sequência didática

QUESTÃO 4			
“Explique a função das enzimas no processo de digestão. O que são enzimas?”			
Categorias	Chave de resposta	Frequência	Respostas dos Estudantes
Satisfatória	Quebram moléculas para facilitar a digestão. São proteínas que catalisam (aceleram) reações químicas.	14	<ul style="list-style-type: none"> <li>— <i>“Elas aceleram reações químicas”</i>.</li> <li>— <i>“As enzimas aceleram as reações químicas fazendo acelerar o processo de digestão”</i>.</li> <li>— <i>“As enzimas são substâncias que aceleram as reações químicas, ajudando assim em quebras de moléculas”</i>.</li> <li>— <i>“são substâncias que aceleram as reações químicas”</i>.</li> </ul>

			<p>— “Eu acho que são proteínas controlando a velocidade e a regularidade das ações que ocorrem no organismo”.</p> <p>— “Enzimas são proteínas controlando a velocidade e regulando as reações que ocorrem no organismo”.</p> <p>— “Enzimas digestivas servem para digerir os alimentos são proteínas e aceleram as reações químicas”.</p> <p>— “Aceleram as reações”.</p> <p>— “Proteínas que aceleram as reações químicas”.</p> <p>— “Aceleram as reações químicas do corpo, ou seja, as enzimas são responsáveis pela aceleração do processo digestivo”.</p> <p>— “Aceleram reações químicas”.</p> <p>— “São estruturas que aceleram reações”.</p> <p>— “Serve para acelerar as reações químicas”.</p> <p>— “Aceleram as reações químicas e são proteínas”.</p> <p>— “São proteínas e aceleram as reações químicas”.</p>
<b>Intermediária</b>	São moléculas químicas presentes no nosso corpo.	1	<p>— “A função das enzimas é quebrar os carboidratos em partículas menores para a digestão”.</p>
<b>Insatisfatória</b>	Enzimas são gorduras	4	<p>— “São ácidos que ajudam na digestão. Esses ácidos quebram as proteínas do alimento e ajudam para a digestão do alimento no corpo”.</p> <p>— “Enzimas são como proteínas liberados pelo estômago ou pelos ácidos da saliva que afetam tudo o que comemos para facilitação do processo de digestão, ajudando a tirar proteínas e carboidratos dos alimentos para distribuir para o corpo”.</p> <p>— “Responsável por quebrar moléculas de carboidratos, proteínas e gorduras com facilidade, para facilitar a absorção de nutrientes pelo intestino”.</p>

Na questão 5, após a realização das atividades práticas investigativas houve um aumento de 2 respostas satisfatórias (Quadro 7) quando comparado ao questionário aplicado antes da sequência didática. Analisando as respostas dos estudantes, observou-se que houve uma compreensão de que carboidratos são compostos orgânicos, em quais alimentos eles são encontrados e que são a nossa principal fonte de energia: “São compostos orgânicos presentes em alimentos como frutas, legumes, cereais, são compostos por açúcares simples ou complexos”. “São fontes de energia para o corpo”. Mesmo com o aumento de apenas 2 respostas a mais, classificadas como satisfatória, foi possível notar uma melhoria no vocabulário dos estudantes em relação às respostas antes da aplicação da sequência didática, “Além de nos dar energia ao serem transformados em açúcares quando comemos. Porém, em excesso podem causar diabete”.

**Quadro 7** - Classificação da questão 5 discursiva após a aplicação da sequência didática

QUESTÃO 5			
“Você sabe qual é a função dos carboidratos em nosso organismo? Explique”			
Classificação	Chave de resposta	Frequência	Respostas dos Estudantes
Satisfatória	São importantes fontes de energia para nosso corpo.	12	<ul style="list-style-type: none"> <li>— “São fontes de energia”.</li> <li>— “Os carboidratos servem para a produção de energia no organismo”.</li> <li>— “A principal função é de energia para o corpo”.</li> <li>— “Além de nos dar energia pois são transformados em açúcares quando comemos. Porém em excesso podem causar diabetes”.</li> <li>— “a função do carboidrato é dar energia para o corpo”.</li> <li>— “São fontes de energia”.</li> <li>— “Os carboidratos são utilizados pela molécula para a produção de ATP”.</li> <li>— “São compostos orgânicos presentes em alimentos como frutas, legumes, cereais, são compostos por açúcares simples ou complexos”.</li> <li>— “São fontes de energia para o corpo”.</li> <li>— “Para compor os nutrientes para permanecermos vivos”.</li> <li>— “Produção de energia”.</li> <li>— “São fontes de energia para o corpo”.</li> </ul>

<b>Intermediária</b>	São moléculas formadas por carbono.	3	<p>— “Transformar os alimentos em açúcar”.</p> <p>— “Eles contêm energia e a espalha no corpo, ajuda com células importantes pro organismo”.</p> <p>— “Para um balanceamento no organismo”.</p>
<b>Insatisfatória</b>	Carboidratos são enzimas.	4	<p>— “Os carboidratos são responsáveis pela gordura corporal, mas também por nos proporcionar músculos graças a alguns carboidratos saudáveis como batata doce”.</p> <p>— “São substâncias químicas”.</p> <p>2 respostas em branco</p>

Fonte: Elaborado pela autora (2024).

Ao observar as respostas dos estudantes após a aplicação da sequência didática (Quadro 8) é possível constatar que em relação às modificações no DNA, os estudantes continuaram apresentando 7 respostas consideradas satisfatórias. A questão discursiva leva o educador a realizar inferências e valorizar os conhecimentos adquiridos ao longo do processo. Ainda que tenha permanecido inalterada o número de questões satisfatórias, as respostas apresentadas em sua maioria apresentam características assertivas que devem ser consideradas no processo de aprendizagem: “As alterações podem desenvolver problemas físicos ou doenças cerebrais”, “Todas as estruturas são únicas”, “Cada parte do DNA tem uma função”.

**Quadro 8** - Classificação da questão 8 discursiva após a aplicação da sequência didática

<b>QUESTÃO 8</b>			
<b>“Você acha que alterações na estrutura do DNA podem afetar sua função? Explique”</b>			
<b>Classificação</b>	<b>Chave de resposta</b>	<b>Frequência</b>	<b>Respostas dos Estudantes</b>
<b>SATISFATÓRIA</b>	Sim. Algumas mutações ou modificações podem afetar a função do DNA.	7	<p>— “Sim. Cada mudança no DNA afeta na pele, cabelo, olhos”.</p> <p>— “Sim. Podemos desenvolver problemas físicos e/ou doenças cerebrais como mal funcionamento do corpo”.</p> <p>— “Sim. Todas as estruturas são únicas, se as mudar o ser em posse do DNA vai se alterar”.</p>

			<p>— “<i>Sim pois cada parte do DNA tem uma função diferente</i>”.</p> <p>— “<i>Sim pois cada parte de DNA tem uma função diferente e se retirados pode alterar a cor da pele, dos olhos, seu tamanho, em geral a estrutura do corpo</i>”.</p> <p>— “<i>Com certeza pelo fato do DNA ser um tipo de ácido nucleico que é responsável pela informação genética do corpo</i>”.</p> <p>— “<i>Sim mudanças no DNA podem afetar as informações genéticas</i>”.</p>
<b>INTERMEDIÁRIA</b>	Sim. Sem explicações.	7	<p>— “<i>Sim</i>”.</p> <p>— “<i>Sim</i>”.</p> <p>— “<i>Sim, como pode ocorrer mudanças nos cromossomos, gerando a síndrome de Down, por exemplo</i>”.</p> <p>— “<i>Sim, pois as setas de proteínas no DNA são o que formam nossas características, se modificadas, alteram assim os cromossomos, afetando sua função pois armazenam e transmitem a informação genética</i>”.</p> <p>— “<i>Pode afetar aparência física</i>”.</p> <p>— “<i>Sim pois cada DNA é diferente onde está o código genético, ou seja todas as características físicas</i>”.</p> <p>— “<i>Sim porque o nosso DNA é como se fosse um programa se mudar qualquer coisa da errado</i>”.</p>
<b>INSATISFATÓRIA</b>	Não. Sem explicações.	5	<p>— “<i>Não</i>”.</p> <p>— “<i>Depende do sujeito e de sua genética</i>”.</p> <p>— “<i>Depende da situação talvez possa alterar alguma coordenação motora ou até mental</i>”.</p> <p>2 respostas em branco</p>

Fonte: Elaborado pela autora (2024).

Porém foi possível notar pelas respostas classificadas nos quadros acima que houve uma melhoria no vocabulário científico dos estudantes: “*Sim. Podemos desenvolver problemas físicos e/ou doenças cerebrais como mal funcionamento do corpo*”. “*Sim mudanças no DNA podem afetar as informações genéticas*”.

#### 4.7 - REGISTRO DOS ESTUDANTES SOBRE AS ATIVIDADES

Após as apresentações, os participantes foram convidados a preencher novamente o questionário, com o intuito de coletar dados referentes às atividades desenvolvidas. Além disso, ao final das questões discursivas, os estudantes registraram alguns comentários sobre o que acharam das atividades realizadas (Figura 10).

**Figura 10** - Registros dos estudantes sobre as atividades desenvolvidas

<p>—“<i>Imagens: aula boa para conceituar o que os alunos sabem ou possuem em mente</i>”.</p> <p>-“<i>Questionário: foram fundamentais para acentuar o entendimento dos alunos</i>”.</p> <p>- <i>Construção: “os alunos souberam identificar e fazer parte de suas situações problema”.</i></p> <p><i>Apresentação: “todos que apresentaram souberam passar o tema aos demais”.</i></p> <p><i>“Ao todo as propostas foram boas”.</i></p> <p style="text-align: center;"><b>Aluno 1</b></p>	<p>—“<i>Eu achei que foi uma experiência extremamente útil pois conseguimos saber o quanto aprendemos com todas essas atividades. Aprendemos a importância e o funcionamento das biomoléculas e querendo ou não vai nos ajudar para entender o funcionamento do nosso corpo e nossa alimentação</i>”.</p> <p style="text-align: center;"><b>Aluno 2</b></p>
<p>—“<i>Achei a atividade útil pois melhorou os meus conhecimentos sobre o assunto e o experimento foi uma boa ideia para incentivar a pesquisa</i>”.</p> <p style="text-align: center;"><b>Aluno 3</b></p>	<p>—“<i>Eu consegui aprender com as imagens, com o questionário eu não aprendi</i>”.</p> <p><i>“Com a construção dos modelos, experimentos e situação problema eu consegui aprender e achei legal”.</i></p> <p><i>“Gostei da experimentação”.</i></p> <p style="text-align: center;"><b>Aluno 4</b></p>

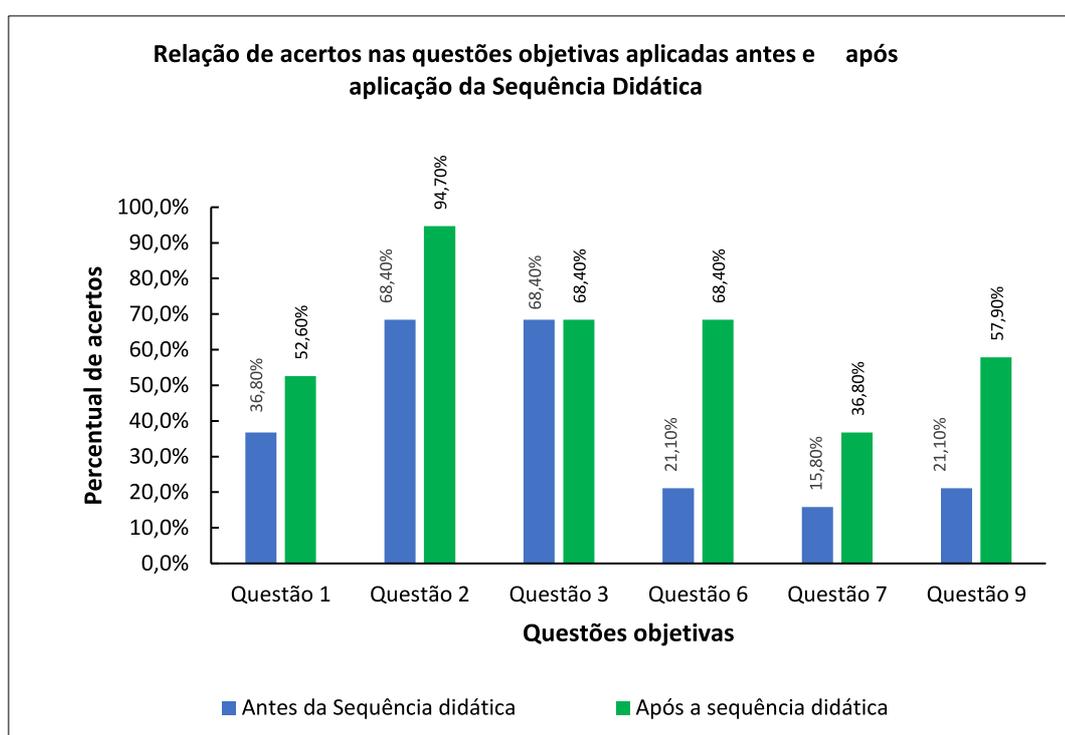
Fonte: Elaborado pela autora (2024).

Observa-se que apesar de alguns estudantes terem relatado que não aprenderam com o questionário, a intenção principal do estudo foi alcançada, pois promoveu o engajamento dos estudantes, e uma melhoria no vocabulário científico após a aplicação da sequência didática.

#### 4.8 COMPARAÇÕES DOS RESULTADOS

A sequência didática foi desenvolvida com o intuito de aprimorar o desempenho dos estudantes sobre biomoléculas. O gráfico 3, ilustra a comparação entre os resultados obtidos antes da intervenção e após a conclusão da sequência didática nas questões objetivas. Esta análise comparativa é fundamental para avaliar a eficácia das estratégias pedagógicas empregadas e seu impacto no aprendizado dos estudantes.

**Gráfico 3** – Percentual de acertos nas questões objetivas do questionário aplicado antes da sequência didática



Fonte: Elaborado pela autora (2024).

A avaliação do ganho normalizado de aprendizagem ( $g$ ) foi realizada a partir da equação proposta por Hake (1998), por ela é possível avaliar o quanto a turma no processo de aprendizagem progrediram na compreensão de determinado tópico. O  $g$  é categorizado em três classes: baixo ( $g < 0,30$ ), médio ( $0,30 \leq g < 0,70$ ) e alto ( $g \geq 0,70$ ) e é definido pela equação:

$$g = \frac{\% \text{ pós} - \% \text{ pré}}{100 - \% \text{ pré}}$$

% pós = percentual de acertos do estudante após a aplicação da sequência didática.

% pré = percentual de acertos do estudante antes da aplicação da sequência didática.

A primeira questão explorava o tema dos lipídios, com foco especial em sua estrutura molecular. Para fornecer suporte visual aos estudantes, foi exibida uma imagem do livro "Princípios de Bioquímica de Lehninger", seguida pelo questionamento sobre os diferentes tipos de esteroides. Notavelmente, observou-se um ganho baixo na aprendizagem da turma comprovado pela equação de Hake com  $g = 0,25$ . Este resultado sugere que ainda são necessárias intervenções sobre os conceitos relacionados aos lipídios.

O desfecho da segunda questão ressalta um ganho alto sobre a relevância do ômega 3 para a saúde, pois o  $g = 0,83$ . Os estudantes ingressam no ambiente de aprendizagem munidos de conhecimentos e informações provenientes de diversas fontes tecnológicas, constituindo um repertório valioso a ser explorado pelo docente. Nesse contexto, diante da multiplicidade dos meios de comunicação e informação na sociedade contemporânea, percebe-se uma necessidade de repensar o ambiente de ensino convencional, que se baseia na tradicional sala de aula com lousa e giz (Libâneo, 2011).

A questão 3 vem demonstrar que 68,4% dos estudantes já apresentavam algum conhecimento sobre lipídeos, porém, com o decorrer das atividades, durante as apresentações, foi possível notar que alguns estudantes não compreendiam essa relação com sua estrutura. Durante as apresentações foi possível realizar as intervenções para auxiliar nessa lacuna. De acordo com a equação realizado o ganho na aprendizagem dos estudantes nessa questão não se alterou.

A partir das respostas obtidas na questão de número 6, foi possível notar um ganho médio na compreensão da estrutura dos carboidratos com  $g = 0,59$ . Isso ficou enfatizado na imagem da estrutura montada pelos estudantes do grupo de carboidratos durante as suas apresentações.

Na questão 7, abordando as funções dos carboidratos, ficou classificada como baixo ganho na aprendizagem com resultado de  $g = 0,25$ . Destaca-se que, por meio das questões discursivas, tornou-se evidente que os estudantes reconheciam os carboidratos como açúcares, porém sem compreender plenamente sua importância para além de serem apenas fontes de energia.

Quanto à questão número 9, constatou-se um ganho médio com  $g = 0,46$ . A maioria demonstrou desconhecimento sobre esse aspecto fundamental e antes da aplicação da sequência didática não compreendia sua relevância nos processos de transmissão de informações genéticas.

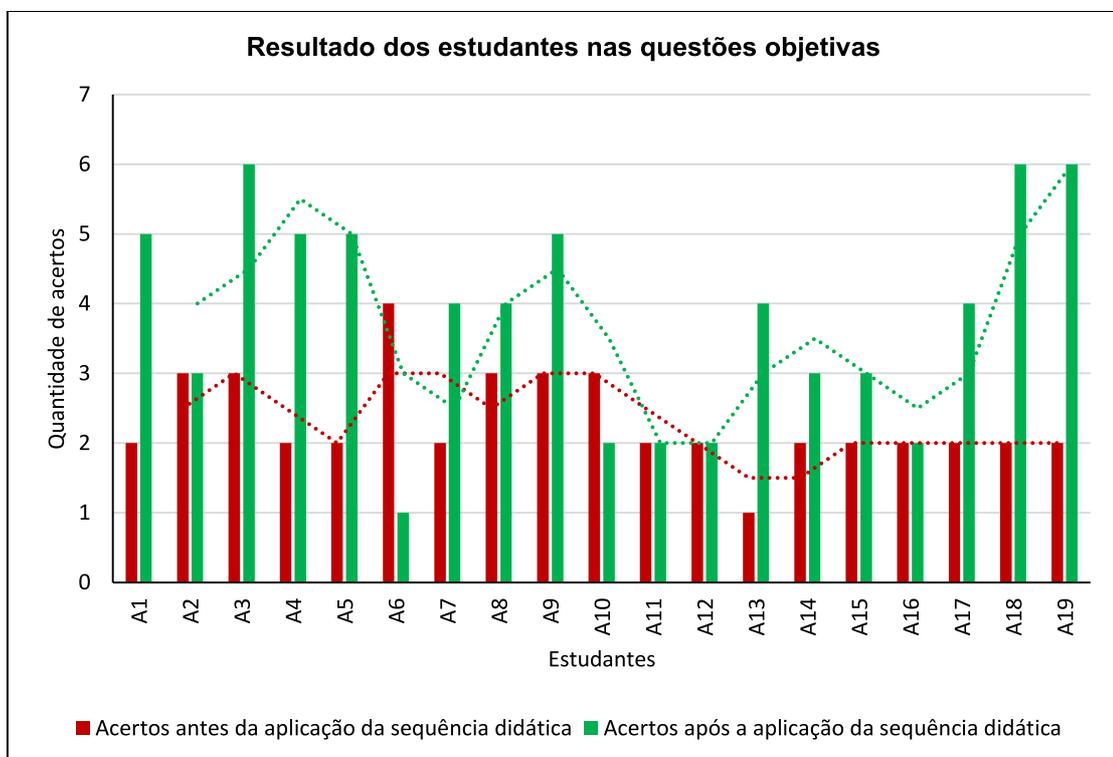
Os resultados (Gráfico 3), baseados na equação de Hake (1998) revelaram um aumento significativo no desempenho dos estudantes. Houve um aumento no ganho de aprendizagem

nas questões 2, 6 e 9. Na questão 3 não alterou e as únicas que ficaram com rendimento baixo foram a questão 2 e 7. Estes resultados indicam uma melhora notável no conhecimento e na assimilação do conteúdo por parte dos estudantes após a aplicação das atividades na maioria das questões.

Por meio das respostas individuais de cada estudante, identificados no gráfico 4, com letras e números (por exemplo, A1), adotando essa convenção para preservar o anonimato dos participantes, foi possível observar um aumento na proporção de respostas corretas após a implementação da sequência didática, exceto no caso de A6. Antes da aplicação da intervenção, os estudantes, em média, acertavam entre 2 e 3 questões, enquanto após a implementação, esse índice médio aumentou para 4 a 5 acertos, de um total de 6 perguntas objetivas.

Dos 19 participantes envolvidos nas atividades, 14 alcançaram 3 acertos ou mais, considerando o total de 6 questões objetivas e somente 5 estudantes registraram um índice de acertos igual ou inferior a 2. Dessa forma, observa-se que a maioria dos estudantes acertou ao menos a metade das questões após a implementação da sequência didática.

**Gráfico 4** – Percentual de acertos nas questões objetivas após a aplicação da sequência didática



Fonte: Elaborado pela autora (2024).

Foi aplicada uma análise estatística para esses dados que consistiu inicialmente de um teste de normalidade por meio do Shapiro-Wilk, que obteve o resultado de  $p=0,181$  e por ser um valor pequeno sugere que os dados não apresentam distribuição normal. Posteriormente foi realizado o teste não paramétrico de Wilcoxon a fim de determinar se houve diferença entre os acertos antes e após a aplicação da sequência didática. Para a realização dos testes mencionados anteriormente, utilizamos o software estatístico Jamovi. Os resultados obtidos demonstram um aumento na média por estudantes, nas questões objetivas, que saltou de aproximadamente 2 acertos para 4 acertos após a aplicação da sequência didática (Tabela 1).

**Tabela 1** – Teste estatístico dos resultados por estudantes antes e após a aplicação da sequência didática

Estatística Descritiva		
	Acertos antes da aplicação da sequência	Acertos após a aplicação da sequência
N	19	19
Média	2.32	3.79
Mediana	2	4
Desvio-padrão	0.671	1.55
Mínimo	1	1
Máximo	4	6
25º percentil	2.00	2.50
50º percentil	2.00	4.00
75º percentil	3.00	5.00

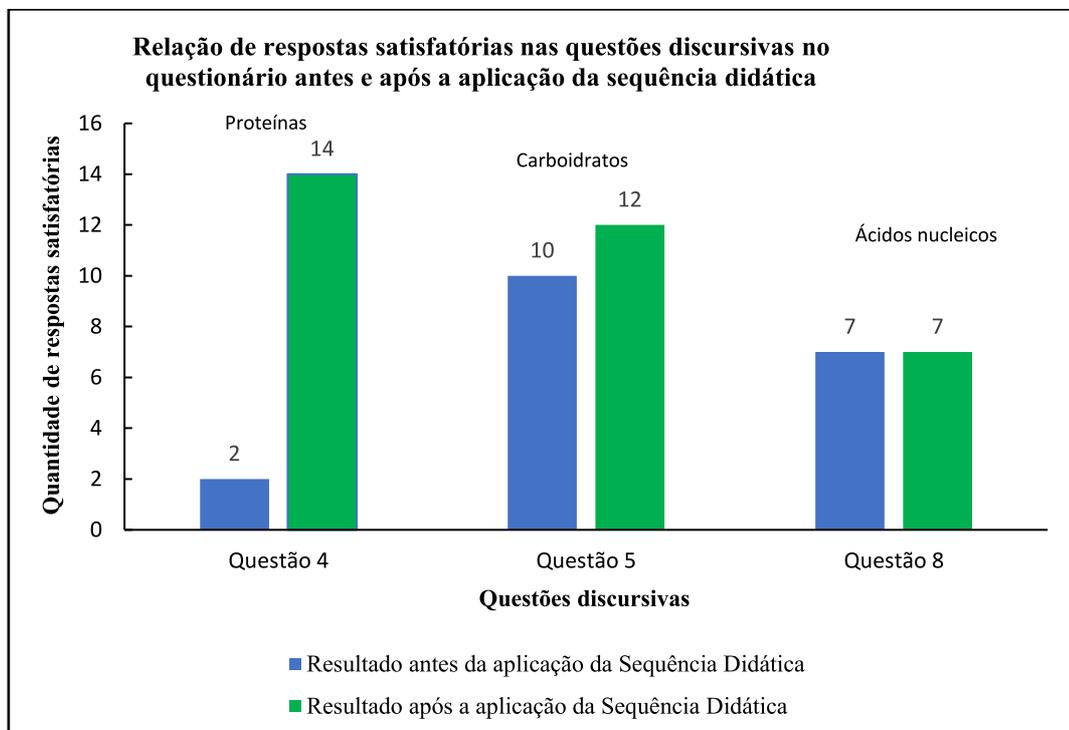
Fonte: Elaborado pela autora (2024).

Ao analisar questões com variações significativas nos índices de acerto, é crucial considerar a formulação da questão e o nível de familiaridade dos participantes com o conteúdo abordado. Uma análise mais detalhada das questões discursivas, conforme apresentado no Gráfico 3, revela alguns padrões interessantes. Por exemplo, na pergunta 4, que tratava de enzimas, um termo não tão frequente no vocabulário cotidiano dos participantes, observou-se um desconhecimento inicial sobre o assunto: “São necessários para segurar os nutrientes”, “São necessárias para separar os nutrientes do que foi ingerido da outra substância”, “Enzimas ajuda a ingerir a comida e diminuir a gordura”. No entanto, ao longo das atividades, conforme evidenciado pelos discursos transcritos: “São agrupamentos de aminoácidos via ligações peptídicas e se organizam em diferentes estruturas afim de desempenhar diferentes

funções”, “*Proteínas são responsáveis pela defesa do organismo, contração e relaxamento muscular, dentre outros*”, os estudantes adquiriram um entendimento mais sólido do tema.

Em contraste, na questão 5, relacionada aos carboidratos, termo mais familiar aos estudantes, a diferença nos índices de acerto após a sequência didática foi menos pronunciada. Quanto à questão 8, que abordava um assunto menos conhecido pelos estudantes, notou-se uma manutenção nos níveis de respostas satisfatórias, apesar de se tratar de uma pergunta mais complexa. No entanto, após a realização das atividades investigativas práticas, observou-se uma melhoria na elaboração das respostas: “*Com certeza pelo fato do DNA ser um tipo de ácido nucleico que é responsável pela informação genética do corpo*”, “*Podemos desenvolver problemas físicos e/ou doenças cerebrais como mal funcionamento do corpo*”, “*Todas as estruturas são únicas e se mudar o ser em posse do DNA vai se alterar*”, evidenciando uma maior organização de ideias e argumentações além da aquisição de um vocabulário científico mais robusto.

**Gráfico 5** – Questões discursivas satisfatórias antes e após a aplicação da sequência didática



Fonte: Elaborado pela autora (2024).

Antes da aplicação das atividades percebia-se que os estudantes pouco associavam o conteúdo com a realidade cotidiana isso se comprova pelas anotações realizadas por eles e categorizadas no quadro 9. O critério utilizado para selecionar as respostas após o teste de conhecimentos prévios e após as apresentações foi baseado em Bardin, (2011), com categorização a posteriori elaborada pela autora depois das etapas de análise e tratamento dos dados. A progressão das atividades permitiu uma construção gradual do conhecimento iniciando com a busca pela resolução de uma situação problema até aplicações experimentais e práticas promovendo uma compreensão mais ampla sobre biomoléculas.

Observou-se que os estudantes desenvolveram habilidades de análise crítica ao apresentar as biomoléculas e as respostas da situação problema por meio da aplicação prática do conhecimento nos experimentos e modelos moleculares. Alguns grupos conseguiram diferenciar ligações saturadas e insaturadas nos lipídios relacionando ao estado físico na temperatura ambiente. Por meio do discurso transcrito das apresentações foi possível observar palavras e conceitos científicos relacionados com a estrutura e função das biomoléculas como: *“formado por uma dupla hélice, insolúveis em água, função de isolamento térmico, ligações peptídicas, armazenar informações genéticas, são responsáveis pela contração e relaxamento muscular”*. Também foi possível observar essa melhoria do vocabulário e aumento no índice de respostas satisfatórias e acertos no resultado do questionário aplicado após a realização da sequência didática investigativa.

As atividades desenvolvidas proporcionaram uma abordagem envolvente e abrangente sobre biomoléculas promovendo além de conhecimento teórico desenvolvimento de habilidades práticas e a compreensão da função das biomoléculas. Esses resultados corroboram com Soares e Baiotto (2015), quando enfatiza que as aulas práticas podem auxiliar no desempenho dos estudantes e, quando elas têm como objetivo a investigação, permitindo ao estudante ser protagonista, o desempenho é ainda melhor. Todas as atividades são de baixo custo e fácil acesso e podem ser desenvolvidas nas diversas realidades escolares.

**Quadro 9** - Respostas discursivas separadas por categorias, relatando sobre as funções e estrutura de lipídios, carboidratos, proteínas e ácidos nucleicos respectivamente

FUNÇÃO DAS BIOMOLÉCULAS NO ORGANISMO		
TEMAS	CONHECIMENTOS PRÉVIOS	APRESENTAÇÕES

LIPÍDEOS	<i>“Lipídios formação de estruturas”</i>	<i>“Lipídios desempenham várias funções no organismo como reserva de energia, isolamento térmico e estrutural”</i>
CARBOIDRATOS	<i>“Glicose regula o açúcar do corpo” “Fornecimento de energia para o corpo”</i>	<i>“Carboidratos desempenha um papel importante na produção de energia e é formado por hidrogênio que desempenha um papel importante na química da vida”</i>
PROTEÍNAS	<i>“Proteína é fundamental para diversos processos no organismo” “Queratina dá firmeza, elasticidade e resistência para nossa pele”</i>	<i>“Proteínas são responsáveis pela defesa do organismo, contração e relaxamento muscular, dentre outros”</i>
ÁCIDOS NUCLÉICOS	<i>“DNA genes de um ser vivo” “DNA separa a genética” “DNA e RNA estão relacionados com a transmissão e tradução da informação genética”</i>	<i>“A principal função do DNA é armazenar toda informação genética da célula”</i>
<b>ESTRUTURA DAS BIOMOLÉCULAS</b>		
LIPÍDEOS	<i>Hidrogênio”</i>	<i>“São moléculas orgânicas, insolúveis em água e podem ser saturadas e insaturadas”</i>
CARBOIDRATOS	<i>“Glicose pertence à família dos carboidratos”</i>	<i>“São formados por carbono, hidrogênio e oxigênio. O Hidrogênio é o elemento mais simples e abundante do universo”</i>
PROTEÍNAS	<i>“Oxigênio”</i>	<i>“São agrupamentos de aminoácidos via ligações peptídicas e se organizam em diferentes estruturas afim de desempenhar diferentes funções”</i>
ÁCIDOS NUCLÉICOS	<i>“Os ácidos nucleicos são moléculas formadas por nucleotídeos”</i>	<i>“É formado por uma dupla hélice e apresenta 4 bases nitrogenadas: timina, citosina, adenina e guanina”</i>

Fonte: Elaborado pela autora (2024).

A análise de Bardin, visa compreender e categorizar as informações apresentadas em um contexto específico. A mudança no entendimento dos lipídios é notável. Enquanto os conhecimentos prévios dos estudantes sugerem uma associação principalmente com a formação de estruturas, *“Lipídios formação de estruturas”* as informações apresentadas durante a exposição expandem esse entendimento, mostrando que os lipídios têm múltiplas funções no organismo, indo além da simples estruturação *“Lipídios desempenham várias funções no organismo como reserva de energia, isolamento térmico e estrutural”*. Isso sugere uma ampliação do conhecimento sobre a importância dos lipídios para o funcionamento do corpo humano.

A transição dos conhecimentos prévios para os adquiridos sugere uma evolução no entendimento do hidrogênio como parte estrutural dos lipídeos, *“Hidrogênio”* indo além de sua definição como um elemento isolado. Os conhecimentos adquiridos durante o desenvolvimento das atividades na apresentação dos modelos e experimentos indicam uma compreensão mais detalhada das propriedades químicas das moléculas orgânicas, como sua interação com a água e sua capacidade de saturação, *“São moléculas orgânicas, insolúveis em água e podem ser saturadas e insaturadas”*.

Os trechos transcritos sobre carboidratos descrevem uma mudança de entendimento, indicando que a glicose, anteriormente considerada apenas como reguladora do açúcar no corpo, *“Glicose regula o açúcar do corpo”* agora é entendida como um carboidrato que desempenha um papel importante na produção de energia. Além disso, é mencionado que os carboidratos são formados por hidrogênio, que por sua vez desempenha um papel vital na química da vida: *“Carboidratos desempenha um papel importante na produção de energia e é formado por hidrogênio que desempenha um papel importante na química da vida”*.

Em relação à estrutura dos carboidratos uma mudança na perspectiva sobre os carboidratos, passando de uma simples associação com a glicose *“Glicose pertence à família dos carboidratos”* para uma compreensão mais profunda de sua composição química *“São formados por carbono, hidrogênio e oxigênio. O Hidrogênio é o elemento mais simples e abundante do universo”*. Destaca-se a importância do hidrogênio na estrutura dos carboidratos e, por extensão, na química da vida, enfatizando sua prevalência e papel fundamental no universo.

A afirmação inicial dos estudantes destaca a importância das proteínas no organismo, mencionando que são fundamentais para vários processos e descreve os benefícios da queratina para a pele, incluindo firmeza, elasticidade e resistência “*Proteína é fundamental para diversos processos no organismo*” “*Queratina dá firmeza, elasticidade e resistência para nossa pele*”. Os conhecimentos adquiridos ampliam a compreensão sobre o papel das proteínas, mencionando que elas são responsáveis não apenas por processos genéricos, mas também pela defesa do organismo, contração e relaxamento muscular, entre outras funções: “*Proteínas são responsáveis pela defesa do organismo, contração e relaxamento muscular, dentre outros*”.

Comparando os dois conjuntos de informações, podemos observar uma progressão no entendimento das proteínas. Os conhecimentos prévios são mais genéricos, destacando a importância geral das proteínas, enquanto os conhecimentos adquiridos fornecem uma compreensão mais detalhada e específica de suas funções no organismo, incluindo papéis específicos em processos biológicos como defesa imunológica e função muscular.

Nos conhecimentos prévios os estudantes mencionam o “*oxigênio*” em relação à estrutura das proteínas. Essa afirmação pode ser interpretada como uma referência vaga ao oxigênio que está presente nos aminoácidos que compõem as proteínas, mas isso não é explicitamente declarado. Já nos conhecimentos adquiridos oferecem uma compreensão mais detalhada da estrutura das proteínas “*São agrupamentos de aminoácidos via ligações peptídicas e se organizam em diferentes estruturas afim de desempenhar diferentes funções*”. Descreve-se que as proteínas são compostas por agrupamentos de aminoácidos unidos por ligações peptídicas. Além disso, menciona-se que as proteínas se organizam em diferentes estruturas para desempenhar funções específicas.

A afirmação dos estudantes, “*DNA genes de um ser vivo*” sugere que o DNA está associado aos genes de um organismo vivo. Isso demonstra um entendimento prévio sobre a relação entre o DNA e a hereditariedade. Já a frase “*DNA separa a genética*” a palavra “separa” pode ter sido mal interpretada ou mal utilizada neste contexto. Pode ser interpretado como se o DNA separasse os diferentes aspectos da genética. Na frase “*DNA e RNA estão relacionados com a transmissão e tradução da informação genética*” é possível observar uma compreensão básica das funções do DNA e do RNA na expressão genética.

A declaração de que “*A principal função do DNA é armazenar toda informação genética da célula*” indica uma nova aprendizagem sobre a função principal do DNA. Isso representa uma expansão do conhecimento anterior sobre o papel do DNA. O trecho analisado mostra uma adição de conhecimento sobre o DNA, que é a função de armazenamento da informação genética da célula.

A resposta dada pelos estudantes sobre a estrutura do DNA, *“Os ácidos nucleicos são moléculas formadas por nucleotídeos”* indica um conhecimento prévio sobre a estrutura básica dos ácidos nucleicos, reconhecendo que eles são compostos por unidades fundamentais chamadas nucleotídeos. O conhecimento adquirido revela uma compreensão mais específica da estrutura do DNA *“É formado por uma dupla hélice e apresenta 4 bases nitrogenadas: timina, citosina, adenina e guanina”* A menção da dupla hélice indica o reconhecimento da forma física característica do DNA, enquanto a identificação das quatro bases nitrogenadas indica uma compreensão das unidades constituintes do DNA.

A análise dos trechos revela uma evolução no conhecimento sobre a estrutura e função das biomoléculas, demonstrando uma progressão do entendimento geral para uma compreensão mais detalhada de cada uma. Essa progressão de conhecimento reflete uma transição significativa de conceitos gerais para informações mais específicas, ilustrando um processo de aprendizado contínuo e aprofundamento da compreensão científica sobre biomoléculas.

## 5 CONCLUSÃO

As atividades realizadas neste estudo proporcionaram uma compreensão mais abrangente das biomoléculas e seu papel nos processos biológicos comprovados pelo teste estatístico de Wilcoxon e a equação de Hake. Os experimentos realizados permitiram uma associação com suas funções consolidando conhecimentos prévios e adquiridos ao longo do desenvolvimento da proposta. A identificação de biomoléculas presentes em alimentos e materiais analisados permite uma compreensão de suas interações e sua importância na vida celular.

Além de analisar as atividades propostas sobre biomoléculas e disponibilizá-las de forma on-line este estudo pretende contribuir para a melhoria do ensino desse tema, por meio da apresentação de propostas investigativas interdisciplinares práticas, produzidas de acordo com a proposta da BNCC promoveram uma maior participação e interesse dos estudantes pelo tema, visto por eles como muito complexo.

A interdisciplinaridade com o conteúdo curricular de Química, permitiu uma visão mais integrada do conhecimento, estimulando o pensamento crítico e fomentando a criatividade, uma vez que os alunos foram desafiados a construção de modelos moleculares sobre as biomoléculas. A interdisciplinaridade também reflete a natureza interconectada do conhecimento e ajuda a preparar os estudantes para enfrentar desafios interdisciplinares na futura vida acadêmica e profissional.

O ensino de biomoléculas não pode continuar sendo tão complexo para os estudantes do ensino médio pois elas são necessárias para o funcionamento do organismo. Desde os ácidos nucleicos que guardam as informações genéticas, os carboidratos com funções energéticas, de reconhecimento celular até as proteínas que desempenham papéis cruciais na estrutura e função da célula, as biomoléculas são verdadeiras arquitetas da vida.

Portanto, compreender as biomoléculas é essencial não apenas para os cientistas, mas para todos que buscam e precisam compreender o funcionamento do corpo humano e aqueles que visam contribuir para avanços nas áreas da saúde, biotecnologia e meio ambiente. Este estudo representa um convite contínuo à exploração, à medida que os estudantes desvendam os segredos fascinantes que as biomoléculas guardam, impulsionando o progresso e a compreensão mais abrangente. Espera-se que essas atividades possam ser desenvolvidas por outras turmas e realidades escolares na intenção de incentivar e engajar os estudantes nesse necessário e importante tema dentro da Biologia

## REFERÊNCIAS

- ARAGÃO, D. S. de S. et al. Cenário político e contribuições da mídia no processo de desvalorização da Ciência no Brasil. **Research, Society and Development**, v. 9, 2020. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/7138> . Acesso em: 3 nov. 2023.
- AZEVEDO, M. C. P. S. Ensino por investigação: problematizando as atividades em sala de aula. In: CARVALHO, A. M. P. (Org.). **Ensino de ciências: unindo a pesquisa e a prática**. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2004.
- AZEVEDO, N. F. dos S. et al. O estudo a introdução de bioquímica no ensino médio através dos alimentos: uma abordagem a lipídios, carboidratos e proteínas. In: **Congresso Nacional de Educação**, 2017, Campina Grande. Campina Grande: Editora Realize, 2017. v. 1, p. 1-6. Disponível em: [https://www.editorarealize.com.br/revistas/conedu/trabalhos/TRABALHO\\_EV073\\_MD4\\_SA\\_17\\_ID8149\\_19092017114112.pdf](https://www.editorarealize.com.br/revistas/conedu/trabalhos/TRABALHO_EV073_MD4_SA_17_ID8149_19092017114112.pdf) . Acesso em: 3 nov. 2023.
- BARBOSA, F. G.; OLIVEIRA, N. C. de. Estratégias para o Ensino de Microbiologia: uma experiência com alunos do Ensino Fundamental em uma escola de Anápolis-GO. **Revista de Ensino, Educação e Ciências Humanas**, Londrina, v. 16, n. 1, p. 5-13, jan. 2015.
- BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Tradução de Luís Antero Reto e Augusto Pinheiro. São Paulo: Edições 70, 2011.
- BERG, J. M.; TYMOCZKO, J. L.; STRYER, L. **Bioquímica**. 7. ed. Porto Alegre: Artmed, 2014.
- BIZZO, N. **Ciências: fácil ou difícil?** 2. ed. São Paulo: Ática, 2007.
- BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, DF, 2018. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/> . Acesso em: 19 set. 2022.
- BRIGHENTE, M. F.; MESQUIDA, P. Paulo Freire: da denúncia da educação bancária ao anúncio de uma pedagogia libertadora. **Proposições**, v. 27, n. 1, p. 155-177, 2016.
- CARVALHO, I. N.; NUNES-NETO, N. F.; EL-HANI, C. N. Como selecionar conteúdos de biologia para o Ensino Médio? **Revista de Educação, Ciências e Matemática**, v. 1, n. 1, p. 67-100, 2011.
- CARVALHO, A. M. P. **Ensino de Ciências por Investigação: condições para implementação em sala de aula**. São Paulo: Cengage Learning, 2013.
- FAZENDA, I. C. A. **Integração e interdisciplinaridade no ensino brasileiro: efetividade ou ideologia**. 6. ed. São Paulo: Edições Loyola, 2011.
- FROSSARD, A. C. **Conhecendo a pedagogia da alternância: contextualização, questões teóricas e práticas**. Nova Friburgo: O Autor, 2017. v. 3. (Coleção pedagogia da alternância). Disponível em:

[https://educapes.capes.gov.br/bitstream/capes/573442/5/CONHECENDO\\_A\\_PEDAGOGIA\\_DA\\_ALTERN%C3%82NCIA.pdf](https://educapes.capes.gov.br/bitstream/capes/573442/5/CONHECENDO_A_PEDAGOGIA_DA_ALTERN%C3%82NCIA.pdf) . Acesso em: 10 out. 2023.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2017.

GIL-PÉREZ, D. et al. Por uma imagem não deformada do trabalho científico. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 7, n. 2, p. 125-153, 2001. DOI: <https://doi.org/gpq6>.

INTERAMINENSE, B. K. S. A importância das aulas práticas no ensino da Biologia: uma metodologia interativa. **Id on Line: Revista Multidisciplinar e de Psicologia**, v. 13, p. 344, 2019. Disponível em: <https://idonline.emnuvens.com.br/id/article/view/1842/2675> . Acesso em: 10 set. 2024.

KRASILCHIK, M. Caminhos do ensino de ciências no Brasil. **Em Aberto**, Brasília, v. 11, n. 55, p. 3-8, 2008. Disponível em: <http://rbepold.inep.gov.br/index.php/emaberto/article/view/1851/1822> . Acesso em: 10 set. 2023.

LIBÂNEO, J. C. **Adeus professor, adeus professora?: novas exigências educacionais e profissão docente**. 13. ed. São Paulo: Cortez, 2011.

LIMA, D. B. de; GARCIA, R. N. Uma investigação sobre a importância das aulas práticas de Biologia no Ensino Médio. **Cadernos do Aplicação**, v. 24, n. 1, 2011.

MOREIRA, M. A. Uma análise crítica do ensino de física. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 32, n. 94, p. 73-80, 2018. DOI: <https://doi.org/gpq8> .

PEDASTE, M. et al. Phases of inquiry-based learning: Definitions and the inquiry cycle. **Educational Research Review**, v. 14, p. 47-61, 2015.

PIMENTA, S. G.; LIMA, M. S. L. **Estágio e docência**. 7. ed. São Paulo: Cortez, 2012.

SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. Almejando a alfabetização científica no Ensino Fundamental: a proposição e a procura de indicadores do processo. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 13, n. 3, p. 333-352, dez. 2008. Disponível em: [http://www.if.ufrgs.br/ienci/artigos/Artigo\\_ID254/v16\\_n1\\_a2011.pdf](http://www.if.ufrgs.br/ienci/artigos/Artigo_ID254/v16_n1_a2011.pdf) . Acesso em: 16 mai. 2022.

SCARPA, D. L.; CAMPOS, N. F. Potencialidades do ensino de Biologia por Investigação. **Estudos Avançados**, v. 32, n. 94, p. 25-41, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/s0103-40142018.3294.0003> . Acesso em: 20 out. 2023.

SILVA, T. G. **Protagonismo na adolescência: a escola como espaço e lugar de desenvolvimento humano**. Programa de Pós-Graduação em Educação, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2009.

SOARES, R. M.; BAIOTTO, C. R. Aulas práticas de Biologia: suas aplicações e o contraponto desta prática. **Revista Dialogus**, v. 4, n. 2, 2015.

THIOLLENT, M. **Metodologia da pesquisa-ação**. São Paulo: Cortez, 2009.

VOET, D.; VOET, J. G.; PRATT, C. W. **Fundamentos de Bioquímica**. 4. ed. Barcelona: Editorial Médica Panamericana, 2008.

WILSEK, M.; TOSIN, J. **Ensinar e aprender ciências no ensino fundamental com atividades investigativas através da resolução de problemas**. Paraná, 2010. Disponível em: <http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/pde/arquivos/1686-8.pdf> . Acesso em: 17 mai. 2022.

## APÊNDICE A - Questionário de sondagem pré e pós sequência didática



### QUESTIONÁRIO DE SONDAÇÃO PRÉ E PÓS SEQUÊNCIA DIDÁTICA

Turma: 1º ano do Ensino Médio

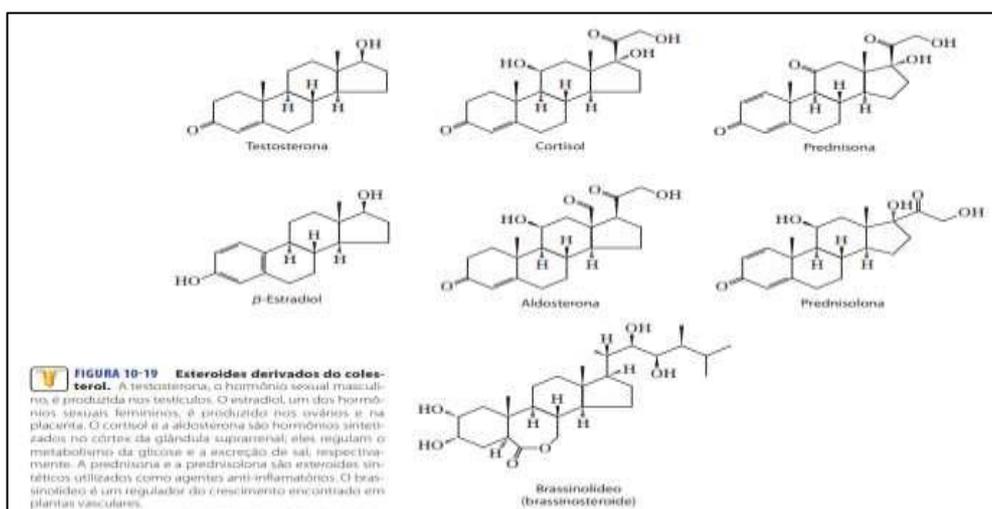
Ano: 2023

Escola Estadual Quintino Bocaiuva

Este questionário foi elaborado para obter informações sobre os conhecimentos de Biomoléculas. Todos os dados serão utilizados para fins de análise quali-quantitativa em uma pesquisa científica, mas mantendo a sua anonimidade.

### Lipídios

**Questão 01** – Os lipídios (*lipos*, em grego, significa gordura) constituem uma classe de compostos caracterizados por sua alta solubilidade em solventes orgânicos e por serem praticamente insolúveis em água. São as biomoléculas presentes principalmente nas membranas plasmáticas e nas células adiposas. Compostas principalmente por carbono, oxigênio e hidrogênio apresentam estrutura bastante variada e exercem diversas funções biológicas. Porém qual o motivo dessa insolubilidade na água?



Fonte: PRINCÍPIOS DE BIOQUÍMICA DE LEHNINGER p.372

A) Apresentam polaridade alta.

- B) São polares e não apresentam polos positivos para a interação com a molécula de água.
- C) São apolares e não formam polos positivos nem negativos para a interação com a água.
- D) Apresentam ligações entre um ácido graxo e um álcool.
- E) Possuem nucleotídeos em sua composição

**Questão 02** - Qual é o papel dos ácidos graxos ômega-3 na nossa saúde?

- A) Redução do risco de doenças cardiovasculares
- B) Aumento do risco de doenças cardiovasculares
- C) Aumento do colesterol ruim (LDL)
- D) Todos os ácidos graxos são prejudiciais à saúde.
- E) Ácidos graxos saturados e insaturados têm o mesmo efeito sobre o colesterol no organismo.

**Questão 03** - Assinale a alternativa que apresenta a diferença entre gorduras saturadas e gorduras insaturadas.

- A) Gorduras saturadas são sólidas em temperatura ambiente, enquanto as gorduras insaturadas são líquidas;
- B) Gorduras insaturadas são encontradas em carnes, enquanto as gorduras saturadas estão presentes em óleos;
- C) Gorduras saturadas são benéficas para a saúde, enquanto as gorduras insaturadas são prejudiciais.
- D) Gorduras insaturadas e saturadas possuem a mesma estrutura química.
- E) Gorduras insaturadas são sólidas e encontradas em carnes.

## **Proteínas**

**Questão 04** - Explique a função das enzimas no processo de digestão. O que são enzimas?

---

---

---

## Carboidratos

**Questão 05** – Carboidratos são as moléculas orgânicas mais abundantes no planeta Terra. Levam a fama de engordar e quem busca emagrecer geralmente corre deles. Alguns alimentos ricos em carboidratos são: pão, batata-doce, arroz e macarrão. Você sabe qual é a função dos carboidratos em nosso organismo? Explique.

---

---

---

**Questão 06** – Os carboidratos são uma importante classe de compostos orgânicos presentes em alimentos como frutas, legumes, cereais e açúcares. São compostos por açúcares simples ou complexos, e sua estrutura molecular pode variar de acordo com o número e disposição dos átomos em sua composição. O estudo dos carboidratos é fundamental para compreender a nutrição e a fisiologia humana, além de ter implicações importantes em áreas como a química e a bioquímica. Quais os átomos fundamentais para a estrutura básica dos carboidratos?

- A) Carbono, hidrogênio e oxigênio
- B) Carbono, hidrogênio e nitrogênio
- C) Carbono, nitrogênio e enxofre
- D) Hidrogênio, oxigênio e nitrogênio
- E) Oxigênio, nitrogênio, enxofre

**Questão 07** – Assinale a alternativa correta em relação aos carboidratos

- A) Os carboidratos podem estar envolvidos na comunicação e identificação celular.
- B) Carboidratos são ruins e devem ser totalmente eliminados da dieta.
- C) Todos os alimentos que contém carboidratos não tem valor nutricional.
- D) Carboidratos são formados por ligações peptídicas.
- E) Consumir carboidratos em excesso é a única causa do ganho de peso e da obesidade.

## Ácidos Nucléicos

**Questão 08** - Você acha que alterações na estrutura do DNA podem afetar sua função?

Explique:

---

---

---

---

**Questão 09** - Os ácidos nucleicos são moléculas essenciais para a vida, sendo responsáveis pelo armazenamento e transmissão da informação genética. Eles são compostos por nucleotídeos, que por sua vez são formados por uma base nitrogenada, um açúcar pentose e um grupo fosfato. Existem dois tipos principais de ácidos nucleicos, DNA e RNA. A estrutura dos ácidos nucleicos é altamente complexa e determina sua função biológica, sendo alvo de intensa pesquisa e desenvolvimento de novas tecnologias. Assinale a alternativa que representa as bases nitrogenadas presentes no DNA:

- A) Adenina, Citosina, Uracila, Timina.
- B) Timina, Guanina, Adenina, Citosina.
- C) Uracila, Timina, Guanina, Citosina.
- D) Citosina, Adenina, Guanina, Uracila.
- E) Guanina, Uracila, Citosina, Timina.

Boa Atividade!

## APÊNDICE B – Textos, artigos e trechos de filmes correlacionados a cada biomolécula

Cada grupo deverá discutir apenas umas das situações. Espera-se que os alunos escolham situações diferentes. Caso isso não aconteça o professor deverá distribuir uma para cada grupo.

**SITUAÇÃO 1-** Diabetes mellitus (DM) é uma doença de origem múltipla, decorrente da falta de insulina e ou incapacidade de a insulina exercer adequadamente seus efeitos. Se divide em tipo 1: causado pela destruição de células produtoras de insulina; tipo 2: resistência à insulina e deficiência na sua secreção; gestacional que ocorre pela diminuição da tolerância à glicose; outros tipos decorrentes de defeitos genéticos associados com outras doenças ou uso de medicamentos. Sabe-se que pessoas diabéticas precisam ter uma alimentação regrada. **Disponível em:** <https://bvsm.s.saude.gov.br/diabetes/>

**Essa síndrome está relacionada a qual biomolécula? Qual a importância de se conhecer a função dela no organismo?**

**SITUAÇÃO 2:** Sabe-se que os alisantes ácidos causam danos no córtex capilar e nas cutículas. O uso do formol foi proibido em concentrações abaixo de 0,2%. Hoje, apenas uma fórmula de pH baixo (ácido) é permitida no mercado brasileiro: o ácido glioxílico associado à carbocisteína. O ativo é comercializado por várias marcas. **Disponível em:** <https://jornal.usp.br/ciencias/ciencias-da-saude/escova-progressiva-mais-acida-gera-danos-agressivos-ao-cabelo/>

**Os danos causados por esses ácidos afetam qual tipo de biomolécula? Explique sua importância para o organismo?**

**SITUAÇÃO 3 - Leia o trecho do artigo Obesidade: “A doença do século”.**

[...]Dos 35.448 adultos entrevistados, os homens obesos apresentaram simultaneidade do consumo de carnes com gordura, tempo excessivo na posição sentada, inatividade física e presença de quatro comportamentos de risco associados (MENEGUCI et al, 2015), dentre os quais, tempo elevado de exposição à televisão, distúrbios relacionados ao sono, fumar e ingerir bebidas alcoólicas em excesso. Esses comportamentos parecem se agrupar e expõem os indivíduos a um risco aumentado de doenças crônicas. Entre as mulheres obesas sobressaiu como fatores de risco o consumo simultâneo de doces e de carnes com gordura e sedentarismo... Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1413-81232010000100024>

**O artigo está relacionado a qual biomolécula? Vocês conhecem outras funções dessa biomolécula? Explique.**

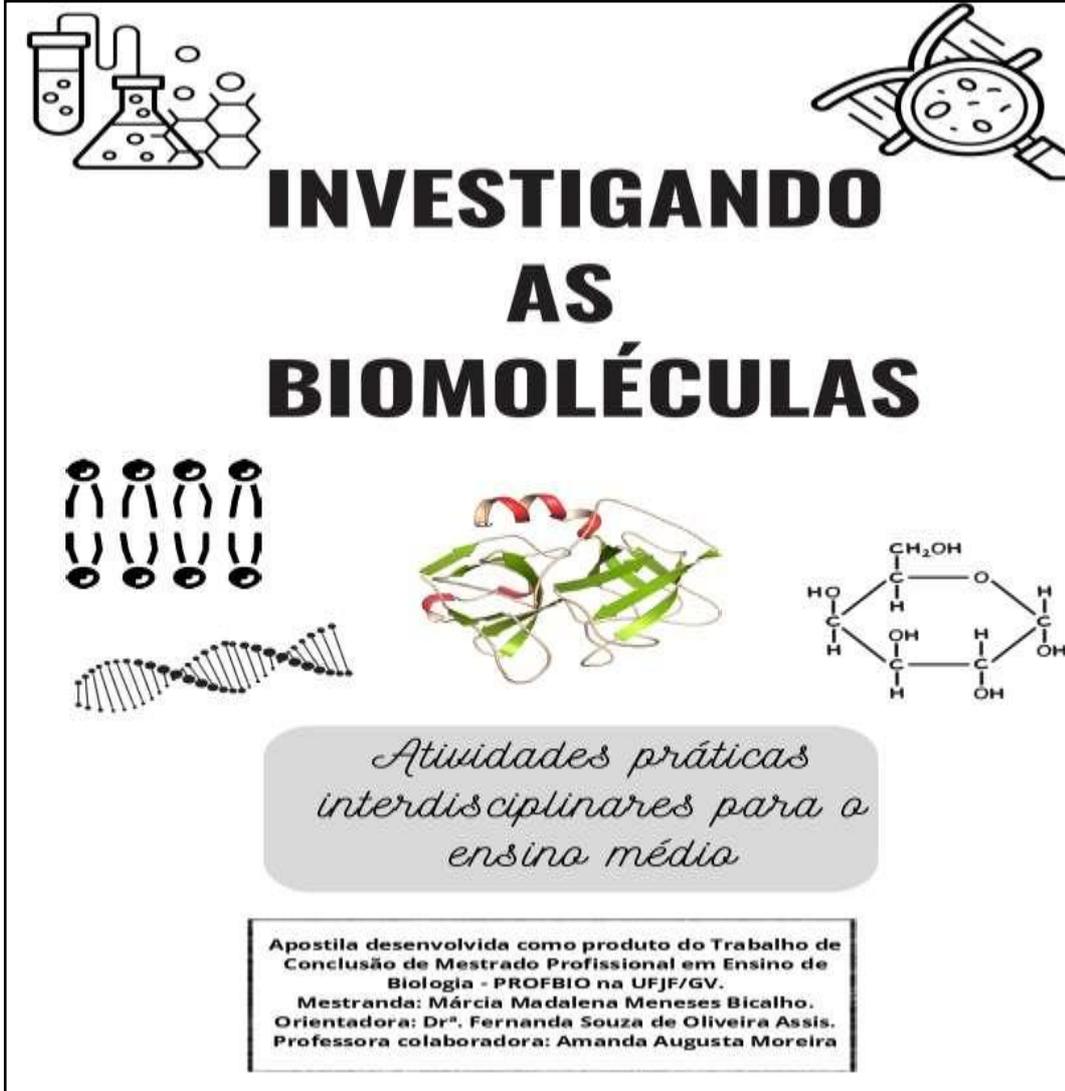
**SITUAÇÃO 4 – Trecho do filme – “JURASSIC WORLD: DOMÍNIO – O PODER DA GENÉTICA SALVA OU MATA VIDAS?”**

[...] Ela foi criada por inseminação artificial; a própria Charlotte a projetou para ser além de sua filha, mas sua semelhante melhorada. Charlotte tinha uma doença irreversível e por isso reescreveu o DNA da Maisi de forma com que suas células conseguiram eliminar a doença e sobreviver. Charlotte Lockwood conseguiu remover quaisquer distúrbios genéticos da sequência. O que é fantástico, pois mostra que a intenção de Charlotte era realmente usar a ciência sempre a favor da vida...

**O trecho do filme refere-se a qual biomolécula? Vocês sabem a função delas no organismo?**

## APÊNDICE C – Apostila “Investigando as Biomoléculas”

[https://drive.google.com/file/d/1C72T-m90aV-HxXQzo-ZG1M9p\\_7R7VJ8o/view?usp=drivesdk](https://drive.google.com/file/d/1C72T-m90aV-HxXQzo-ZG1M9p_7R7VJ8o/view?usp=drivesdk)



**INVESTIGANDO  
AS  
BIOMOLÉCULAS**

*Atividades práticas  
interdisciplinares para o  
ensino médio*

Apostila desenvolvida como produto do Trabalho de  
Conclusão de Mestrado Profissional em Ensino de  
Biologia - PROFBIO na UFJF/GV.  
Mestranda: Márcia Madalena Meneses Bicalho.  
Orientadora: Dr<sup>a</sup>. Fernanda Souza de Oliveira Assis.  
Professora colaboradora: Amanda Augusta Moreira

The cover features several scientific illustrations: a laboratory setup with a test tube, flask, and beaker; a magnifying glass over a petri dish; a DNA double helix; a protein ribbon structure; a chemical structure of a sugar ring; and a set of four amino acids.



## APRESENTAÇÃO



Bem-vindos à apostila dedicada ao estudo das biomoléculas, fundamentais para a compreensão dos processos vitais que ocorrem nos seres vivos.

É um grande prazer apresentar esta apostila que foi produto do Trabalho de conclusão de Mestrado profissional para ensino de Biologia - PROFBIO resultante de uma sequência didática interdisciplinar prática, elaborada e aplicada para estudantes do primeiro ano do ensino médio com o objetivo de melhorar o engajamento, a participação e aquisição de conhecimento científico dos estudantes sobre o tema biomoléculas.

O presente material tem o intuito de fornecer subsídios teóricos e práticos para a compreensão dessas estruturas fundamentais da vida.

O estudante alfabetizado cientificamente é capaz de compreender as implicações da ciência sobre aspectos de sua vida cotidiana, e, conseqüentemente, consegue participar dos acontecimentos que vivencia de forma decisiva.

Aprender Biologia exige um pouco de fascínio!

Apesar dos avanços tecnológicos significativos direcionados para o ambiente educacional, tanto em sala de aula quanto em ambientes de aprendizagem remota, é crucial reconhecer a importância de novas abordagens para estimular o aprendizado.

Por exemplo, atividades que permitem ao estudante ser protagonista do seu conhecimento é altamente benéfica para promover uma aprendizagem mais dinâmica e engajadora.

A ideia de criar atividades práticas, investigativas e interdisciplinares com a Química surgiu devido à dificuldade dos estudantes em compreender e relacionar a estrutura e função das biomoléculas apenas de forma abstrata.

Convido ao leitor para aplicação das propostas apresentadas em suas realidades escolares.

## Apoio:



Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) - Brasil - Código de Financiamento 001.





Caro leitor,

Ao longo das páginas que se seguem, você é convidado a mergulhar em um mundo de descobertas e aprendizado, onde a teoria se entrelaça com a prática de forma dinâmica e envolvente.

Na parte inicial, você será introduzido sobre biomoléculas, interdisciplinaridade e atividades investigativas. Desta forma, a apostila visa envolver os estudantes em atividades práticas que promovam uma melhor compreensão sobre biomoléculas. Além disso, a abordagem interdisciplinar proposta, permite a integração de conhecimentos da química junto com a biologia, enriquecendo assim a experiência de aprendizagem e proporcionando uma visão mais contextualizada.

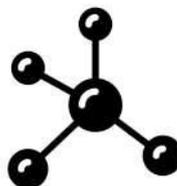
Em seguida, irá adentrar em uma sequência de atividades interdisciplinares e investigativas, projetadas e aplicadas para estimular a curiosidade, criatividade e habilidade analítica dos estudantes. Por meio de experimentos e modelos práticos, pesquisa bibliográfica, apresentações em grupo, você terá a oportunidade de compreender sobre as funções e estruturas das biomoléculas (carboidratos, lipídeos, proteínas e ácidos nucleicos).

Espera-se que esta jornada de aprendizado seja enriquecedora e transformadora, permitindo ao educando não apenas adquirir novos conhecimentos, mas também desenvolver competências essenciais à vida. Que ao desenvolver essas atividades o estudante esteja preparado para desafiar suas ideias preconcebidas, explorar novas perspectivas e construir um entendimento crítico sobre as biomoléculas.

Que esta apostila seja um guia inspirador em sua jornada de descobertas científicas.

Boa leitura e mãos à obra!

# SUMÁRIO



Introdução .....	5
Atividades Investigativas práticas .....	7
Considerações Finais.....	13
Referências.....	14
Questionário .....	15
Imagens das Biomoléculas .....	18
Situação-problema para cada grupo .....	19



## INTRODUÇÃO

As biomoléculas constituem os blocos de construção fundamentais para a vida em todas as suas formas. São moléculas complexas e diversificadas, presentes em todos os seres vivos, desde os microrganismos mais simples até os organismos multicelulares mais complexos. Sua importância vital nos processos biológicos é indiscutível, pois desempenham papéis essenciais em uma miríade de funções celulares e metabólicas.

Segundo, Berg, Tymoczko e Stryer (2014), essa área tão fantástica da ciência tem propiciado à sociedade diversas descobertas, solucionando diversos problemas relacionados às áreas de medicina, odontologia, agricultura, medicina legal, ciências ambientais dentre outras.

Existem quatro principais tipos de biomoléculas que desempenham funções cruciais nos organismos vivos: os carboidratos, lipídios, proteínas e ácidos nucleicos. Cada um desses tipos possui características únicas em termos de estrutura e função, contribuindo de maneiras distintas para a manutenção da vida.

Os carboidratos, por exemplo, são fontes primárias de energia para as células e desempenham um papel fundamental na estruturação das células vegetais e animais. Os lipídios, por sua vez, são componentes essenciais das membranas celulares, atuam como reservas energéticas e desempenham funções estruturais e reguladoras em diversos processos biológicos.

As proteínas, por sua vez, são moléculas extremamente versáteis, desempenhando funções estruturais, catalíticas, de transporte, de defesa e de regulação nos organismos vivos. Sua estrutura tridimensional altamente especializada permite que executem uma ampla gama de funções vitais para a vida.

Por fim os ácidos nucleicos são responsáveis pelo armazenamento e transmissão da informação genética, bem como pela síntese de proteínas, desempenhando um papel central na

hereditariedade de e na regulação de processos celulares.

A interdisciplinaridade no campo da Ciência, segundo as concepções de Fazenda (2011), corresponde à necessidade de superar a visão fragmentada do conhecimento tanto no ensino básico como na formação de professores e pedagogos. Ela fomenta a criatividade e a inovação.

Portanto, compreender a estrutura e função das biomoléculas é fundamental para a compreensão dos processos vitais que sustentam a vida. Nesta apostila, exploraremos em detalhes cada um desses tipos de biomoléculas, suas estruturas, funções e importância nos sistemas biológicos, proporcionando uma base sólida para o estudo dos processos biológicos fundamentais.



## ATIVIDADES INVESTIGATIVAS PRÁTICAS

Nos dias atuais, em que frequentemente observa-se a circulação de informações falsas e um descrédito crescente em relação à ciência segundo Aragão et al., (2020), torna-se fundamental uma metodologia de ensino investigativo que proporcione a construção de um senso crítico científico.

As atividades investigativas práticas desempenham um papel fundamental no processo de aprendizagem, especialmente quando se trata do estudo das biomoléculas. Ao envolver os estudantes em experiências como protagonistas, estas atividades oferecem uma oportunidade única para explorar conceitos teóricos de forma tangível e significativa. Permitem que os estudantes desenvolvam habilidades práticas, como observação, análise de dados e resolução de problemas, ao mesmo tempo em que promovem a curiosidade e o pensamento crítico.

Por isso, o professor tem a responsabilidade de criar um ambiente investigativo que proporcione ao estudante: condições de explorar seus conhecimentos prévios, ter ideias próprias e poder discuti-las com seus colegas e com o professor, lapidando o conhecimento espontâneo com a finalidade de edificar o conhecimento científico (Carvalho, 2013).

A seguir estará descrito uma sequência de atividades que estão de acordo com a Competência Geral número 2 da BNCC (Base Nacional Comum Curricular), deve ser desenvolvida pelos estudantes ao longo de todos os anos, permeando todos os componentes curriculares, a seguinte habilidade:

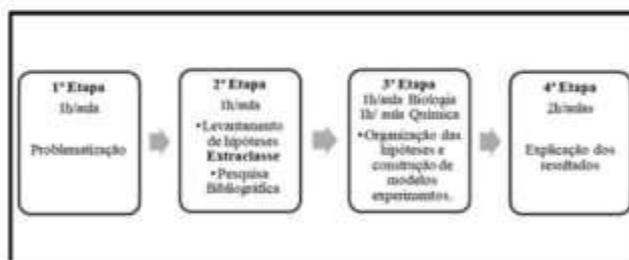
*Exercitar a curiosidade intelectual e recorrer à abordagem própria das ciências, incluindo a investigação, a reflexão, a análise crítica, a imaginação e a criatividade, para investigar causas, elaborar e testar hipóteses, formular e resolver problemas e criar soluções (inclusive tecnológicas) com base nos conhecimentos das diferentes áreas. (Brasil, 2018, p.9).*

Essas atividades foram organizadas de acordo com Pedaste et al., (2015), por meio do Ensino Investigativo organizado em ciclos que englobam 4 etapas: fase de orientação que envolve a curiosidade dos estudantes e elabora ou levanta um problema sobre o assunto; fase da conceituação onde acontece o levantamento de hipóteses relacionadas ao questionamento; fase de investigação onde as hipóteses podem ser testadas com a interpretação dos dados; fase da conclusão onde espera-se que os estudantes construam explicações, afirmações ou posicionamentos que respondam à questão de investigação.

Baseado na temática “Composição Química dos Seres Vivos”, os estudantes foram chamados a responder um questionário sobre o tema Biomoléculas para levantamento dos conhecimentos prévios (Página 13-15).

Em seguida, foi desenvolvida uma Sequência de Ensino Investigativo (SEI) utilizando-se 6 horas/aula divididas em 4 etapas:

**Figura 1 - Etapas da Sequência Didática**



Fonte: Elaborado pela autora, 2024

Na primeira etapa, utilizando-se a aula de Biologia, criou-se um momento de discussão onde a professora disponibilizou imagens com estruturas das Biomoléculas (Página18) e os estudantes colocaram no quadro seus conhecimentos sobre o assunto. Neste momento, algumas questões norteadoras foram utilizadas: “Qual é a importância das Biomoléculas? Quais os principais tipos? Que funções elas realizam no organismo? Conhecem alguns átomos dos quais elas são formadas? Há doenças que se relacionam com as biomoléculas?”. Foi solicitado que os estudantes respondessem no quadro e esse momento foi registrado por meio de uma foto do quadro. Ainda nessa aula, os estudantes foram separados em 4 grupos. Cada grupo foi estimulado a

estudar sobre uma das biomoléculas e receberam um material (página 17) contendo textos e trechos de filmes que abordavam o tema.

**Na segunda etapa**, na aula de Biologia, os alunos foram orientados a levantar hipóteses e registrá-las. Foram também incentivados a pensar em hipóteses sobre a estrutura das Biomoléculas (como elas são?) e sobre a função das mesmas (para que elas servem? Onde elas se encontram no nosso organismo?). Após este momento de reflexão e levantamento de hipóteses, os estudantes realizaram extraclasse a pesquisa bibliográfica que os direcionaram na elaboração de experimentos e modelos, para auxiliá-los na resolução das hipóteses levantadas.

**Na terceira etapa**, juntamente com o Professor de Química, os estudantes trabalharam na construção de modelos estruturais com materiais alternativos/recicláveis que também auxiliassem nas suas hipóteses. Já na aula de Biologia, os estudantes apresentaram as propostas de experimentos que exploravam as hipóteses levantadas sobre a função das Biomoléculas. Os professores foram os mediadores deste momento buscando a maior independência dos educandos. A condução de todo o caminho investigativo foi registrada pelos estudantes.

**Na quarta etapa**, aconteceram as apresentações dos modelos e experimentos elaborados. Esta apresentação foi feita pelos grupos no formato de trabalho e contou com a participação dos estudantes da turma. Durante esse momento, cada grupo apresentou sua biomolécula, enfatizando sua função, a estrutura molecular, o experimento e a resposta da situação problema.

Estão descritos abaixo, os materiais e métodos que os estudantes utilizaram para apresentar sua biomolécula como forma de exemplo mas, é importante deixar que os estudantes escolham seus experimentos para apresentarem sem a sugestão do professor.

#### **Grupo de lipídeos**

##### **Experimento: Insolubilidade dos lipídeos na água**

##### **Materiais**

-

tubos de ensaio

- óleo,

- água

**Métodos:** Em um tubo de ensaio foram adicionados 25 mL de água e 25 mL de óleo. Agitou-se o tubo e demonstrou-se que não aconteceu mistura devido ao óleo ser apolar.

Para construção dos modelos estruturais utilizaram palito de picolé, bolinhas de isopor mas pode ser de biscoito ou papel, tinta guache e arames para representar um ácido graxo saturado e um insaturado.

### Grupo de Proteínas

#### Experimento: Desnaturação da proteína

##### **Materiais:**

1 ovo

30 ml de suco de limão

1 copo descartável

Leite

Álcool 70%

Recipiente de plástico

No caso dos estudantes foram utilizados potes de plástico transparente.

**Métodos:** Colocar o ovo no recipiente, adicionar 50 mL de álcool. Esperar uns 10 min e observar. Colocar o leite em outro recipiente e adicionar 30 mL de suco de limão. Esperar 10 min e observar. Ambos modificam a estrutura da proteína pelo processo de desnaturação. A proteína albumina presente na clara do ovo e a proteína caseína presente no leite. Para a construção de modelos utilizaram palitos de dente, massinha de modelar ou biscoito e tinta guache.

### Grupo de Carboidratos

#### Experimento: Presença de amido nos alimentos

##### Materiais:

Iodo

Alimentos como batata, arroz, pipoca, pão.

4 placas de Petri de plástico, de vidro ou algum recipiente que seja possível ver a diferença na coloração.

##### Métodos

Colocar cada um dos alimentos em uma placa de petri.

Adicione uma ou 2 gotas de iodo aos alimentos e observe a mudança na coloração.

#### Experimentos: Processo de digestão dos carboidratos

##### Materiais:

2 Béqueres ou recipientes de plástico que permita visualizar a mudança.

Iodo

Amido

**Métodos** Em 1 béquer adicionar amido, água e iodo. No outro béquer ou recipiente de plástico transparente faça a mesma mistura e adicione a saliva. Após mexer e esperar uns 5 minutos é possível observar uma coloração mais clara no béquer com saliva.

Para construção da estrutura molecular utilizaram bolinha de isopor, tinta guache e palito de picolé.

### Grupo de Ácidos Nucleicos

#### Experimento: Extração do DNA da saliva

##### Materiais:

2 béqueres  
1 copo descartável  
1 bastão ou colher  
600 mL de água  
Álcool gelado  
Detergente neutro  
Sal.

**Métodos:** Adicione 400 mL de água em um dos béqueres, uma colher de sal e misture até a completa homogeneização. Adicione 3 colheres da mistura no copo e faça o bochecho por aproximadamente 1 minuto. Despeje o conteúdo em outro béquer e adicione uma gota de detergente neutro. Misture levemente com o bastão ou colher. Logo após adicione 1/2 copo de álcool gelado. Aguarde 3 minutos. O álcool gelado em solução salina proporciona uma solução heterogênea e faz com que as moléculas de DNA se aglutinem, formando uma massa filamentosa e esbranquiçada.

Durante o desenvolvimento da SEI os momentos de discussão e as falas dos estudantes, com o devido consentimento dos envolvidos e com a aprovação pelo Comitê de Ética, foram gravados e esses dados foram analisados e utilizados como maneira de avaliação da apropriação do conhecimento dos estudantes.

O questionário (página 15) que foi utilizado para levantamento dos conhecimentos prévios e foi reaplicado para verificação dos conhecimentos adquiridos pelos estudantes.



## Considerações Finais

Espera-se que esta apostila tenha sido uma ferramenta útil para expandir seu conhecimento sobre a função e estrutura das biomoléculas. Durante este estudo, exploramos como as biomoléculas estão intrinsecamente ligadas à vida cotidiana. Para que aconteça de forma sólida realizamos as atividades de forma interdisciplinar.

A pesquisa contínua sobre biomoléculas está impulsionando avanços significativos em uma variedade de campos, incluindo medicina, biotecnologia e ciência dos materiais.

À medida que os desafios globais como mudanças climáticas e escassez de recursos são enfrentados as biomoléculas estão emergindo como protagonistas em soluções sustentáveis. A biotecnologia oferece oportunidades promissoras para a produção de biocombustíveis, materiais biodegradáveis e técnicas agrícolas mais eficientes.

Os estudantes do ensino médio, estão no início de suas jornadas educacionais e profissionais. Ao compreender os fundamentos das biomoléculas, estão preparando o terreno para explorar campos científicos e tecnológicos emocionantes no futuro. Lembre-se sempre de questionar, explorar e continuar aprendendo, pois o mundo da ciência está sempre evoluindo.

Os professores desempenham um papel crucial na inspiração e no desenvolvimento dos futuros cientistas e líderes, espero que esta apostila tenha auxiliado para tornar essa jornada mais envolvente e esclarecedora.

A todos, muito sucesso em suas jornadas educacionais e profissionais futuras. Obrigado por dedicarem seu tempo ao estudo e aplicação dessas atividades sobre biomoléculas, que vocês continuem a explorar os mistérios fascinantes da vida em nível molecular. Parabéns por concluir esta jornada de aprendizado sobre as biomoléculas!



## Referências

ARAGÃO, D.S. de S.et al. Cenário político e contribuições da mídia no processo de desvalorização da Ciência no Brasil. *Research, Society and Development*, v. 9, 2020. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/7138>.

BERG JM, Tymoczko JL, Stryer L. *Bioquímica*. 7ª edição. Porto Alegre: Artmed; 2014.

BRASIL. Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular. Brasília, DF, 2018. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/>. Acesso em: 19 set. 2022.

CARVALHO, A. M. P. *Ensino de Ciências por Investigação: condições para implementação em sala de aula*. São Paulo: Cengage Learning, 2013.

FAZENDA, I. C. A. *Integração e interdisciplinaridade no ensino brasileiro: efetividade ou ideologia*. 6 ed. São Paulo: Edições Loyola, 2011.

## Questionário

### QUESTIONÁRIO DE SONDAGEM APLICADO ANTES E APÓS A SEQUÊNCIA DIDÁTICA

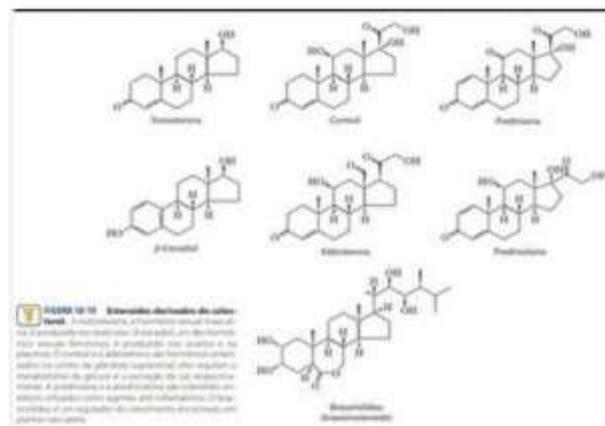
TURMA: \_\_\_\_\_ DATA: \_\_\_\_\_ ESCOLA: \_\_\_\_\_

NOME: \_\_\_\_\_

Este questionário foi elaborado para obter informações sobre os conhecimentos de Biomoléculas.

### Lipídeos

**Questão 01** - Os lipídios (*lipos*, em grego, significa gordura) constituem uma classe de compostos caracterizados por sua alta solubilidade em solventes orgânicos e por serem praticamente insolúveis em água. São as biomoléculas presentes principalmente nas membranas plasmáticas e nas células adiposas. Compostas principalmente por carbono, oxigênio e hidrogênio apresentam estrutura bastante variada e exercem diversas funções biológicas. Porém qual o motivo dessa insolubilidade na água?



Fonte: PRINCÍPIOS DE BIOQUÍMICA DE LEHNINGER, 3.ª ED.

- A) Apresentam polaridade alta. B) São polares e não apresentam polos positivos para a interação com a molécula de água. C) São apolares e não formam polos positivos nem negativos para a interação com a água. D) Apresentam ligações entre um ácido graxo e um álcool. E) Possuem nucleotídeos em sua composição

**Questão 02** - Qual é o papel dos ácidos graxos ômega-3 na nossa saúde?

- A) Redução do risco de doenças cardiovasculares  
 B) Aumento do risco de doenças cardiovasculares  
 C) Aumento do colesterol ruim (LDL)  
 D) Todos os ácidos graxos são prejudiciais à saúde.  
 E) Ácidos graxos saturados e insaturados têm o mesmo efeito sobre o colesterol no organismo.

**Questão 03 - Assinale a alternativa que apresenta a diferença entre gorduras saturadas e gorduras insaturadas.**

- A) Gorduras saturadas são sólidas em temperatura ambiente, enquanto as gorduras insaturadas são líquidas;
- B) Gorduras insaturadas são encontradas em carnes, enquanto as gorduras saturadas estão presentes em óleos;
- C) Gorduras saturadas são benéficas para a saúde, enquanto as gorduras insaturadas são prejudiciais.
- D) Gorduras insaturadas e saturadas possuem a mesma estrutura química.
- E) Gorduras insaturadas são sólidas e encontradas em carnes,

#### Proteínas

**Questão 04 - Explique a função das enzimas no processo de digestão. O que são enzimas?**

---



---



---

#### Carboidratos

**Questão 05 - Carboidratos são as moléculas orgânicas mais abundantes no planeta Terra. Levam a fama de engordar e quem busca emagrecer geralmente corre deles. Alguns alimentos ricos em carboidratos são: pão, batata-doce, arroz e macarrão. Você sabe qual é a função dos carboidratos em nosso organismo? Explique.**

---



---

**Questão 06 - Os carboidratos são uma importante classe de compostos orgânicos presentes em alimentos como frutas, legumes, cereais e açúcares. São compostos por açúcares simples ou complexos, e sua estrutura molecular pode variar de acordo com o número e disposição dos átomos em sua composição. O estudo dos carboidratos é fundamental para compreender a nutrição e a fisiologia humana, além de ter implicações importantes em áreas como a química e a bioquímica. Quais os átomos fundamentais para a estrutura básica dos carboidratos?**

- A) Carbono, hidrogênio e oxigênio
- B) Carbono, hidrogênio e nitrogênio
- C) Carbono, nitrogênio e enxofre
- D) Hidrogênio, oxigênio e nitrogênio
- E) Oxigênio, nitrogênio, enxofre

**Questão 07 - Assinale a alternativa correta em relação aos carboidratos**

- A) Os carboidratos podem estar envolvidos na comunicação e identificação celular.
- B) Carboidratos são ruins e devem ser totalmente eliminados da dieta.
- C) Todos os alimentos que contêm carboidratos não tem valor nutricional.
- D) Carboidratos são formados por ligações peptídicas.
- E) Consumir carboidratos em excesso é a única causa do ganho de peso e da obesidade.

**Ácidos Nucléicos**

**Questão 08 -** Você acha que alterações na estrutura do DNA podem afetar sua função? Explique:

---

---

**Questão 09 -** Os ácidos nucleicos são moléculas essenciais para a vida, sendo responsáveis pelo armazenamento e transmissão da informação genética. Eles são compostos por nucleotídeos, que por sua vez são formados por uma base nitrogenada, um açúcar pentose e um grupo fosfato. Existem dois tipos principais de ácidos nucleicos, DNA e RNA. A estrutura dos ácidos nucleicos é altamente complexa e determina sua função biológica, sendo alvo de intensa pesquisa e desenvolvimento de novas tecnologias. Assinale a alternativa que representa as bases nitrogenadas presentes no DNA:

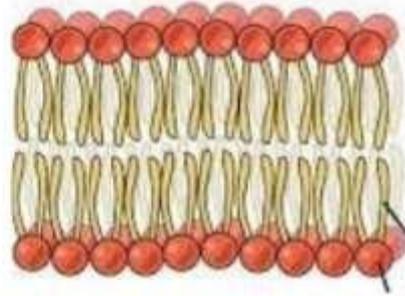
- A) Adenina, Citosina, Uracila, Timina.
- B) Timina, Guanina, Adenina, Citosina.
- C) Uracila, Timina, Guanina, Citosina.
- D) Citosina, Adenina, Guanina, Uracila.
- E) Guanina, Uracila, Citosina, Timina.

**Boa Atividade!**

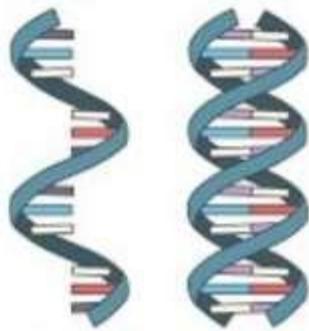
## Imagens das Biomoléculas



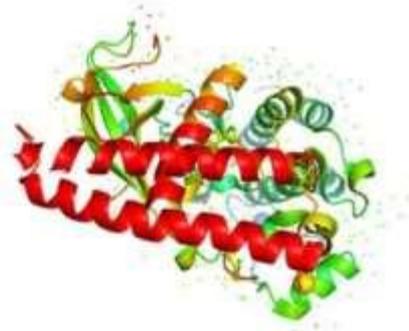
Fonte: Imagens do carva .



Fonte: Khan Academy.



Fonte: Imagens do carva.



Fonte: Imagens do carva.

## Situação -problema para cada grupo

### TEXTOS, ARTIGOS E TRECHOS DE FILMES CORRELACIONADOS A CADA BIOMOLÉCULA.

Cada grupo deverá discutir apenas umas das situações. Espera-se que os alunos escolham situações diferentes. Caso isso não aconteça o professor deverá distribuir uma para cada grupo.

**SITUAÇÃO 1** - Diabetes mellitus (DM) é uma doença de origem múltipla, decorrente da falta de insulina e ou incapacidade de a insulina exercer adequadamente seus efeitos. Se divide em tipo 1; causado pela destruição de células produtoras de insulina; tipo 2; resistência à insulina e deficiência na sua secreção; gestacional que ocorre pela diminuição da tolerância à glicose; outros tipos decorrentes de defeitos genéticos associados com outras doenças ou uso de medicamentos. Sabe-se que pessoas diabéticas precisam ter uma alimentação regrada.  
Disponível em: <https://svsms.saude.gov.br/diabetes/>

**Essa síndrome está relacionada a qual biomolécula? Qual a importância de se conhecer a função dela no organismo?**

**SITUAÇÃO 2** - Sabe-se que os alisantes ácidos causam danos no córtex capilar e nas cutículas. O uso do formol foi proibido em concentrações abaixo de 0,2%. Hoje, apenas uma fórmula de pH baixo (ácido) é permitida no mercado brasileiro: o ácido glioxílico associado à carbocisteína. O ativo é comercializado por várias marcas.

Disponível em: <https://jornal.usp.br/ciencias/ciencias-da-saude/escova-progressiva-mais-acida-gera-danos-agressivos-ao-cabelo/>

**Os danos causados por esses ácidos afetam qual tipo de biomolécula? Explique sua importância para o organismo?**

**SITUAÇÃO 3** - Leia o trecho do artigo Obesidade: "A doença do século" [...] Dos 35.448 adultos entrevistados, os homens obesos apresentaram simultaneidade do consumo de carnes com gordura, tempo excessivo na posição sentada, inatividade física e presença de quatro comportamentos de risco associados (MENEGLUCCI et al, 2015), dentre os quais, tempo elevado de exposição à televisão, distúrbios relacionados ao sono, fumar e ingerir bebidas alcoólicas em excesso. Esses comportamentos parecem se agrupar e expõem os indivíduos a um risco aumentado de doenças crônicas. Entre as mulheres obesas sobressaiu como fatores de risco o consumo simultâneo de doces e de carnes com gordura e sedentarismo...  
Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1413-81232010000100024>

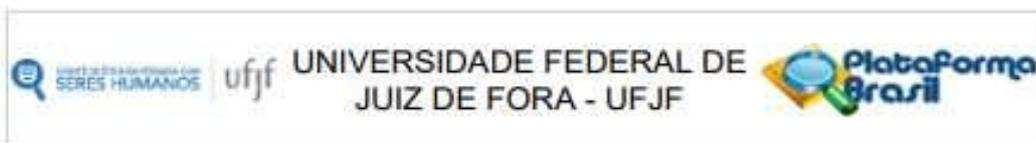
**O artigo está relacionado a qual biomolécula? Vocês conhecem outras funções dessa biomolécula? Explique.**

**SITUAÇÃO 4** - Trecho do filme - "JURASSIC WORLD: DOMÍNIO - O PODER DA GENÉTICA SALVA OU MATA VIDAS?"

[...] Ela foi criada por inseminação artificial; a própria Charlotte a projetou para ser além de sua filha, mas sua semelhante melhorada. Charlotte tinha uma doença irreversível e por isso reescreveu o DNA da Maisie de forma com que suas células conseguiram eliminar a doença e sobreviver. Charlotte Lockwood conseguiu remover quaisquer distúrbios genéticos da sequência. O que é fantástico, pois mostra que a intenção de Charlotte era realmente usar a ciência sempre a favor da vida...

**O trecho do filme refere-se a qual biomolécula? Vocês sabem a função delas no organismo?**

## ANEXO A – Parecer Consubstanciado CEP



**PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP**

**DADOS DO PROJETO DE PESQUISA**

**Título da Pesquisa:** PROPOSTAS DE ATIVIDADES PRÁTICAS INTERDISCIPLINARES PARA O ESTUDO DAS BIOMOLÉCULAS: ESTRUTURA E FUNÇÃO

**Pesquisador:** Fernanda Souza de Oliveira Assis

**Área Temática:**

**Versão:** 5

**CAAE:** 67726023.6.0000.5147

**Instituição Proponente:** Campus Avançado Governador Valadares -UFJF

**Patrocinador Principal:** Financiamento Próprio

**DADOS DO PARECER**

**Número do Parecer:** 6.440.635

**Apresentação do Projeto:**

A apresentação do projeto está clara, bem fundamentada nos referenciais teóricos e em concordância com os objetivos apresentados. No resumo podemos ter uma ideia da apresentação, referencial teórico-metodológico e dos procedimentos investigativos, além dos resultados esperados, como se lê a seguir: "A Bioquímica é uma área complexa da ciência que visa estudar os processos químicos nos seres vivos. Esses processos tratam da estrutura e função metabólica dos componentes celulares. No Ensino Médio não aparece como disciplina isolada, mas integrada a outros temas como, por exemplo, Citologia. Apesar do avanço tecnológico facilitar a compreensão das biomoléculas e o seu funcionamento, nas escolas públicas os recursos ainda são limitados. Baseando-se no conceito de que executando o aluno compreende e ressignifica o aprendizado foi que surgiu a proposta deste trabalho. Ele visa o estudo das biomoléculas por meio do ensino por investigação explorando a estrutura e função dos Carboidratos, Lipídeos, Proteínas e Ácidos Nucleicos. Previamente à execução da sequência didática, os alunos responderão à um questionário, cujo objetivo será avaliar o conhecimento prévio dos estudantes sobre o tema. A sequência didática investigativa acontecerá de forma interdisciplinar com a disciplina de Química e conterà as seguintes etapas: 1º Problematização inicial com trechos de filmes, textos e artigos sobre as Biomoléculas objetivando aproximar o tema com a realidade dos estudantes. 2º Levantamento das hipóteses e momento extraclasse para pesquisa bibliográfica sobre o tema. 3º Construção dos modelos estruturais e elaboração de experimentos que irão nortear a resolução

**Endereço:** JOSE LOURENÇO KELMER S/N

**Bairro:** SAO PEDRO

**CEP:** 36.036-900

**UF:** MG

**Município:** JUIZ DE FORA

**Telefone:** (32)2102-3788

**E-mail:** cep.propp@ufjf.br



UNIVERSIDADE FEDERAL DE  
JUIZ DE FORA - UFJF



Continuação do Parecer: 6.440.635

das hipóteses levantadas, que acontecerá nas aulas de Biologia e Química. 4º Momento de reflexão sobre os resultados alcançados, organização dos dados e apresentação. Durante a sequência didática, os alunos deverão registrar o seu processo investigativo em um diário de bordo. As discussões realizadas serão gravadas e posteriormente transcritas para análise de conteúdo. Após o desenvolvimento da sequência didática, os alunos serão convidados a avaliar as atividades desenvolvidas em uma atividade de roda de conversa. Além disso, eles responderão novamente o questionário inicial, como forma de avaliar o conhecimento construído. Os dados obtidos com as respostas do questionário (antes e pós sequência) serão analisados e as respostas discursivas serão classificadas como satisfatória ou insatisfatória, bem como será avaliado o índice de acertos e erros registrados nas questões objetivas. Os registros no diário de bordo e as transcrições das discussões serão avaliadas seguindo a análise de conteúdo de Bardin (Bardin, 2011). As propostas das atividades de construção dos modelos estruturais e dos experimentos executados serão disponibilizadas on-line na forma de uma apostila para professores de Biologia e Química. Espera-se que este trabalho contribua para o desenvolvimento científico e construção ativa e reflexiva acerca do tema proposto colocando os alunos como protagonistas do processo de ensino aprendizagem."

#### **Objetivo da Pesquisa:**

Os objetivos da pesquisa estão assim descritos no texto do projeto: "Avaliar o uso de uma sequência didática investigativa interdisciplinar na abordagem do Tema Biomoléculas para alunos do Ensino Médio. Objetivo Secundário: •Desenvolver uma sequência didática investigativa interdisciplinar entre as disciplinas de Biologia e Química abordando os assuntos: carboidratos, lipídeos, proteínas e ácidos nucleicos. Verificar o desempenho dos alunos antes e após a aplicação das atividades interdisciplinares investigativas sobre Biomoléculas. • Analisar os discursos dos alunos durante as atividades da sequência didática por meio da transcrição das falas gravadas e dos registros nos diários de bordo."

São objetivos que se assemelham à métodos, como por exemplo, afirmar que irá desenvolver uma apostila e que irá verificar o desempenho de alunos. O objetivo específico de analisar discursos é muito vago, afinal o objetivo de toda pesquisa é analisar, porém estão em acordo com uma investigação.

#### **Avaliação dos Riscos e Benefícios:**

Os riscos e benefícios aos participantes foram claramente descritos, graduados e as formas de minimiza-los foram apresentadas, inclusive com o reconhecimento dos participantes estarem em situação de vulnerabilidade e as formas de tentar minimizar seu desconforto foram explicitadas

**Endereço:** JOSE LOURENCO KELMER S/N

**Bairro:** SAO PEDRO

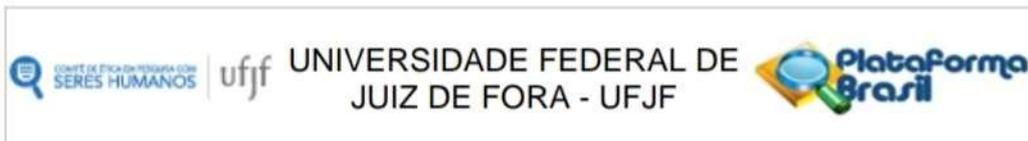
**CEP:** 36.036-900

**UF:** MG

**Município:** JUIZ DE FORA

**Telefone:** (32)2102-3788

**E-mail:** cep.propp@ufjf.br



Continuação do Parecer: 6.440.635

como se pode ler a seguir no trecho retirado do projeto: "Na apresentação dos resultados não serão citados os nomes dos participantes. Além disso, considerando a condição de vulnerabilidade inerente a faixa etária na qual se encontram os participantes da pesquisa, será abordado no momento inicial da apresentação do projeto os conceitos de autonomia e voluntariedade, para que os mesmos tenham ciência do direito de livre escolha na participação das atividades propostas."

**Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:**

A metodologia está adequadamente descrita e em consonância com os objetivos secundários (penúltimo e último) propostos no projeto. As formas de análise dos dados estão apresentadas de forma satisfatória e os instrumentos de produção dos dados estão nos apêndices do projeto original.

**Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:**

O protocolo de pesquisa está em configuração adequada, apresenta FOLHA DE ROSTO devidamente preenchida, com o título em português, identifica o patrocinador pela pesquisa, estando de acordo com as atribuições definidas na Norma Operacional CNS 001 de 2013 item 3.3 letra a; e 3.4.1 item 16. Apresenta o TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE ESCLARECIDO em linguagem clara para compreensão dos participantes, apresenta justificativa e objetivo, campo para identificação do participante, descreve de forma suficiente os procedimentos, informa que uma das vias do TCLE será entregue aos participantes, assegura a liberdade do participante recusar ou retirar o consentimento sem penalidades, garante sigilo e anonimato, explicita riscos e desconfortos esperados, indenização diante de eventuais danos decorrentes da pesquisa, contato do pesquisador e do CEP e informa que os dados da pesquisa ficarão arquivados com o pesquisador pelo período de cinco anos, de acordo com as atribuições definidas na Resolução CNS 466 de 2012, itens: IV letra b; IV.3 letras a, b, d, e, f, g e h; IV. 5 letra d e XI.2 letra f. Apresenta o INSTRUMENTO DE COLETA DE DADOS de forma pertinente aos objetivos delineados e preserva os participantes da pesquisa. O Pesquisador apresenta titulação e experiência compatível com o projeto de pesquisa, estando de acordo com as atribuições definidas no Manual Operacional para CEPs. Apresenta DECLARAÇÃO de infraestrutura e de concordância com a realização da pesquisa de acordo com as atribuições definidas na Norma Operacional CNS 001 de 2013 item 3.3 letra h.

**Recomendações:**

Embora esses pontos não contraindiquem a aprovação sob o prisma ético, seria recomendável que a pesquisadora observasse que:

Endereço: JOSE LOURENCO KELMER S/N  
 Bairro: SAO PEDRO CEP: 36.036-900  
 UF: MG Município: JUIZ DE FORA  
 Telefone: (32)2102-3788 E-mail: cep.propp@ufjf.br



UNIVERSIDADE FEDERAL DE  
JUIZ DE FORA - UFJF



Continuação do Parecer: 6.440.635

- a) O Desenho do projeto deve restringir-se à apresentação dos elementos básicos da pesquisa; modelo investigativo, objetivos, constituição da amostra, instrumentos, metodologia;
- b) Os Desfechos, se for o caso, devem expressar o impacto da pesquisa sobre os participantes, não informações sobre objetivos e procedimentos;
- c) O Orçamento deveria vir detalhado, não como agrupamento de vários itens inespecíficos.

**Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:**

Diante do exposto, o projeto está aprovado, pois está de acordo com os princípios éticos norteadores da ética em pesquisa estabelecido na Res. 466/12 CNS e com a Norma Operacional N° 001/2013 CNS, segundo este relator, aguardando a análise do Colegiado. Data prevista para o término da pesquisa: 20/01/2024.

**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_2093844.pdf	20/10/2023 09:34:37		Aceito
Declaração de concordância	declaracaodeconcordancia.pdf	20/10/2023 09:34:19	Fernanda Souza de Oliveira Assis	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	projetodestacado.pdf	09/10/2023 15:44:32	Fernanda Souza de Oliveira Assis	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TALE.pdf	31/08/2023 11:12:29	Fernanda Souza de Oliveira Assis	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLEResponsaveis.pdf	31/08/2023 11:11:14	Fernanda Souza de Oliveira Assis	Aceito
Folha de Rosto	folhaderosto_assinada.pdf	26/05/2023 15:37:50	Fernanda Souza de Oliveira Assis	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	declaracaodeinfraestrutura.pdf	26/05/2023 15:34:51	Fernanda Souza de Oliveira Assis	Aceito
Outros	CurriculoMarcia.pdf	06/03/2023 18:04:47	MARCIA MADALENA MENESES BICALHO	Aceito
Outros	CurriculoFernanda.pdf	06/03/2023 18:01:50	MARCIA MADALENA MENESES BICALHO	Aceito

**Endereço:** JOSE LOURENCO KELMER S/N

**Bairro:** SAO PEDRO

**CEP:** 36.036-900

**UF:** MG

**Município:** JUIZ DE FORA

**Telefone:** (32)2102-3788

**E-mail:** cep.propp@ufjf.br



UNIVERSIDADE FEDERAL DE  
JUIZ DE FORA - UFJF



Continuação do Parecer: 6.440.635

**Situação do Parecer:**

Aprovado

**Necessita Apreciação da CONEP:**

Não

JUIZ DE FORA, 22 de Outubro de 2023

---

**Assinado por:**  
**Jubel Barreto**  
**(Coordenador(a))**

**Endereço:** JOSE LOURENCO KELMER S/N

**Bairro:** SAO PEDRO

**CEP:** 36.036-900

**UF:** MG

**Município:** JUIZ DE FORA

**Telefone:** (32)2102-3788

**E-mail:** cep.propp@ufjf.br

## ANEXO B - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

### TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO/RESPONSÁVEIS

O menor \_\_\_\_\_ sob sua responsabilidade, está sendo convidado (a) a participar como voluntário (a) da pesquisa **“PROPOSTAS DE ATIVIDADES PRÁTICAS INTERDISCIPLINARES PARA O ESTUDO DAS BIOMOLÉCULAS: ESTRUTURA E FUNÇÃO”**. O motivo que nos leva a realizar esta pesquisa é a necessidade de formas de ensino que tornem o aluno mais proativo e o ensino mais significativo. Sob este cenário é condizente que os professores implementem o processo de contextualização utilizando material disponível e realizando a confecção de novos. Nesta pesquisa pretendemos avaliar a aquisição de informações científicas dos estudantes sobre Biomoléculas realizando uma sequência didática investigativa interdisciplinar com as disciplinas de Biologia e Química"

Caso você concorde na participação do menor, serão desenvolvidas as seguintes ações com ele: ele responderá a um questionário antes e após o Tema Biomoléculas ser trabalhado em sala de aula. Suas respostas serão áudio gravadas durante as discussões realizadas e eles serão orientados a construir modelos estruturais e experimentos relacionados as biomoléculas, com materiais alternativos sob a supervisão da professora. Esta pesquisa tem riscos mínimos como por exemplo: medo de não saber responder ou ser identificado, a exposição de dados pessoais. Há ainda o risco de quebra de sigilo das informações obtidas com as gravações das respostas dos alunos durante a roda de conversa. Para minimizar os riscos e diminuir os desconfortos, os educandos não serão identificados nos questionários nem nas transcrições das gravações. Além disso, serão assegurados procedimentos de sigilo, confidencialidade, privacidade e proteção da imagem garantindo a não utilização das informações coletadas por terceiros não autorizados em prejuízo das pessoas. Nas experimentações, os alunos utilizarão a proteção exigida para a execução dos experimentos com o uso de equipamentos de proteção individual, caso seja necessário e serão supervisionados constantemente pelos professores que conduzirão as atividades. Todos os cuidados serão tomados para garantir o anonimato dos participantes. A pesquisa poderá contribuir no desenvolvimento de formas de ensino de Biologia e Química que envolvam o aluno de forma central e incitadora permitindo um maior aprendizado.

Para participar desta pesquisa, o menor sob sua responsabilidade e você não terão nenhum custo, nem receberão qualquer vantagem financeira. Se o menor tiver algum dano por causa das atividades que fizermos com ele nesta pesquisa, ele tem direito a buscar indenização. Terá todas as informações que quiser sobre esta pesquisa e estará livre para participar ou recusar-se a participar. Você como responsável pelo menor poderá retirar seu consentimento ou interromper a participação dele a qualquer momento. A participação dele é voluntária e o fato de não o deixar participar não vai trazer qualquer penalidade ou mudança na forma em que ele é atendido (a). O pesquisador não vai divulgar seu nome. O aluno (a) menor sob sua responsabilidade não será identificado (a) em nenhuma publicação que possa resultar. Os resultados da pesquisa estarão à sua disposição quando finalizada. O nome ou o material que indique a participação do menor não será liberado sem a sua permissão.

Este termo de consentimento encontra-se impresso em duas vias originais, sendo que uma será arquivada pelo pesquisador responsável e a outra será fornecida a você. Os dados coletados na pesquisa ficarão arquivados com o pesquisador responsável por um período de 5 (cinco) anos e após esse tempo serão destruídos. Os pesquisadores tratarão a sua identidade com padrões profissionais de sigilo, atendendo a legislação brasileira (Resolução Nº 466/12 do Conselho Nacional de Saúde), utilizando as informações somente para os fins acadêmicos e científicos.

Declaro que concordo em deixa-lo participar da pesquisa e que me foi dada à oportunidade de ler e esclarecer as minhas dúvidas.

Governador Valadares \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2023.

\_\_\_\_\_  
Assinatura do responsável pelo participante

\_\_\_\_\_  
Assinatura da Pesquisadora

## ANEXO C - Termo de Assentimento Livre e Esclarecido

### TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Gostaríamos de convidá-lo a participar como voluntário (a) da pesquisa **PROPOSTAS DE ATIVIDADES PRÁTICAS INTERDISCIPLINARES PARA O ESTUDO DAS BIOMOLÉCULAS: ESTRUTURA E FUNÇÃO**". O motivo que nos leva a realizar esta pesquisa é a necessidade de formas de ensino que tornem o aluno mais proativo e o ensino mais significativo. Sob este cenário é condizente que os professores implementem o processo de contextualização utilizando material disponível e realizando a confecção de novos. Nesta pesquisa pretendemos avaliar a aquisição de informações científicas dos estudantes sobre Biomoléculas realizando uma sequência didática investigativa interdisciplinar com as disciplinas de Biologia e Química"

Caso você concorde em participar, serão desenvolvidas as seguintes ações com você: irá responder a um questionário antes e após o Tema Biomoléculas ser trabalhado em sala de aula. Suas respostas serão áudio gravadas durante as discussões realizadas e será orientado a construir modelos estruturais e experimentos relacionados as biomoléculas com materiais alternativos, sob a supervisão da professora. Esta pesquisa tem riscos mínimos como por exemplo: medo de não saber responder ou ser identificado, a exposição de dados pessoais. Há ainda o risco de quebra de sigilo das informações obtidas com as gravações das respostas durante a roda de conversa. Para minimizar os riscos e diminuir os desconfortos, nenhum estudante será identificado nos questionários nem nas transcrições das gravações. Além disso, serão assegurados procedimentos de sigilo, confidencialidade, privacidade e proteção da imagem garantindo a não utilização das informações coletadas por terceiros não autorizados em prejuízo das pessoas. Nas experimentações, os alunos utilizarão a proteção exigida para a execução dos experimentos com o uso de equipamentos de proteção individual, caso seja necessário e serão supervisionados constantemente pelos professores que conduzirão as atividades. Todos os cuidados serão tomados para garantir o anonimato dos participantes. A pesquisa poderá contribuir no desenvolvimento de formas de ensino de Biologia e Química que envolvam o aluno de forma central e incitadora permitindo um maior aprendizado.

Para participar desta pesquisa, o responsável por você deverá autorizar e assinar um termo de consentimento. Você não terá nenhum custo, nem receberá qualquer vantagem financeira. Se você tiver algum dano por causa das atividades que fizemos com você nesta pesquisa, você tem direito a indenização. Terá todas as informações que quiser sobre esta pesquisa e estará livre para participar ou recusar-se a participar. Poderá retirar seu consentimento ou interromper sua participação a qualquer momento. A sua participação é voluntária e o fato de não participar não vai trazer qualquer penalidade ou mudança na forma em que você é atendido (a). O pesquisador não vai divulgar seu nome. Você não será identificado (a) em nenhuma publicação que possa resultar. Os resultados da pesquisa estarão à sua disposição quando finalizada. O nome ou o material que indique sua participação não será liberado sem a sua permissão. O responsável por você poderá retirar o consentimento ou interromper a sua participação a qualquer momento.

Este termo de consentimento encontra-se impresso em duas vias originais, sendo que uma será arquivada pelo pesquisador responsável e a outra será fornecida a você. Os dados coletados na pesquisa ficarão arquivados com o pesquisador responsável por um período de 5 (cinco) anos e após esse tempo serão destruídos. Os pesquisadores tratarão a sua identidade com padrões profissionais de sigilo, atendendo a legislação brasileira (Resolução N° 466/12 do Conselho Nacional de Saúde), utilizando as informações somente para os fins acadêmicos e científicos.

Declaro que concordo em deixa-lo participar da pesquisa e que me foi dada à oportunidade de ler e esclarecer as minhas dúvidas.

Governador Valadares \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2023.

\_\_\_\_\_  
Assinatura do responsável pelo participante

\_\_\_\_\_  
Assinatura da Pesquisadora

**ANEXO D – Declaração de Infraestrutura da Escola**

ESCOLA ESTADUAL QUINTINO BOCAIUVA  
RUA FRANCISCO DE PAULA FREITAS, 300 - JARDIM PÉROLA  
GOVERNADOR VALADARES/MG - CEP: 35050-220  
TELEFONE: (33) 3221-7050

**DECLARAÇÃO**

Eu "Pedro Avner Ferreira Quintino", na qualidade de responsável pela Escola Estadual Quintino Bocaiuva, autorizo a realização da pesquisa intitulada "PROPOSTAS DE ATIVIDADES PRÁTICAS INTERDISCIPLINARES PARA O ESTUDO DAS BIOMOLÉCULAS: ESTRUTURA E FUNÇÃO" a ser conduzida sob a responsabilidade da pesquisadora Fernanda Souza de Oliveira Assis/colaboradora Márcia Madalena Meneses Bicalho e DECLARO que esta instituição apresenta infraestrutura necessária à realização da referida pesquisa. Esta declaração é válida apenas no caso de haver parecer favorável do Comitê de Ética da UFJF para a referida pesquisa.

Governador Valadares, 35 de Maio de 2023.

ASSINATURA Pedro Avner Ferreira Quintino  
Pedro Avner Ferreira Quintino  
Vice-Diretor  
Masp 1.323.242-6

**(carimbo da Instituição)**