

**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA - UnB**  
**INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS**  
**Programa de Mestrado Profissional em Ensino de Biologia - PROFBIO**

**ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: Novas práticas e estratégias pedagógicas para o ensino de Biologia**

**LINHA DE PESQUISA: Comunicação, Ensino e Aprendizagem em Biologia**

**Aulas Práticas de Citologia como Estratégia Pedagógica  
no Ensino por Investigação em Biologia**

**Pollyana Alves Caetano  
Mestranda**

**Dr. Marcos Antônio dos Santos Silva Ferraz  
Orientador**

Brasília  
2025

**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA - UnB**  
**INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS**

Programa de Mestrado Profissional em Ensino de Biologia - PROFBIO

**Aulas Práticas de Citologia como Estratégia Pedagógica  
no Ensino por Investigação em Biologia**

**POLLYANA ALVES CAETANO**

Brasília  
2025

**Pollyana Alves Caetano**

**Aulas Práticas de Citologia como Estratégia Pedagógica  
no Ensino por Investigação em Biologia**

Dissertação de Mestrado apresentado ao Programa de Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em Rede Nacional-PROFBIO, do Instituto de Ciências Biológicas, da Universidade Federal de Brasília, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ensino de Biologia.

**Área de concentração: Novas práticas e estratégias pedagógicas para o ensino de Biologia**

Orientador: Prof. Dr. Marcos Antônio dos Santos Silva Ferraz.

Brasília

2025

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**

C128a

Caetano, Pollyana Alves

Aulas práticas de citologia como estratégia pedagógica no ensino por investigação em Biologia [recurso eletrônico] / Pollyana Alves Caetano. – Brasília, DF: [s.n], 2025.

171 p. : il.

Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Biologia) – Universidade de Brasília, Instituto de Ciências Biológicas, Programa de Mestrado Profissional em Ensino de Biologia – PROFBIO.

Orientador: Dr. Marcos Antônio dos Santos Silva Ferraz.

1. Ensino de Biologia – Metodologia. 2. Citologia – Estudo e ensino. 3. Estratégias pedagógicas. 4. Ensino por investigação. 5. Sequência didática. 6. Avaliação diagnóstica. I. Título.

CDD 570.71  
CDU 577.1:37.091.3  
NLM QT 18

Elaborada por Marcelo Diniz - CRB 2/1533. Resolução CFB nº 184, de 29 de setembro de 2017.

Brasília, 05 de outubro de 2025.

Documento assinado digitalmente  
 POLLYANA ALVES CAETANO  
Data: 07/10/2025 11:25:41-0300  
Verifique em <https://validar.itd.gov.br>

---

Pollyana Alves Caetano

**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA**  
**PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO PROFBIO**

Aos trinta dias do mês de **Junho** do ano de **dois mil e vinte e cinco**, instalou-se a banca examinadora de Dissertação de Mestrado da aluna Pollyana Alves Caetano, matrícula 23110393. A banca examinadora foi composta pelos professores Dr. André Vitor Fernandes dos Santos/UnB/membro interno, Dr. Mac David da Silva Pinto/UFTO/membro externo, Dra. Ildinete Silva Pereira/UnB/Suplente e Dr. Marcos Antonio dos Santos Silva Ferraz/UnB/orientador/presidente. A discente apresentou o trabalho intitulado "**Aulas Práticas de Citologia como Estratégia Pedagógica no Ensino por Investigação em Biologia**".

Concluída a exposição, procedeu-se a arguição do(a) candidato(a), e após as considerações dos examinadores o resultado da avaliação do trabalho foi:

- ( X ) Pela aprovação do trabalho;
- ( ) Pela aprovação do trabalho, com revisão de forma, indicando o prazo de até 30 (trinta) dias para apresentação definitiva do trabalho revisado;
- ( ) Pela reformulação do trabalho, indicando o prazo de **(Nº DE MESES)** para nova versão;
- ( ) Pela reprovação do trabalho, conforme as normas vigentes na Universidade de Brasília.

Conforme os Artigos 34, 39 e 40 da Resolução 0080/2021 - CEPE, o(a) candidato(a) não terá o título se não cumprir as exigências acima.

Dr. Marcos Antonio dos Santos Silva Ferraz  
UnB/orientador/presidente

Dr. André Vitor Fernandes dos Santos  
UnB/membro interno

Dr. Mac David da Silva Pinto  
UFTO/membro externo

Dra. Ildinete Silva Pereira  
UnB/Suplente

Pollyana Alves Caetano  
Mestrando



Documento assinado eletronicamente por **Marcos Antonio dos Santos Silva Ferraz, Professor(a) de Magistério Superior do Instituto de Ciências Biológicas**, em 29/09/2025, às 10:18, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento na Instrução da Reitoria 0003/2016 da Universidade de Brasília.



Documento assinado eletronicamente por **Mac David da Silva Pinto, Usuário Externo**, em 29/09/2025, às 12:00, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento na Instrução da Reitoria 0003/2016 da Universidade de Brasília.



Documento assinado eletronicamente por **Pollyana Alves Caetano, Usuário Externo**, em 29/09/2025, às 13:24, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento na Instrução da Reitoria 0003/2016 da Universidade de Brasília.



Documento assinado eletronicamente por **Silviene Fabiana de Oliveira, Coordenador(a) de Curso de Pós-Graduação do Instituto de Ciências Biológicas**, em 29/09/2025, às 16:36, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento na Instrução da Reitoria 0003/2016 da Universidade de Brasília.



Documento assinado eletronicamente por **Andre Vitor Fernandes dos Santos, Professor(a) de Magistério Superior da Faculdade de Planaltina**, em 29/09/2025, às 16:47, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento na Instrução da Reitoria 0003/2016 da Universidade de Brasília.



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site  
[http://sei.unb.br/sei/controlador\\_externo.php?acao=documento\\_conferir&id\\_orgao\\_acesso\\_externo=0](http://sei.unb.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0), informando o código verificador **13171283** e o código CRC **20A7D852**.

**Pollyana Alves Caetano**

**Aulas Práticas de Citologia como Estratégia Pedagógica no Ensino por Investigação em Biologia**

Dissertação de Mestrado apresentado ao Programa de Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em Rede Nacional-PROFBIO, do Instituto de Ciências Biológicas, da Universidade Federal de Brasília, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ensino de Biologia.

**BANCA EXAMINADORA**

Prof. Dr Marcos Antônio dos Santos Silva Ferraz (Orientador)

Prof. Dr. André Vitor Fernandes dos Santos/PROFBIO

Prof. Dr. Mac David da Silva Pinto/UFT

Prof. Dra. Ildinete Silva Pereira/UnB

Brasília, junho de 2025

## Relato do Mestrando – Turma 2023

<b>Instituição:</b> Universidade de Brasília (UnB)
<b>Mestranda:</b> Pollyana Alves Caetano
<b>Título:</b> Aulas Práticas de Citologia como Estratégia Pedagógica no Ensino por Investigação em Biologia
<b>Data da defesa:</b> 30/07/2025
A minha trajetória na docência teve início seis anos após a conclusão da graduação em Ciências Biológicas pela Universidade Federal do Tocantins (UFT), em 2011. Até então, atuava na área da saúde, mas, naquele ano, decidi assumir um cargo na educação pública estadual do Tocantins, conquistado por meio de concurso. Fui lotada em uma escola no município de Pau D'Arco, uma cidade do interior com aproximadamente cinco mil habitantes, que atendia turmas do ensino fundamental I e II.  Minha primeira experiência como professora foi desafiadora. Lecionava Ciências, mas, para completar a carga horária, também assumi aulas de Matemática. Enfrentei uma realidade marcada pela vulnerabilidade social dos estudantes, o que exigiu de mim um grande empenho para oferecer um ensino de qualidade. Busquei, desde o início, utilizar metodologias atrativas, capazes de despertar o interesse dos alunos pela Ciência.  Em 2012, retornei para Palmas, onde segui atuando em escolas que atendem majoritariamente alunos em situação de vulnerabilidade. Mantive meu compromisso com práticas pedagógicas dinâmicas e significativas, apesar das condições estruturais precárias, que frequentemente dificultavam o desenvolvimento de aulas diversificadas. Passei por mais três escolas na periferia da capital até que surgiu a oportunidade de ingressar no mestrado.  Esse convite para retomar a vida acadêmica chegou de forma inusitada: por meio de uma mensagem no WhatsApp, enviada por um colega que já havia concluído o PROFBIO. Ele me encaminhou o edital do programa. Fiquei em dúvida sobre participar, sobretudo devido à distância e aos custos das viagens semanais. Contudo, a vontade de me aprimorar academicamente falou mais alto e decidi me inscrever. A confirmação da minha aprovação veio também por mensagem, através de um print que esse mesmo colega me enviou com o resultado do processo seletivo.  De março de 2023 a junho de 2024, vivi uma rotina intensa, marcada por madrugadas viajando de Palmas a Brasília, em sistema de bate e volta. As aulas ocupavam o dia inteiro e, ao final, retornávamos sem qualquer pausa para descanso, totalizando mais de 24 horas de

jornada. Apesar do cansaço e dos desafios logísticos, essa experiência foi extremamente enriquecedora para minha formação.

Antes do mestrado, eu não compreendia profundamente os fundamentos do ensino por investigação, embora já tivesse, intuitivamente, desenvolvido algumas práticas com essa abordagem. Hoje, reconheço o quanto minha percepção sobre o processo de ensino e aprendizagem foi transformada. Minha prática docente foi ressignificada, especialmente no que diz respeito ao planejamento de aulas e à escolha de estratégias que favoreçam a construção ativa do conhecimento pelos estudantes. Ter acesso ao conhecimento que me permite propor algo novo e significativo em sala de aula é, sem dúvida, uma experiência extraordinária e gratificante.

Dedico este trabalho, ao meu esposo, companheiro incansável, que me apoiou, incentivou e esteve ao meu lado em cada etapa desta jornada. Seu amor pelo conhecimento e pela educação foi inspiração constante,

À minha mãe, que, mesmo à distância, nunca deixou de me apoiar, me fortalecer com palavras de encorajamento e me proteger por meio de suas orações.

E, com todo meu amor, dedico às minhas filhas, que, mesmo com as queixas, compreenderam minha ausência em muitos momentos, em nome de um sonho que, agora, se concretiza.

## **Agradecimentos**

A Deus, a Alá, a Jeová e a todas as divindades que representam a fé e a espiritualidade nas mais diversas crenças. Que essa força superior, em suas diferentes manifestações, continue a fortalecer aqueles que, em meio às aflições e aos amores da vida, encontram sentido para seguir em frente.

À minha família, que compreendeu a dedicação e o tempo que este projeto exigiu. Às minhas filhas, por suportarem com paciência minha ausência em momentos tão especiais, como as apresentações escolares. Vocês foram minha inspiração para perseverar.

Ao meu esposo, pela paciência, incentivo e por ser meu coorientador não oficial, oferecendo orientações para o desenvolvimento deste trabalho. Seu apoio foi essencial em todos os momentos.

Às minhas amigas de sala, Luciana, Givoneide e Sara, pela parceria nos trabalhos em grupo, pelo apoio mútuo e pela troca de conhecimentos que tornaram o caminho mais leve e enriquecedor.

Ao colega Ely, pela companhia durante as longas viagens entre Palmas e a UnB, e pelas conversas que, além de aliviar a jornada, contribuíram para manter o ânimo.

Ao professor Marcos, meu orientador, por seu acompanhamento, pelas sugestões que enriqueceram este trabalho e pelo comprometimento em me guiar por esse processo. À professora Nazaré, por sua generosidade e disponibilidade em compor as bancas de qualificação e pré-defesa, oferecendo contribuições valiosas.

A todos que, direta ou indiretamente, estiveram ao meu lado nesta caminhada, minha gratidão eterna. Este trabalho é também resultado de cada um de vocês.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) - Brasil - Código de Financiamento 001, pelo apoio financeiro.

## **Aulas Práticas de Citologia como Estratégia Pedagógica no Ensino por Investigação em Biologia**

### **RESUMO**

Esta dissertação investigou o impacto de aulas práticas de Citologia organizadas segundo os princípios do ensino por investigação no desempenho de 37 estudantes da 2<sup>a</sup> série do ensino médio de uma escola pública de Palmas - TO. Após um diagnóstico inicial por meio de questionário (pré-teste), foram planejadas intervenções teóricas e práticas alinhadas às lacunas identificadas. Concluídas as etapas, aplicou-se um pós-teste para comparação dos resultados. As médias de acertos elevaram-se de 9,62 (DP = 3,26) na fase teórica para 10,30 (DP = 2,63) na prática, diferença estatisticamente significativa com base no teste de Wilcoxon ( $V = 121$ ;  $p = 0,018$ ). O coeficiente  $r$  bisserial de postos indicou efeito moderado ( $r = 0,48$ ; IC95% = 0,15–0,71), enquanto a correlação de Spearman evidenciou forte consistência entre os desempenhos ( $\rho = 0,889$ ;  $p < 0,001$ ). Embora o ganho não tenha sido homogêneo sobretudo em objetos de conhecimento de maior abstração, a sequência de aulas práticas potencializou a participação ativa e a compreensão conceitual, apontando para a relevância de metodologias investigativas no ensino de Biologia. O número reduzido de participantes sugere cautela na generalização dos dados, mas reforçam a necessidade de estudos ampliados em diferentes contextos escolares. Com base na análise dos dados, constatou-se reduzido índice de acertos nas questões relativas ao núcleo celular e à estrutura do DNA; em decorrência, desenvolveu-se, como produto educacional, uma sequência didática investigativa centrada nessa temática.

Palavras-chave: aprendizagem significativa; sequência didática investigativa; avaliação diagnóstica; núcleo celular.

## **Practical Cytology Classes as a Pedagogical Strategy in Research-Based Teaching in Biology**

### **ABSTRACT**

This master's dissertation investigated the impact of inquiry-based cytology lab lessons on the performance of 37 eleventh-grade students at a public school in Palmas, Tocantins, Brazil. A diagnostic questionnaire (pre-test) guided the planning of targeted theoretical and practical sessions. After the intervention, an identical post-test was applied. Mean correct answers rose from 9.62 ( $SD = 3.26$ ) after the theoretical stage to 10.30 ( $SD = 2.63$ ) after the practical stage; the Wilcoxon signed-rank test confirmed a significant difference ( $V = 121$ ;  $p = 0.018$ ). The rank-biserial correlation showed a moderate effect ( $r = 0.48$ ; 95 % CI = 0.15–0.71), and Spearman's rho indicated strong consistency between performances ( $\rho = 0.889$ ;  $p < 0.001$ ). Although gains were smaller in highly abstract topics, the practical sequence enhanced active participation and conceptual understanding, underscoring the value of inquiry approaches in high-school biology. Sample size and logistical constraints limit generalization, highlighting the need for broader studies in diverse settings. Based on the analysis of the data, a low rate of correct answers was found for questions relating to the cell nucleus and the structure of DNA; as a result, an investigative didactic sequence centered on this theme was developed as an educational product.

**Keywords:** meaningful learning; investigative didactic sequence; diagnostic assessment; cell nucleus.

## Lista de ilustrações

Quadro 1: técnicas de ilustração científica .....	26
Figura 1: Distribuição dos participantes da amostra por sexo .....	41
Figura 2: Relação percentual de acertos por unidade temática .....	42
Figura 3: Relação percentual de acertos por objetos de conhecimento .....	43
Figura 4: Execução do experimento para visualização da células da mucosa bucal .....	47
Figura 5: Representação esquemática da célula da mucosa bucal no caderno de esboço e foto da célula bucal no microscópio .....	48
Figura 6 - Caderno de esboços dos estudantes .....	50
Figura 7: Acertos por questão após aulas teórica e prática.....	52
Figura 8: Boxplot da distribuição dos resultados das avaliações .....	56
Figura 9: Questões com rendimento inferior a 50%.....	58
Figura 10: Curvas de densidade - Teórica/Prática.....	60
Figura 11: Histograma da análise de normalidade pelo teste Shapiro-Wilk .....	61
Figura 12: Análise de correlação de Spearman .....	64

## Lista de tabelas

Tabela 1: Distribuição das unidades temáticas e dos objetos do conhecimento do questionário de avaliação diagnóstica .....	34
Tabela 2: Plano de Aulas Teórica.....	38
Tabela 3: Plano de Aulas Práticas .....	38
Tabela 4: Resumo descritivo e de dispersão das fases pós-teste .....	51

## Lista de siglas

<b>Sigla</b>	<b>Significado</b>
BNCC	Base Nacional Comum Curricular
CTSA	Ciência, Tecnologia, Sociedade e Meio Ambiente
Profe	Programa de Fortalecimento da Educação
SEDUC	Secretaria de Estado da Educação do Tocantins
Libras	Língua Brasileira de Sinais
EJA	Educação de Jovens e Adultos
DCT-TO	Documento Curricular do Território do Tocantins
PNLD	Programa Nacional do Livro Didático
TALE	Termo de Assentimento Livre e Esclarecido
TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
SGE	Sistema de Gerenciamento Escolar do Tocantins
CEP/FS	Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Ciências da Saúde
UnB	Universidade de Brasília
STEM	Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática
PPP	Projeto Político-Pedagógico
ABP	Aprendizagem Baseada em Problemas
ABE	Aprendizagem Baseada em Equipe

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>19</b>
<b>1.1 Ensino por Investigação em Ciências e Biologia.....</b>	<b>19</b>
<b>1.2 Aulas práticas no ensino de Citologia .....</b>	<b>22</b>
<b>1.3 Ilustração Científica – O Uso de Cadernos de Esboços como Ferramenta Pedagógica.....</b>	<b>25</b>
<b>1.4 Sequência Didática Investigativa .....</b>	<b>27</b>
<b>1.5 Contextualização do problema de pesquisa .....</b>	<b>30</b>
<b>2 OBJETIVOS DO TRABALHO .....</b>	<b>31</b>
<b>2.1 Objetivo geral.....</b>	<b>31</b>
<b>2.2 Objetivos específicos.....</b>	<b>31</b>
<b>3 METODOLOGIA .....</b>	<b>32</b>
<b>3.1 População do estudo, amostra e amostragem .....</b>	<b>32</b>
<b>3.2 Critérios de inclusão e de exclusão.....</b>	<b>33</b>
<b>3.2.1 Critério de Inclusão.....</b>	<b>33</b>
<b>3.2.2 Critério de exclusão .....</b>	<b>33</b>
<b>3.3 Coleta de dados .....</b>	<b>33</b>
<b>3.3.1 Etapa 1 – Aplicação da Avaliação Diagnóstica .....</b>	<b>34</b>
<b>3.3.2 Etapa 2 – Elaboração e execução dos planos de aula .....</b>	<b>36</b>
<b>3.3.3 Etapa 3 - Aplicação da Avaliação Pós-teste .....</b>	<b>39</b>
<b>3.4 Análise dos dados.....</b>	<b>39</b>
<b>3.4.1 Análise da avaliação diagnóstica .....</b>	<b>40</b>
<b>3.4.2 Análise das avaliações pós-teste .....</b>	<b>40</b>
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>41</b>
<b>4.1 Caracterização da amostra .....</b>	<b>41</b>
<b>4.2 Análise descritiva e medidas de dispersão das avaliações.....</b>	<b>41</b>
<b>4.2.1 Relato da Aula Teórica .....</b>	<b>44</b>
<b>4.2.2 Relato da Aula Prática .....</b>	<b>46</b>
<b>4.2.3 Análise dos cadernos de esboço.....</b>	<b>49</b>
<b>4.2.4 Análise descritiva e de medidas de dispersão dos dados da avaliação pós-teste .....</b>	<b>51</b>
<b>4.2.5 Questões com Baixo Rendimento (&lt;50%).....</b>	<b>57</b>
<b>4.3 Análise da Normalidade dos Dados .....</b>	<b>59</b>
<b>4.4 Análises inferenciais .....</b>	<b>62</b>
<b>4.4.1 Teste não paramétrico de Wilcoxon .....</b>	<b>62</b>
<b>4.4.2 Análise da Correlação de Spearman .....</b>	<b>63</b>
<b>4.4.3 Poder do estudo.....</b>	<b>65</b>
<b>5 CONSTRUÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL - SEQUÊNCIA DIDÁTICA INVESTIGATIVA.....</b>	<b>67</b>
<b>6 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>69</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>70</b>
<b>APÊNDICE A: QUESTIONÁRIO ESTRUTURADO DE AVALIAÇÃO DIAGNÓSTICA .....</b>	<b>79</b>
<b>APÊNDICE B: TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO – TALE (PARA MENOR DE 18 ANOS – RESOLUÇÃO 466/12- 510/2016) .....</b>	<b>86</b>
<b>APÊNDICE C - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO – TCLE RESPONSÁVEL.....</b>	<b>89</b>
<b>APÊNDICE D - TERMO DE COMPROMISSO DE SUBMISSÃO COMPLEMENTAR</b>	<b>92</b>
<b>APÊNDICE E – PRODUTO EDUCACIONAL .....</b>	<b>93</b>

**APÊNDICE F - QUESTIONÁRIO ESTRUTURADO DE AVALIAÇÃO PÓS-TESTE**

**156**

<b>APÊNDICE G - PLANO DE AULA – TEÓRICA .....</b>	<b>161</b>
<b>APÊNDICE H - PLANO DE AULA – PRÁTICA.....</b>	<b>164</b>
<b>APÊNDICE I – ASPECTOS ÉTICOS .....</b>	<b>169</b>
<b>ANEXO A – TERMO DE ANUÊNCIA DA INSTITUIÇÃO CAMPO DA PESQUISA</b>	<b>173</b>
<b>ANEXO B – PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP UNB.....</b>	<b>174</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A introdução organiza-se em quatro eixos inter-relacionados que definem o objeto deste estudo, delimita o problema a ser investigado e apresentam o embasamento teórico que subsidiará a construção da proposta metodológica deste estudo: o ensino por investigação em Ciências e Biologia; a utilização de aulas práticas no ensino de Citologia; o uso da ilustração científica por meio de cadernos de esboços e a estruturação da sequência didática investigativa. Cada subtópico contribui para a construção de dessa proposta, de forma que se busque compreender as lacunas de conhecimento inicialmente evidenciadas e orientar a incorporação nos modelos pedagógicos de ensino-aprendizagem existentes, novos elementos pedagógicos que aperfeiçoem o processo iterativo e permanente de sua construção e orientado para abordagens didáticas pautadas na autonomia discente, na articulação entre teoria e prática e na formação científica crítica no ensino de Biologia.

### 1.1 Ensino por Investigação em Ciências e Biologia

A educação contemporânea está marcada por intensas transformações e crescentes desafios sociais, científicos e tecnológicos. Nesse cenário, exige-se da escola uma postura mais ativa na formação de sujeitos críticos e autônomos, capazes de compreender e intervir em realidades complexas. Para atender a tais demandas, diversas propostas metodológicas vêm sendo incorporadas ao ensino, entre elas, destaca-se o ensino por investigação, especialmente nas Ciências e na Biologia (De Oliveira; Venturini, 2021).

Essa abordagem propõe romper com os modelos tradicionais de ensino centrados na memorização e reprodução mecânica de conteúdos, privilegiando práticas que envolvam os estudantes como protagonistas do processo de aprendizagem (Silva, 2019). Nessa perspectiva, o ensino por investigação promove a formulação de hipóteses, a experimentação, a análise de dados e a comunicação de resultados, em um processo que se aproxima das práticas científicas autênticas (Carvalho, 2013; Brito *et al.*, 2018).

A consolidação do ensino por investigação no campo da Educação em Ciências tem raízes históricas no pensamento de John Dewey, que, já no século XIX, criticava o ensino baseado na transmissão de conteúdos prontos e defendia a formação do pensamento investigativo como eixo estruturante da prática educativa (Rodrigues, 2008). Com base nesse legado, Zômpero e Laburú (2011) estruturaram o ensino por investigação em três fases: descoberta, verificação e investigação, sendo esta última a mais sofisticada, por envolver a resolução de problemas cujas respostas são inicialmente desconhecidas pelos alunos. Em consonância com essa perspectiva,

Pedaste et al. (2015) propuseram um modelo mais detalhado, composto por cinco fases inter-relacionadas: orientação, conceitualização, investigação, conclusão e discussão, que organizam de forma cílica os processos de questionamento, formulação de hipóteses, experimentação, análise de dados e reflexão. Esse ciclo favorece o desenvolvimento de competências cognitivas superiores e reforça o papel ativo do estudante na construção do conhecimento científico.

Ao mobilizar competências cognitivas, procedimentais e atitudinais, o ensino investigativo transforma a sala de aula em um espaço de construção ativa do conhecimento, integrando o saber científico à realidade dos estudantes. Como afirmam Trivelato e Tonidandel (2015), essa metodologia exige do professor sensibilidade epistemológica e domínio didático para articular os modos de conhecer da ciência aos processos formativos. Nesse sentido, o professor deixa de ser o único detentor do saber e passa a atuar como mediador, planejando situações investigativas que desafiem os alunos a pensar, argumentar e resolver problemas com base em evidências.

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) fundamenta-se nos pressupostos do ensino por investigação, ao valorizar a construção de competências científicas por meio da formulação de hipóteses, da análise de evidências e da resolução de problemas (BRASIL, 2018). Esse e outros documentos curriculares enfatizam a importância de práticas que promovam o pensamento crítico, a autonomia intelectual e a argumentação fundamentada. Contudo, sua implementação exige mudanças profundas na cultura escolar, ainda fortemente marcada pela centralidade da aula expositiva e pela predominância da avaliação somativa.

Carvalho (2013) destaca que o objetivo do ensino de Ciências por investigação é estabelecer um ambiente investigativo tanto nas escolas quanto nas salas de aula. A ideia é que possamos ensinar, orientar e facilitar o processo simplificado do trabalho científico, de modo que os alunos possam desenvolver gradualmente sua cultura científica e adquirir, a cada aula, uma linguagem científica mais sólida. A cultura científica é concebida como o conjunto de ações e de comportamentos envolvidos na atividade de investigação e divulgação de um novo conhecimento sobre o mundo natural (Sasseron, 2015).

Nesse contexto, a alfabetização científica constitui-se como um eixo fundamental do ensino investigativo. Segundo Sasseron e De Carvalho (2011), ela articula três dimensões: o domínio de conceitos e linguagens científicas; a compreensão crítica da natureza da ciência; e o reconhecimento das interações entre Ciência, Tecnologia, Sociedade e Meio Ambiente (CTSA). Trata-se, portanto, de um processo que ultrapassa a simples apropriação de conteúdos e envolve uma postura ética e reflexiva diante da produção e aplicação do conhecimento.

científico.

Além disso, o ensino por investigação tem mostrado grande potencial para favorecer o desenvolvimento de competências socioemocionais. Ao atuar de forma colaborativa na resolução de problemas abertos, os estudantes exercitam empatia, resiliência e habilidades de comunicação (Decottignies *et al.*, 2022). Essa abordagem também estimula a autonomia estudantil e promove o engajamento com temas significativos, sobretudo quando contextualizados com situações do cotidiano (De Lima Pantaleão; Vasconcelos, 2021; Polo; Bossolan, 2022).

Santos e Silveira (2024) argumentam que, para além da aplicação de atividades investigativas, é fundamental que a vivência investigativa esteja presente na formação docente inicial. A pesquisa-ação, como defendem Abreu (2021) e Bonzanini (2021), constitui-se em uma estratégia potente para desenvolver competências investigativas e reflexões críticas sobre a prática pedagógica. Do mesmo modo, estudos como os de Conceição, Silveira e Lorenzetti (2023) indicam que a investigação deve ser mais que uma tendência metodológica: precisa ser cultivada como uma atitude formativa e crítica.

Nesse sentido, Scarpa e Campos (2018) propõe o uso do ciclo investigativo como estratégia de planejamento e organização didática, no qual as etapas da investigação científica são utilizadas como eixo estruturante das atividades em sala de aula. Já Ramos e Guimarães (2022) destacam a argumentação científica como componente essencial desse processo, pois ela mobiliza dados, evidências e conceitos em debates que favorecem o desenvolvimento do pensamento crítico. Para Costa e Venturi (2021), a integração entre ensino por investigação e metodologias ativas amplia o envolvimento dos alunos nos âmbitos cognitivo, emocional e social.

Contudo, é necessário considerar os contextos em que se pretende aplicar essa metodologia. A experiência de Santos *et al.* (2022) com estudantes da Educação de Jovens e Adultos mostra que o ensino investigativo precisa dialogar com os saberes prévios e com as trajetórias dos alunos para se efetivar como prática transformadora. Além disso, a revisão de literatura de Franco *et al.* (2024) aponta que inovações no ensino de Biologia devem romper com currículos rígidos e propor sequências didáticas que sejam significativas, contextualizadas e ousadas.

Portanto, o ensino por investigação representa mais do que uma metodologia de ensino. Ele se configura como uma perspectiva pedagógica e epistemológica comprometida com a formação de sujeitos críticos, criativos e eticamente comprometidos com a transformação da

realidade. Para que isso ocorra, é necessário investimento na formação docente, na infraestrutura escolar e no reconhecimento da complexidade que envolve o ensino de Ciências em contextos diversos.

## 1.2 Aulas práticas no ensino de Citologia

No campo da Biologia, a Citologia apresenta-se como uma das áreas mais desafiadoras para o ensino na educação básica, especialmente no Ensino Médio, por tratar de estruturas e processos celulares que não podem ser observados a olho nu. Compreender conceitos como organelas celulares, permeabilidade da membrana e metabolismo intracelular exige não apenas a memorização de termos, mas a apropriação de uma lógica tridimensional e dinâmica dos componentes celulares.

Dante dessa complexidade, torna-se imprescindível o uso de aulas práticas como recurso metodológico para aproximar os estudantes da realidade microscópica que compõe os organismos vivos. Elas proporcionam aos estudantes a oportunidade de aplicar conceitos teóricos em um ambiente controlado, fortalecendo a compreensão e o engajamento com os conteúdos (Krasilchik, 2019).

As práticas em laboratório, ao possibilitarem a observação de células e a manipulação de materiais, tornam os conteúdos mais concretos. Como afirmam Lopes e Silva (2012), “o uso do microscópio nas aulas práticas de Citologia permite ao aluno vivenciar o conteúdo, relacionando teoria e prática de maneira significativa”. Nesse contexto, o laboratório assume função pedagógica fundamental, facilitando a compreensão de conceitos abstratos por meio de situações práticas, além de favorecer o desenvolvimento de habilidades científicas (Pessoa; Maki e Fialho, 2018).

A experimentação, nesse contexto, desempenha um papel formativo. Sato e Magalhães Júnior (2006) afirmam que “[...] consideram a experimentação importante, pois contribui com o desenvolvimento dos alunos e potencializa a aquisição de conhecimento”. A construção do conhecimento citológico, portanto, demanda mais do que exposição oral e leitura de textos: exige ações que estimulem a curiosidade, a observação crítica e o raciocínio investigativo. Da Luz, De Lima e Amorim (2018) ressaltam que práticas bem estruturadas favorecem a aprendizagem ativa e possibilitam uma compreensão mais profunda dos processos biológicos.

A importância do laboratório para as práticas em aulas de ciências da natureza não está dada *a priori*, mas explicita-se a partir da construção do currículo e da didática de cada escola e de cada professor (Sasseron, 2015).

O emprego da experimentação potencializa a capacidade argumentativa, criativa, intuitiva, abstrata, autônoma e competente do estudante, ao mesmo tempo em que o habilita na manipulação de materiais específicos, na execução de tarefas, na identificação de problemas, no estabelecimento de objetivos e hipóteses, na conexão entre prática e fundamentos teóricos. Além disso, proporciona oportunidades de participação, socialização e crítica, com a vantagem de poder reproduzir tais experimentos com recursos limitados (CAON, 2005)

Lima *et al.* (2016) alertam para o fato de que, sem o devido envolvimento dos alunos, as aulas práticas podem se tornar mecânicas e perder seu potencial de estimular o pensamento reflexivo. A chave para o sucesso das aulas práticas está na criação de um ambiente onde os alunos sejam incentivados a questionar, explorar e refletir sobre os resultados, posicionando-se como agentes ativos em sua aprendizagem.

É nesse ponto que o ensino por investigação e as práticas laboratoriais se cruzam: ao integrar o fazer experimental com a problematização e a reflexão crítica. Pessoa, Maki e Fialho (2018) reforçam que, no ensino de Citologia, práticas bem conduzidas “proporcionam uma ponte eficaz entre a teoria e a observação empírica, tornando o aprendizado mais acessível e significativo”. A mediação docente deve, portanto, promover situações que desafiem os alunos a interpretar dados, levantar hipóteses e explicar fenômenos com base em evidências.

Para Justi e Gilbert (2002), “a prática investigativa no laboratório permite aos estudantes modelar estruturas celulares e compreender a lógica do pensamento científico envolvido na construção dos modelos”. Isso reforça a importância de se desenvolver a autonomia intelectual por meio de atividades experimentais planejadas, que não se limitem à reprodução de protocolos, mas incentivem o pensamento científico.

A esse respeito, Krasilchik (2019) observa que “nas aulas práticas os alunos enfrentam os resultados não previstos, cuja interpretação desafia sua imaginação e raciocínio”, revelando o potencial formativo do imprevisto e da incerteza. Para que isso ocorra, é imprescindível o planejamento intencional das práticas, como destaca Carvalho (2013): “não basta propor atividades manuais; é necessário que o professor crie situações de problematização, promovendo a análise crítica dos resultados”.

Quando bem planejadas, as aulas práticas não apenas despertam o interesse pela ciência, como também permitem a articulação entre teoria e prática. Sasseron (2015) afirma que “a importância do laboratório não está dada a priori, mas é construída a partir da intencionalidade curricular e didática de cada escola e professor”.

Adotando uma epistemologia construtivista, Coll *et al.* (2006) afirmam:

[...] assume-se que na escola os alunos aprendem e se desenvolvem na medida em que podem construir significados adequados em torno de conteúdos que configuram o currículo escolar. [...] Dessa mediação que adota formas muito diversas, como o exige

a diversidade de circunstâncias e de alunos, depende em grande parte o aprendizado realizado.

Essa perspectiva reforça o papel ativo do estudante na construção do conhecimento. Para Caon (2005), “o emprego da experimentação potencializa a capacidade argumentativa, criativa, intuitiva, abstrata, autônoma e competente do estudante”, sendo viável mesmo em escolas com infraestrutura reduzida.

Entretanto, muitos professores enfrentam dificuldades para implementar essas estratégias. Falta de formação adequada, ausência de recursos e excesso de conteúdos programáticos ainda são obstáculos relevantes (Barbosa *et al.*, 2016). Além disso, há uma tendência a práticas demonstrativas e pouco participativas, nas quais os alunos atuam como espectadores (Krasilchik, 2004).

Diante disso, o uso de modelos didáticos aparece como recurso pedagógico eficiente para o ensino de estruturas microscópicas. Carvalho e Oliveira (2021) mostram que esses modelos facilitam a abstração e tornam visível o que não se vê a olho nu. Para Libâneo (1994):

Contudo, o uso de modelos deve estar associado a estratégias reflexivas. De Moraes e Marques (2017) afirmam que sua eficácia está condicionada à promoção da análise crítica e da comparação entre estruturas. A construção de modelos pelos próprios alunos, como sugerem Santos e Montes (2016), estimula a autonomia estudantil, o desenvolvimento motor e a produção de significados. No caso da Citologia e da Genética, a representação de processos como a compactação do DNA permite conectar abstração, materialidade e compreensão (Della Justina e Ferla, 2006).

Para Krasilchik (2008):

[...] nas aulas práticas os alunos enfrentam os resultados não previstos, cuja interpretação desafia sua imaginação e raciocínio. Ademais, o método experimental permite que os alunos vivenciem suas diferentes etapas como: manipulação, observação, investigação, interpretação.

É fundamental, portanto, que a prática não se desconecte da realidade do aluno. Quando as atividades não estabelecem vínculo com os conteúdos ou com o cotidiano dos estudantes, correm o risco de se tornarem vazias de significado (Pessoa; Maki e Fialho, 2018).

Assim, as aulas práticas de Citologia não apenas ampliam a compreensão dos conteúdos biológicos, como promovem o engajamento ativo e colaborativo dos estudantes. Quando articuladas a objetivos claros e estratégias reflexivas, elas contribuem para o desenvolvimento de competências científicas essenciais à formação de sujeitos críticos.

### **1.3 Ilustração Científica – O Uso de Cadernos de Esboços como Ferramenta Pedagógica**

Entre os recursos que fortalecem as práticas investigativas no ensino de Biologia, pode-se destacar a ilustração científica, especialmente quando utilizada em conjunto com os cadernos de esboços. Uma vez que, a ilustração científica é uma representação visual detalhada e precisa de estruturas ou processos científicos. Seu uso em atividades práticas permite que os estudantes visualizem de forma clara fenômenos e objetos de estudo, favorecendo uma aprendizagem mais profunda e significativa (Moura, Silva e Santos, 2016).

Historicamente, essa prática tem se mostrado eficaz em diferentes níveis de ensino, da educação básica à pós-graduação. Segundo Araújo (2009), a ilustração científica tem como objetivo representar com precisão o material biológico, respeitando medidas, proporções e contrastes, mesmo em representações monocromáticas. A fidelidade visual é essencial para a comunicação clara da informação científica, minimizando ambiguidades.

Ao representar graficamente o objeto de estudo, o aluno articula saberes científicos e artísticos em um processo de aprendizagem que é ao mesmo tempo cognitivo, sensorial e expressivo. De acordo com Maia e Schimin (2008, p. 11):

A imagem funciona como um elemento de interação entre a língua e o indivíduo, exercendo influência na produção do sentido, sendo que esta produção dentro da linguagem não-verbal dá-se de forma natural [...] Entretanto, a imagem não traduz a palavra, ela traduz a ideia (p.11).

Sobral, Lopes e Trinchão (2018) destacam que a ilustração científica deve ser compreendida como uma linguagem própria da ciência, que emerge da observação fenomenológica e se concretiza por meio do desenho. A produção de imagens não se limita à reprodução objetiva da realidade, mas constitui uma forma de pensar visualmente, de traduzir e comunicar descobertas científicas.

Nesse sentido, Maia e Schimin (2008), dizem que: “o uso de ilustrações conduz a um despertar para outro olhar, fazendo com que os leitores reavaliem sua postura”. Pode-se dizer, portanto, que o estudante passa a se engajar em uma leitura crítica do objeto observado, desenvolvendo competências cognitivas e sensoriais que articulam arte e ciência em uma relação interdisciplinar profícua.

Diferentes técnicas podem ser empregadas na ilustração científica (quadro 1), incluindo grafite, nanquim (pontilhismo), lápis de cor, aquarela e métodos digitais que utilizam programas de computador para criar imagens detalhadas e de alta qualidade (Moura *et al.*, 2016). Essas técnicas variam em função da necessidade de detalhamento e do público-alvo, permitindo que a expressão gráfica seja adaptada conforme os objetivos educacionais.

**Quadro 1: técnicas de ilustração científica**

Técnica	Descrição Visual	Aplicação
Pontilhismo com Nanquim	Representação precisa de texturas e volume por meio de pontos.	Ideal para insetos, fungos e estruturas com superfícies detalhadas.
Grafite em Escala de Tons	Uso de esfuminho e graduação tonal para volumes.	Útil para anatomia humana, folhagens, crânios.
Lápis Aquarelável ou Guache	Combinação de precisão com cor. Dá vida à estrutura.	Excelente para botânica e ilustrações didáticas de flora.
Esboço de Campo (Sketch)	Representação rápida com anotações marginais.	Ideal para registros rápidos em campo com legenda científica.

**Fonte:** próprio autor

Na pesquisa em questão, será utilizada a técnica de ilustração com grafite para registrar as imagens observadas em modelos anatômicos e no microscópio. Os desenhos serão produzidos em cadernos de esboços, conceito semelhante ao caderno de campo. Conforme Pereira (2012), esses cadernos ajudam a construir uma memória mais sólida da experiência prática, possibilitando uma melhor compreensão e retenção do conhecimento.

O que interessa, na ilustração científica é conseguir comunicar o que mais corresponde à verdade da natureza, à verdade da informação científica que se pretende transmitir, variando a expressão gráfica em função do público-alvo e daí que se pretende comunicar.

Como destaca Rapatão e Peiró (2016):

A ilustração científica utilizando a técnica do lápis de cor é uma representação gráfica fiel às cores do material de estudo, em muitos casos esta característica é importante para a identificação de espécies ou para a percepção de diferenças entre estruturas.

Em paralelo, Araujo (2009) também destaca que a prática contínua da ilustração, mesmo que em traços simples ou técnicas mistas, conduz à internalização do conteúdo científico, pois requer o entendimento prévio da estrutura anatômica e ecológica dos seres retratados. O caderno de esboços, neste contexto, atua como um espaço de elaboração visual e de reflexão individualizada sobre o objeto de estudo, favorecendo a memorização e o raciocínio analítico. Julianele (1997) destaca entretanto que, mesmo ligada a um texto, a ilustração possui autonomia própria, pois:

o ilustrador pode se abstrair de pormenores ou ampliá-los, guardar a exatidão informativa da câmera ou desprezá-la, como recursos para atingir a mais pura terminologia visual do significado formal, objetivando a informação intelectual pela imagem.

O caderno de esboços, além de apoiar o ensino investigativo, atua como instrumento de avaliação processual. Funciona como um portfólio onde o professor pode acompanhar o progresso das habilidades cognitivas e representativas dos alunos, bem como sua compreensão dos conteúdos. Correia (2011) ressalta que o aspecto lúdico e estético da ilustração aproxima os estudantes da ciência ao despertar o interesse, a sensibilidade e o envolvimento afetivo com

os objetos estudados. Nesse processo, arte e ciência se entrelaçam, permitindo ao estudante expressar-se de forma autoral e crítica.

O uso dos cadernos de esboço também se alinha a diretrizes curriculares que defendem uma formação integral e participativa, como os princípios da BNCC (2018) e das Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Básica (2013), que valorizam práticas investigativas, registros diversos e o protagonismo estudantil. Sua aplicação no ensino de Ciências contribui para o desenvolvimento da alfabetização visual, do pensamento crítico e da sistematização das observações realizadas em atividades de campo ou laboratório. Conforme evidenciam os estudos de Moura et al. (2016), esse recurso fortalece a interdisciplinaridade, permite o registro detalhado dos processos investigativos e estimula a autonomia dos estudantes.

Essas práticas não apenas promovem a memorização e a compreensão conceitual, mas também desenvolvem habilidades metacognitivas e argumentativas, tornando o caderno de esboços um espaço privilegiado de registro, análise e produção científica. Ao transformar-se em um instrumento de reflexão, o caderno deixa de ser apenas um repositório de desenhos e se torna um componente estruturante de uma proposta pedagógica investigativa e humanizadora.

#### **1.4 Sequência Didática Investigativa**

A proposta da sequência didática investigativa (SDI) articula-se diretamente aos princípios do ensino por investigação, ao promover uma organização metodológica intencional e orientada para a formação de sujeitos críticos, autônomos e capazes de produzir conhecimento com base em evidências. Como destaca Zabala (1998), toda prática pedagógica deve ser antecedida por uma reflexão orientada pelas perguntas fundamentais “para que educar?” e “para que ensinar?”. A partir dessas questões, constrói-se um fazer docente que integra planejamento, aplicação e avaliação de forma estruturada, conforme o autor define: a sequência didática é “um conjunto de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas para a realização de certos objetivos educacionais, que têm um princípio e um fim conhecidos tanto pelos professores como pelos alunos” (Zabala, 1998).

Nas últimas décadas, o ensino de Ciências tem sido desafiado a romper com o modelo transmissivo, tradicionalmente centrado na memorização de conteúdos e na aplicação mecânica de fórmulas. Como resposta a esse desafio, emerge a SDI, que representa uma estratégia metodológica coerente com os princípios do ensino por investigação, articulando conteúdos escolares com o desenvolvimento da argumentação, da alfabetização científica e do pensamento crítico (Castro e Motokane, 2017).

A SDI não se restringe à organização linear de atividades, mas propõe um redirecionamento epistemológico da prática pedagógica, ao estruturar o ensino com base em etapas interdependentes, problematização, formulação de hipóteses, investigação, análise e comunicação de resultados. Trata-se de uma abordagem que promove a autoria discente e valoriza o conhecimento construído por meio da experiência investigativa, em detrimento da simples reprodução (Ratz e Motokane, 2016). A centralidade do problema, nesse contexto, é o motor que mobiliza a aprendizagem significativa.

Conforme apontam Santos, Barbosa e Santana (2021), a SDI deve partir de situações autênticas, contextualizadas na realidade dos alunos, de modo a despertar sua curiosidade e estabelecer conexões com os conhecimentos científicos. A formulação de hipóteses e a condução da investigação empírica exigem do estudante o uso da linguagem científica, a articulação de dados e a construção de justificativas lógicas. Tais habilidades são essenciais não apenas para a compreensão de conceitos escolares, mas para a formação de uma postura crítica diante do mundo.

A argumentação desempenha papel central nesse processo. De acordo com Ratz e Motokane (2016), “ao construir argumentos, os alunos não apenas demonstram o que aprenderam, mas exercitam a capacidade de dialogar com ideias diversas, justificando suas posições com base em dados e teorias”. Essa competência é central na formação de cidadãos capazes de analisar, debater e tomar decisões com base em evidências.

A ruptura das rotinas escolares evidenciou fragilidades no ensino tradicional e reforçou a importância de práticas pedagógicas que promovam a autonomia e o engajamento. Nascimento, Veras e Farias (2022) argumentam que, ao envolver os estudantes em investigações contextualizadas, a SDI favorece o resgate da experiência escolar como espaço de construção coletiva e não de simples transmissão.

A implementação bem-sucedida da SDI, no entanto, requer formação docente consistente. Costa, Gonçalves e Mariano (2024) ressaltam que “é necessário que o professor compreenda os fundamentos epistemológicos da investigação científica, além da lógica didática das etapas investigativas”, para que a sequência não se torne um roteiro estéril de atividades. Do mesmo modo, Silva, Catão e Silva (2020) destacam que a efetividade da SDI está diretamente ligada à qualidade da mediação pedagógica.

Outro elemento distintivo da SDI é sua vocação interdisciplinar. Castro e Motokane (2017) demonstram que a articulação entre saberes de diferentes áreas como Biologia, Geografia e Ciências Sociais amplia a complexidade e a criticidade da aprendizagem, ao

integrar conteúdos escolares com questões socioambientais relevantes. Essa perspectiva é corroborada por experiências como a do PIBID-Biologia da UFABC, relatada por Nascimento *et al.* (2017), em que o tema “saúde” serviu de eixo para integrar múltiplos saberes e promover o engajamento discente.

A lógica investigativa das SDIs também se mostra eficaz em disciplinas tradicionalmente consideradas mais técnicas, como a Física e a Matemática. Da Silva e Figueiredo (2022), ao analisarem uma SDI sobre efeito fotoelétrico, evidenciam que a abordagem investigativa permite o tratamento de conteúdos abstratos de forma acessível e significativa. Igualmente, Dos Anjos *et al.* (2024) descrevem uma SDI que une educação alimentar e matemática nos anos iniciais, demonstrando que o ensino investigativo pode ser implementado desde os primeiros anos escolares, respeitando os níveis cognitivos dos estudantes.

Ainda assim, os desafios não são poucos. A rigidez curricular, o tempo escasso e a falta de materiais didáticos adequados são obstáculos recorrentes. Contudo, esses limites não invalidam o potencial da SDI, mas apontam para a urgência de políticas públicas que valorizem práticas pedagógicas inovadoras e sustentem a formação continuada de professores (Santos; Barbosa e Santana, 2021).

Nesse contexto, é fundamental reconhecer que a investigação, como prática pedagógica, não é uma técnica a ser aplicada, mas uma postura ética e política. Exige abertura ao erro, escuta sensível e valorização da diversidade de raciocínios. A SDI, portanto, se configura como mais do que uma estratégia: é uma escolha pedagógica que afirma o compromisso da escola com a formação crítica, cidadã e transformadora.

A SDI integra os princípios abordados nos subtópicos anteriores, ao propor uma abordagem metodológica sistemática para o ensino de Ciências e Biologia. Sua estrutura articulada baseada na problematização, levantamento de hipóteses, investigação empírica, análise e argumentação amplia as possibilidades de uso de aulas práticas e recursos como a ilustração científica, promovendo o desenvolvimento de competências cognitivas, como a análise, a síntese, a avaliação e a comunicação.

A efetividade dessa estratégia, porém, demanda do professor uma postura investigativa, sensível à diversidade dos sujeitos e comprometida com a construção coletiva do saber. Retomar a centralidade do aluno no processo de aprendizagem, por meio da SDI, não é apenas uma inovação metodológica: é reafirmar o papel da escola como espaço de produção de conhecimento, de ética e de transformação social.

## 1.5 Contextualização do problema de pesquisa

Apesar dos avanços estruturais, observa-se a carência de estudos no contexto tocantinense que avaliem o impacto do ensino por investigação na aprendizagem dos estudantes, especialmente no ensino de Citologia. Essa lacuna científica compromete a formulação de estratégias pedagógicas baseadas em evidências e dificulta a orientação de políticas educacionais alinhadas às especificidades locais. Assim, torna-se fundamental realizar pesquisas que sistematizem experiências didáticas inovadoras, analisem seus efeitos e proponham intervenções consistentes com os desafios da realidade educacional regional.

Dessa maneira, diante do cenário de transformações na educação brasileira, iniciativas como o Programa de Fortalecimento da Educação (PROFE), lideradas pela Secretaria de Estado da Educação do Tocantins (SEDUC), representam ações colaborativas que integram inovação e gestão. Essas ações possibilitaram investimentos significativos para a implantação de laboratórios em escolas estaduais, criando um ambiente propício para o uso de metodologias práticas e dinâmicas de ensino (Governo do Tocantins, 2023). Essa estrutura favorece a aplicação do ensino por investigação e amplia as possibilidades de conduzir aulas práticas mais alinhadas aos objetivos de aprendizagem.

Embora a rede estadual de educação do Tocantins tenha passado recentemente por um processo de estruturação, com a implementação de laboratórios que viabilizam a realização de aulas práticas, não há, até o momento, estudos que avaliem a influência do ensino por investigação na aprendizagem dos estudantes. Essa lacuna científica dificulta a compreensão dos impactos pedagógicos dessa abordagem e limita a formulação de estratégias educativas baseadas em evidências. Esclarecer esse contexto por meio de estudos sistematizados é fundamental para orientar a prática educacional local, estimular a formação continuada de profissionais da educação e subsidiar o desenvolvimento de políticas públicas alinhadas às demandas regionais.

Além disso, este estudo resultou na elaboração de um produto educacional, na forma de uma sequência didática investigativa, estruturada a partir da análise dos dados obtidos. O referido material tem como finalidade subsidiar a prática docente e contribuir para a qualificação do ensino de Biologia no contexto regional.

## 2 OBJETIVOS DO TRABALHO

### 2.1 Objetivo geral

- Analisar efeitos da utilização das aulas práticas investigativas de Citologia no processo de aprendizagem, como recurso pedagógico para estudantes do ensino médio de uma escola em Palmas/TO.

### 2.2 Objetivos específicos

- Identificar, por meio da avaliação diagnóstica, o objeto de conhecimento de maior complexidade para os estudantes, na área de Citologia.
- Elaborar dois planos de aula sobre Citologia: um com ênfase em aulas expositivas e outro com foco em aulas práticas baseadas em ciclos investigativos.
- Propor a construção, pelos estudantes, de um caderno de esboço como ferramenta para a documentação das observações e experimentos realizados durante as aulas laboratoriais de Citologia.
- Analisar, por meio de questionário pós-teste, a progressão do conhecimento dos estudantes nas aulas teóricas e nas práticas investigativas de Citologia.
- Desenvolver, com base nos resultados do estudo, uma sequência didática investigativa para aulas práticas de Citologia, com o objetivo de facilitar a compreensão dos conceitos fundamentais dessa área de estudo.

### **3 METODOLOGIA**

O cenário escolhido para a realização da pesquisa foi o Colégio Estadual Criança Esperança, escola pública situada no município de Palmas/TO. Esse local foi escolhido por se tratar da Instituição de Ensino no qual a pesquisadora está atualmente lotada e desenvolve suas atividades laborais, além disso, recentemente a escola foi equipada com laboratórios, o que viabilizou a realização de todas as etapas da pesquisa proposta neste projeto.

Como método científico, a pesquisa adotou a abordagem metodológica quantitativa, buscando analisar, por meio de dados numéricos, o impacto das diferentes modalidades didáticas na aprendizagem dos estudantes. Utilizou-se a técnica de documentação direta extensiva por meio de questionário, a qual possibilitou a coleta de informações diretamente no ambiente escolar (Marconi; Lakatos, 2007).

#### **3.1 População do estudo, amostra e amostragem**

A pesquisa foi realizada com 37 estudantes da 2<sup>a</sup> série do ensino médio regular da rede estadual. Em 2024, a escola passou por uma reorganização em suas modalidades de ensino, incluindo a implementação da Modalidade de Educação Bilíngue de Surdos. De acordo com a Lei nº 14.191, de 3 de agosto de 2021, essa modalidade é caracterizada pela oferta de educação escolar em Língua Brasileira de Sinais (Libras) como primeira língua e em português escrito como segunda língua.

A instituição já ofertava anteriormente o ensino médio regular e a Educação de Jovens e Adultos (EJA) – 3º Segmento, nos turnos matutino e noturno, com um total de 333 alunos matriculados. O ensino médio regular conta com oito turmas, totalizando 212 estudantes, enquanto a EJA, com três turmas, atende 121 alunos no período noturno. A modalidade bilíngue de surdos é ofertada em período integral, atendendo alunos do ensino fundamental (6º ao 9º ano), com quatro estudantes surdos, e do ensino médio (1<sup>a</sup> a 3<sup>a</sup> série), com um total de 12 estudantes surdos.

Para compor uma população de estudo mais homogênea quanto ao nível de formação, utilizou-se como critério comum serem alunos da 2<sup>a</sup> série do ensino médio regular. O recrutamento dos participantes para a composição da amostra foi realizado por conveniência, caracterizando-se como uma amostragem não probabilística. Todos os alunos da 2<sup>a</sup> série do ensino médio regular do turno matutino foram convidados a participar do estudo.

Para evitar que os alunos se sentissem coagidos a participar da pesquisa, visto que a pesquisadora também é docente na Instituição coparticipante e local de realização da coleta de

dados, o convite aos discentes foi realizado por uma professora servidora da escola que não estará diretamente envolvida com a pesquisa. Desta forma, buscou-se assegurar a imparcialidade e voluntariedade na participação dos alunos, garantindo que a coleta de dados ocorra de maneira ética e respeitosa.

A pesquisa foi submetida ao Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Ciências da Saúde - CEP/FS, da Universidade de Brasília (UnB) para análise de seus aspectos éticos em obediência à Resolução Conep 510/2016, tendo sua aprovação pelo parecer Consustanciado número 6.926.497.

### **3.2 Critérios de inclusão e de exclusão**

Os alunos que se enquadram nos critérios de inclusão e não tiveram nenhuma das características elencadas nos critérios de exclusão, e concordaram com sua participação na pesquisa compuseram a amostra do estudo. Todos os participantes da pesquisa participaram das fases qualitativa e quantitativa.

#### **3.2.1 Critério de Inclusão**

- Alunos com efetivação da matrícula no período de janeiro a outubro de 2024 na unidade escolar.

#### **3.2.2 Critério de exclusão**

- Alunos com frequência inferior a 50% nas aulas de Biologia.

### **3.3 Coleta de dados**

A coleta de dados deste projeto teve início em outubro de 2024 e foi concluída em dezembro de 2024. A etapa de aplicação da pesquisa sofreu atrasos devido a mudanças internas na unidade escolar. A escola passou a incluir, em sua estrutura curricular, a modalidade de ensino Educação Bilíngue de Surdos, o que resultou em uma reorganização do quadro docente e na limitação das turmas do ensino regular. A proposta inicial da SEDUC previa o fechamento das turmas regulares do período matutino, mantendo apenas o funcionamento da modalidade Bilíngue para Surdos em período integral. Diante desse cenário, os estudantes do ensino regular, percebendo a situação da escola, começaram a solicitar transferência e ficaram desestimulados a frequentar as aulas. Como consequência, houve aumento do número de alunos faltosos e

redução significativa no número daqueles que frequentavam regularmente as aulas, o que dificultou a seleção dos participantes e a aplicação da pesquisa.

Para a realização da pesquisa de forma comprehensível e organizada, os procedimentos de coleta de dados foram realizados nas seguintes etapas:

### 3.3.1 Etapa 1 – Aplicação da Avaliação Diagnóstica

A primeira etapa consistiu na atividade de mapear o conhecimento prévio dos alunos em relação aos conteúdos de Citologia, por meio do **QUESTIONÁRIO ESTRUTURADO DE AVALIAÇÃO DIAGNÓSTICA (APÊNDICE A)**. Esse questionário construído pela pesquisadora foi inserido no formulário eletrônico Google Forms (2024) e seu link disponibilizado aos participantes da pesquisa para preenchimento on-line.

A estrutura do questionário abrangeu 18 questões objetivas sobre temas relacionados ao reconhecimento e diferenciação das células procariotas e eucariotas, os componentes celulares: membrana plasmática, citoplasma e núcleo, transporte de substâncias através das biomembranas e estrutura e a função do DNA em eucariotos, conforme apresentado na Tabela 1.

Tabela 1: Distribuição das unidades temáticas e dos objetos do conhecimento do questionário de avaliação diagnóstica

UNIDADE TEMÁTICA	OBJETO DE CONHECIMENTO	NÚMERO DE QUESTÕES DA AVALIAÇÃO DIAGNÓSTICA
Introdução à Citologia	Características gerais das células	3
	Diferenças entre células procarióticas e eucarióticas	3
	Diferenças entre células vegetal e animal	3
Transporte de Substâncias e Comunicação Celular	Membrana plasmática: estrutura e função	3
	Transportes passivo e ativo	3
Núcleo Celular	A estrutura e a função do DNA em eucariotos	3
<b>TOTAL DE QUESTÕES</b>		<b>18</b>

Fonte: própria do autor

Cada questão objetiva do questionário foi constituída por 5 opções de resposta (A, B, C, D e E), onde apenas uma das alternativas era a correta. Como pontuação foi atribuída a nota 1 para o acerto, enquanto as respostas incorretas recebiam nota 0. O Documento Curricular do Território do Tocantins – DCT, etapa ensino médio, foi o material utilizado para referenciar as competências e habilidades identificadas na área de Citologia (Tocantins,2022).

As unidades temáticas da área de Citologia incluídas no questionário de avaliação diagnóstica foram selecionadas com base nos livros didáticos da Coleção Multiverso, da Editora FTD, escolhidos pelo Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) 2021, no estado do

Tocantins. O questionário abordou cinco objetos de conhecimento, distribuídos em três unidades temáticas.

O material de apoio utilizado pela pesquisadora foi retirado das obras intituladas *Matéria, Energia e a Vida, Movimentos e Equilíbrios na Natureza e Ciência, Tecnologia e Cidadania*. Os objetos de conhecimento selecionados para a elaboração do questionário estruturado de avaliação diagnóstica foram organizados conforme mostrado anteriormente na Tabela 1.

A coleção de livros didáticos, elaborada por Godoy, Agnolo e Melo (2020), foi desenvolvida para atender aos componentes curriculares de Biologia, Química e Física, que integram a área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias. Essa coleção é composta por seis volumes, cada um estruturado em quatro unidades.

Importante destacar que a delimitação conceitual dessa etapa da pesquisa, bem como a estruturação do questionário com suas questões e a forma de aplicação foram cuidadosamente alinhadas às bases em competências gerais e específicas e orientadas pelas diretrizes estabelecidas na BNCC (Brasil, 2018) e DCT (Tocantins, 2022), contemplando os objetos de conhecimento sobre núcleo celular, estrutura e função do DNA. Esses documentos normativos orientam o desenvolvimento de competências e habilidades específicas para o ensino médio, garantindo que os processos avaliativos estejam integrados aos objetivos formativos previstos para essa etapa escolar.

A aplicação do questionário pré-teste obedeceu ao estabelecido na subseção específica da metodologia deste estudo, sendo realizada de forma online por meio da plataforma Google Forms. Os dados gerados nessa etapa foram automaticamente organizados em uma planilha Google Sheets, posteriormente baixada para o computador da pesquisadora e convertida em formato Excel® (.xlsx). Esses dados foram tabulados e analisados na própria planilha Excel, a fim de obter informações detalhadas sobre a frequência e os percentuais de acertos por tema e subtema previamente definidos.

Os cuidados com a definição e delimitação das unidades temáticas a serem testadas consideraram o cenário formativo dos participantes do estudo, sendo imprescindível vincular os conhecimentos avaliados àqueles trabalhados previamente no ensino formal. Segundo Silva (2019), é fundamental reconhecer a relevância dos conhecimentos prévios dos alunos sobre o tema a ser abordado em sala de aula. Essa perspectiva é corroborada por Carvalho (2013), que, em investigação científica sobre o epistemólogo Piaget, destacou que qualquer novo conhecimento tem origem em um conhecimento anterior, sendo esse um princípio geral das teorias construtivistas.

A avaliação diagnóstica foi aplicada aos alunos que aceitaram participar da pesquisa e apresentaram o **TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO - TALE (APÊNDICE B)** e o **TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO - TCLE (APÊNDICE C)** devidamente assinados pelos responsáveis.

A coleta de dados foi realizada na sala dos Chromebooks da escola, local onde os alunos estão regularmente matriculados, em data e horário previamente estabelecidos. Os participantes foram organizados em turmas de, no máximo, 25 estudantes, o que permitiu conduzir essa etapa de forma confortável e tranquila, conforme o planejado.

O tempo disponibilizado para responder a avaliação diagnóstica foi de 50 minutos, sem estipulação de tempo mínimo.

O objetivo da avaliação diagnóstica pré-teste foi identificar os objetos de conhecimento que apresentavam maior dificuldade para os estudantes no campo da Citologia. Os dados obtidos foram registrados inicialmente em uma planilha do Google Sheets, posteriormente baixada para o computador da pesquisadora no formato Excel® (.xlsx), permitindo a análise das respostas e a identificação das deficiências de conhecimento dos participantes.

### 3.3.2 Etapa 2 – Elaboração e execução dos planos de aula

Com base nos resultados da Etapa 1, foram identificados os objetos de conhecimento que seriam apresentados aos participantes da pesquisa durante as aulas teóricas e práticas. A partir da seleção desses conteúdos temáticos, a pesquisadora elaborou os respectivos planos de aula: o primeiro, baseado em aulas expositivas tradicionais (**PLANO DE AULA – TEÓRICA, APÊNDICE G**), e o segundo, estruturado em aulas práticas com abordagem investigativa (**PLANO DE AULA – PRÁTICA, APÊNDICE H**).

As aulas expositivas ocorreram em dois momentos, e tiveram o intervalo de uma semana entre elas. Cada aula teve duração de 50 minutos. No terceiro encontro ocorreu a aplicação da **AVALIAÇÃO PÓS-TESTE (APÊNDICE F)**, com questões fechadas. Conforme descritos na tabela 2.

As aulas práticas investigativas foram realizadas em dois encontros distintos, com um intervalo de uma semana entre eles, destinados à execução das atividades laboratoriais., as quais tiveram sua elaboração embasada em protocolos pré-existentes elaborados por Nascimento, Costa e Oliveira (2021). O terceiro encontro foi dedicado à aplicação da avaliação pós-teste, com questões fechadas (tabela 3).

Durante a realização das aulas teóricas e práticas, os comentários, questionamentos e

comportamento apresentados pelos alunos foram registrados em um diário de bordo, com o objetivo de documentar suas principais reações frente às duas modalidades didáticas.

Foram realizadas, no segundo semestre, um total de seis aulas, distribuídas em duas aulas teóricas expositivas, duas aulas práticas investigativas e duas aulas destinadas à aplicação do questionário estruturado de avaliação pós-teste. Ressalta-se que os questionários foram aplicados no dia subsequente às últimas aulas de cada modalidade didática. O objetivo dos questionários foi verificar o progresso do conhecimento dos estudantes sobre os conteúdos trabalhados a partir da utilização de diferentes estratégias didáticas.

Os cadernos de esboços foram utilizados para sistematizar o conhecimento dos estudantes durante as aulas, permitindo a elaboração de desenhos a partir do que foi observado ao microscópio e a criação de esquemas dos conceitos trabalhados. Para otimizar o tempo de execução das etapas da pesquisa, os cadernos foram produzidos pelos alunos nas aulas de Arte, em acordo prévio com a professora da disciplina.

Para a confecção do material, utilizou-se papel de desenho branco no formato A4, branco, com gramatura de 150 g/m<sup>2</sup>. As folhas foram dobradas ao meio e posteriormente recortadas, resultando em blocos no formato A5 (15 x 21 cm), mais adequados para anotações e folhetos, conforme os objetivos da pesquisa. A encadernação foi realizada mediante perfurações e amarração com barbante colorido, o que possibilitou a inserção de novos materiais ao longo do desenvolvimento das atividades.

**Tabela 2: Plano de Aulas Teórica**

Momento	Objetivos específicos	Conteúdos/atividades	Metodologia	Avaliação
Aula 1: introdução ao núcleo celular e ao dna	Apresentar o núcleo celular e os componentes do dna, destacando sua importância para a célula.	- exposição inicial sobre a célula e o núcleo (10 min); - slides e modelos 3d para explicar a estrutura nuclear (20 min); - investigação em grupo com análise de imagens celulares (20 min)	Aula expositiva dialogada trabalho em grupo discussão coletiva	Participação nas discussões apresentação das conclusões do grupo
Aula 2: estrutura do dna e seus componentes	Compreender a estrutura do dna, incluindo nucleotídeos, pares de bases e a dupla hélice.	- revisão rápida do núcleo celular (10 min); - slides e vídeos sobre a estrutura do dna e pares de bases (20 min); - montagem prática de uma sequência simples de dna em grupos (20 min).	Aula expositiva atividade prática em grupo discussão orientada	Participação nas atividades. Realização correta da montagem. Respostas na avaliação rápida
Aula 3: aplicação do questionário pós-teste	Avaliar a compreensão dos conceitos trabalhados nas aulas anteriores.	- aplicação do questionário pós-teste com 15 questões objetivas sobre núcleo celular e dna.	Avaliação diagnóstica individual	Desempenho identificação de lacunas de aprendizagem no questionário

Fonte: próprio autor

**Tabela 3: Plano de Aulas Práticas**

Momento	Objetivos específicos	Conteúdos/atividades	Metodologia	Avaliação
Aula 1: introdução ao núcleo celular e preparo das lâminas	Identificar a estrutura e organização do núcleo celular; observar células da mucosa bucal.	- dinâmica inicial: apresentação de imagens e problematização (15 min); - orientação sobre coleta e preparo das lâminas (10 min) - coleta e preparo das lâminas com azul de metileno (25 min)	Aula expositiva dialogada demonstração prática trabalho em grupo	Observação durante a prática. Cumprimento correto dos procedimentos.
Aula 2: observação microscópica e discussão	Observar, descrever e registrar as células e núcleos; discutir as observações.	- revisão breve e retomada da questão investigativa (5 min); - observação ao microscópio e registro em caderno de esboço (25 min); - discussão em grupo e compartilhamento de observações (10 min);- síntese coletiva e elaboração de frase síntese (10 min)	Prática investigativa registro escrito e desenho discussão coletiva	Avaliação dos registros nos cadernos. Participação nas discussões
Aula 3: aplicação do questionário pós-teste	Avaliar a compreensão dos conceitos trabalhados nas aulas práticas.	- aplicação do questionário pós-teste com 15 questões objetivas sobre núcleo celular e dna.	Avaliação individual pós-teste	Desempenho no questionário. Identificação das questões com baixo acerto.

Fonte: próprio autor

### 3.3.3 Etapa 3 - Aplicação da Avaliação Pós-teste

O questionário estruturado de avaliação pós-teste apresentou 15 questões fechadas e abordou aspectos centrais citologia, com foco na estrutura e função do núcleo celular e do DNA. Cada questão objetiva era constituída por 5 opções de resposta (A, B, C, D e E), onde apenas uma das alternativas era a correta. Como pontuação foi atribuída a nota 1 para o acerto, enquanto as respostas incorretas recebiam nota 0.

Como objetos de conhecimento, foram contemplados a natureza e o papel do DNA como material genético (Questões 01 e 03), sua estrutura em dupla hélice (Questão 03), a composição dos nucleotídeos (Questão 04) e o emparelhamento das bases nitrogenadas (Questão 05), além da função das bases na transmissão da informação genética (Questão 13). Também foram exploradas as funções do núcleo, como o controle das atividades celulares (Questão 02), a síntese de ribossomos pelo nucléolo (Questão 07), a organização do material genético em cromossomos (Questão 10), o papel do envoltório nuclear na regulação do tráfego de substâncias (Questão 08) e a participação da cromatina na compactação do DNA (Questão 09). O questionário incluiu ainda os processos de replicação semiconservativa do DNA (Questões 11 e 14), divisão celular e mecanismos de mutação (Questão 15), destacando as ligações de hidrogênio entre as bases (Questão 12) e a importância desses processos para a integridade genética.

Esses objetos de conhecimento, ao serem avaliados, podem verificar o nível de compreensão dos estudantes sobre os principais conceitos relacionados ao núcleo celular e ao DNA, favorecendo a análise do impacto das modalidades didáticas adotadas na pesquisa.

As coletas de dados via instrumento avaliativo pós-intervenções teórica e prática foram realizadas um dia após as aulas serem ministradas, e tiveram a duração de 50 minutos sem tempo mínimo para sua realização e foram considerados atividades extracurriculares sem quaisquer vinculações com as composições das notas e demais atividades dos discentes em suas avaliações e atividades curriculares.

## 3.4 Análise dos dados

A pesquisa adotou uma abordagem quantitativa, com foco em técnicas estatísticas descritivas e inferenciais. Os dados coletados foram organizados, tratados e analisados com base nas etapas da investigação, considerando a natureza de cada instrumento aplicado e os objetivos específicos associados a cada fase.

As análises incluíram desde a frequência de respostas até a comparação de desempenhos entre diferentes abordagens didáticas. Para assegurar a consistência metodológica, os procedimentos estatísticos foram definidos de acordo com o tipo de dado, estrutura da amostra e pressupostos estatísticos.

### 3.4.1 Análise da avaliação diagnóstica

Os dados obtidos via aplicação da AVALIAÇÃO DIAGNÓSTICA foram analisados no software Microsoft® Excel® para Microsoft 365 MSO (Versão 2505 Build 16.0.18827.20102) 64 bits quanto à frequência de acertos por pergunta para cada unidade temática e seus respectivos objetos de conhecimento e apresentados na forma de valores relativos, onde foi possível identificar a unidade temática a ser utilizada nas etapas seguintes da pesquisa, respectivamente pelos critérios de menores frequência e percentual de acertos.

### 3.4.2 Análise das avaliações pós-teste

As respostas do questionário pós-teste foram analisadas com o auxílio do software RStudio (versão 2023.06.1). A análise contemplou a comparação de desempenhos individuais e médios entre as modalidades didáticas aulas teórica e práticas, com apoio de tabelas de frequência, medidas de tendência central (média e mediana) e representações gráficas.

A verificação da normalidade dos dados foi realizada por meio do teste de Shapiro-Wilk, possibilitando a seleção adequada dos testes inferenciais: o teste t de Student para seria usado para amostras pareadas, caso os dados atendessem à distribuição normal, ou o teste de Wilcoxon, em caso contrário. Os procedimentos foram conduzidos com nível de significância de  $p \leq 0,05$  e intervalo de confiança de 95%.

A amostra final, composta por 37 estudantes, apresentou redução em relação ao número inicialmente previsto ( $n = 50$ ), o que pode comprometer o poder estatístico e a generalização dos achados (Farmer *et al.*, 2006); (Kenny, 2019). Apesar disso, o delineamento metodológico contemplou estratégias estatísticas apropriadas a amostras pequenas, buscando mitigar essas limitações.

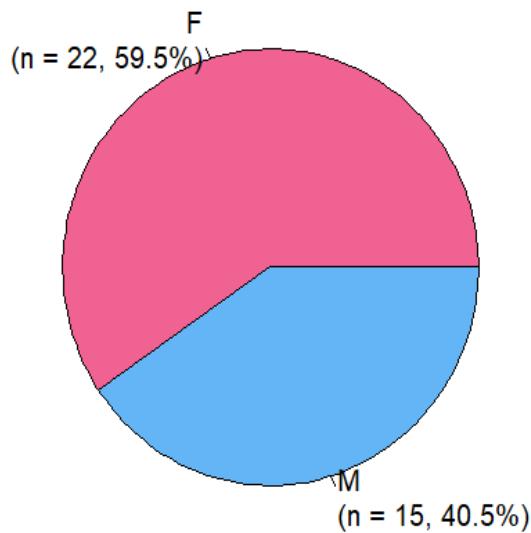
Conforme a literatura, tamanhos amostrais reduzidos podem elevar a margem de erro e reduzir a confiabilidade das estimativas, exigindo maior cautela na interpretação dos resultados (Schoonenboom e Johnson, 2017). As implicações metodológicas serão discutidas em profundidade na seção dedicada à análise inferencial.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Caracterização da amostra

A pesquisa foi realizada com duas turmas da segunda série do ensino médio regular, no Colégio Estadual Criança Esperança, identificadas no Sistema de Gerenciamento Escolar do Tocantins (SGE) como 23.01 e 23.02. A turma 23.01 contava com 27 estudantes matriculados, enquanto a turma 23.02 apresentava, segundo registro no sistema, 19 estudantes, totalizando 46 estudantes inicialmente considerados. Desses, 37 compuseram a amostra final utilizada na pesquisa. Em relação à variável sexo, a amostra foi composta por 22 meninas e 15 meninos, representando, respectivamente, 59,5% e 40,5% do total (Figura 1).

Figura 1: Distribuição dos participantes da amostra por sexo

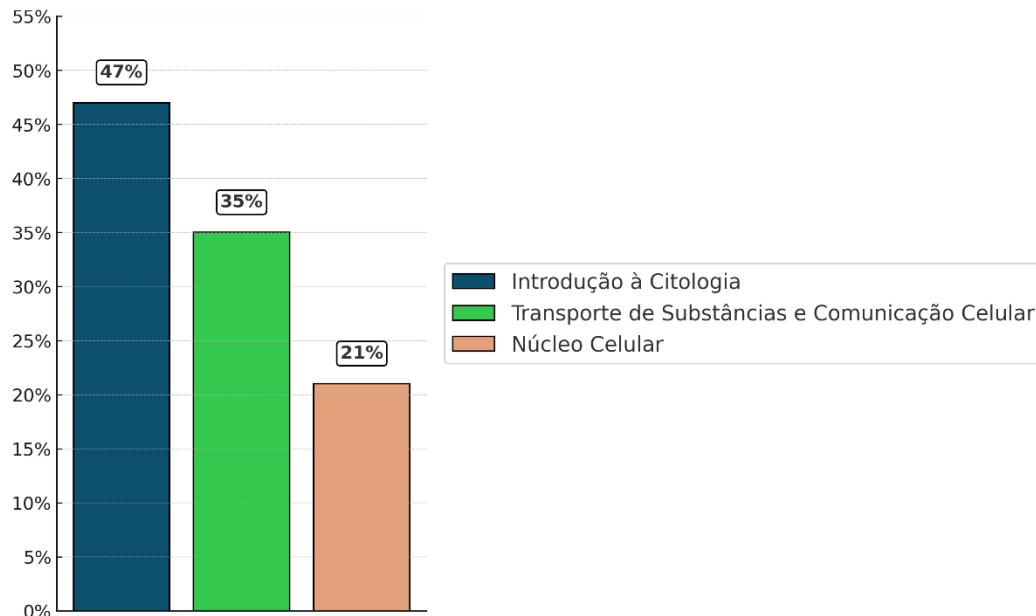


Fonte: próprio autor

### 4.2 Análise descritiva e medidas de dispersão das avaliações

Os dados obtidos na avaliação diagnóstica foram analisados quanto à frequência de acertos por questão, considerando-se cada unidade temática e seus respectivos objetos de conhecimento, sendo os resultados apresentados em valores relativos (Figura 2). Essa análise possibilitou a identificação da unidade temática com o menor percentual de acertos, a qual foi selecionada para o aprofundamento nas etapas subsequentes da pesquisa.

Figura 2: Relação percentual de acertos por unidade temática



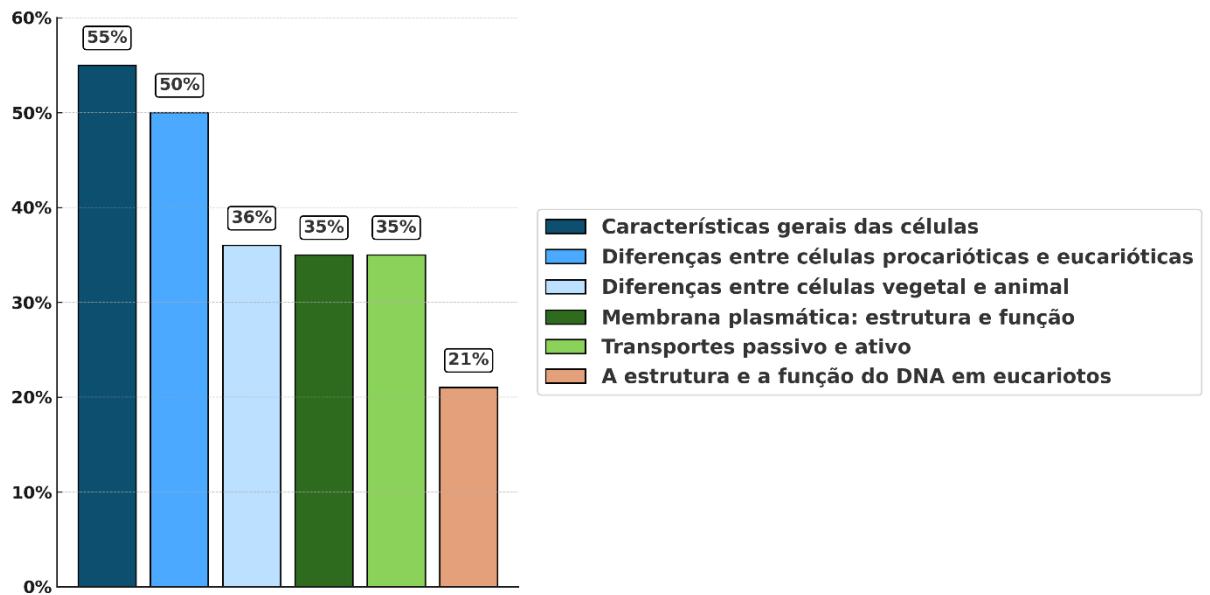
Fonte: próprio autor

A unidade temática Introdução à Citologia, que apresentou 47% de acertos, parece ter sido mais acessível aos estudantes, possivelmente por tratar de conceitos mais introdutórios e menos abstratos, como características gerais das células e diferenças entre células procarióticas e eucarióticas. Em contrapartida, a unidade temática Transporte de Substâncias e Comunicação Celular, com 35% de respostas corretas, e a unidade Núcleo Celular, com apenas 21% de acertos, reforçam a dificuldade em compreender tópicos mais complexos e abstratos, como transportes ativos e passivos e a estrutura e função do DNA em eucariotos. Em um cômputo geral, a média de erros considerando as três temáticas ficou em 65%.

Esses dados corroboram as dificuldades frequentemente relatadas no ensino de Citologia, como o vocabulário técnico, a abstração dos processos biológicos e a falta de contextualização com o cotidiano (Silva *et al.*, 2014; Petrovich *et al.*, 2014).

Uma análise dos tópicos dentro de cada Unidade temática revelou que os conceitos mais desafiadores para os estudantes estão relacionados, principalmente, à estrutura e função do DNA em eucariotos, uma vez que o número de acertos foi de 21% nessa categoria, enquanto 55% responderam corretamente as questões sobre características gerais das células (Figura 3).

Figura 3: Relação percentual de acertos por objetos de conhecimento



Fonte: próprio autor

Estes resultados preliminares sugerem que os estudantes possuem dificuldades específicas na compreensão dos componentes celulares e dos processos que ocorrem dentro do núcleo. Essas dificuldades são consistentes com a literatura, que aponta que conceitos microscópicos e abstratos, como aqueles envolvidos na Citologia, tendem a ser desafiadores para os alunos do ensino médio. De acordo Silva *et al.* (2014), os estudantes frequentemente enfrentam desafios para compreender conceitos abstratos abordados em Citologia, uma vez que os materiais didáticos comumente trazem apenas explicações acompanhadas de ilustrações.

Esses achados serviram de guia para a elaboração dos planos de aulas subsequentes, a fim de abordar especificamente essas dificuldades.

Diante dos resultados da avaliação diagnóstica, dois planos de aula foram elaborados com o objetivo de testar diferentes abordagens pedagógicas, o primeiro baseado em aulas expositivas tradicionais PLANO DE AULA - TEÓRICA e o segundo em aulas práticas investigativas PLANO DE AULA – PRÁTICA.

A utilização do diário de bordo, durante a execução das aulas teóricas e práticas, possibilitou o registro sistemático do comportamento, das falas e das reações dos estudantes, favorecendo tanto o acompanhamento do processo de ensino-aprendizagem quanto a reflexão crítica sobre a prática docente. Conforme Oliveira (2014), esse instrumento amplia o olhar do professor sobre sua atuação, funcionando como um testemunho de sua experiência e revelando aspectos pedagógicos e afetivos do cotidiano escolar. Nessa mesma perspectiva, Zabalza (2004) destaca o diário como ferramenta investigativa que permite repensar e reorganizar as ações

educativas. Os registros analisados revelaram desde a passividade discente frente às exposições teóricas até maior engajamento em atividades práticas, permitindo ajustes metodológicos orientados à promoção de uma aprendizagem mais significativa.

#### 4.2.1 Relato da Aula Teórica

O plano de aula expositivo foi elaborado com a estruturação do conhecimento de forma sequencial e direta, utilizando recursos visuais e a explanação dos conteúdos. Esse tipo de abordagem pode ser eficaz para a compreensão de informações e é amplamente utilizado em diversas áreas do conhecimento. Neste sentido, Krasilchik (2008) argumenta que o ensino de Biologia precisa ir além da simples transmissão de conteúdos, incorporando atividades que estimulem a participação ativa dos alunos e considerem o contexto social em que estão inseridos.

A execução das duas aulas teóricas ocorreu em dois ambientes distintos, na sala de aula e na sala de vídeo. O primeiro momento iniciou-se com uma exposição dialogada sobre as principais estruturas da célula, seguida de uma atividade com slides na sala de vídeo, visando ilustrar a estrutura nuclear. Mesmo sendo uma atividade expositiva, a professora procurou interagir com os estudantes para promover um diálogo sobre o assunto. Durante essa fase, observou-se baixa adesão dos estudantes ao diálogo proposto. A maioria adotou uma postura passiva, limitando-se a escutar e registrar as informações nos cadernos. Alguns demonstraram desinteresse pela aula, desviando a atenção para o uso do celular, enquanto outro grupo se mostrou mais participativo, com manifestações espontâneas, geralmente por parte de alunos mais habituados a contribuir ou com maior desenvoltura verbal. Esse comportamento pode estar relacionado à predominância, em sua trajetória escolar, de metodologias transmissivas, nas quais o estudante assume um papel passivo e é pouco estimulado a argumentar, questionar ou exercer o protagonismo no processo de aprendizagem.

De acordo com Santana e Costa (2024), a aula expositiva é amplamente empregada como etapa inicial em sequências didáticas, funcionando como base teórica para a construção do conhecimento, especialmente em conteúdos de maior complexidade. No entanto, as autoras também destacam que, quando utilizada de forma isolada, essa metodologia tende a provocar a passividade discente, exigindo, portanto, sua articulação com estratégias que promovam a participação ativa dos estudantes e favoreçam uma aprendizagem mais significativa.

Posteriormente, foi proposta uma atividade em grupo, na qual os estudantes analisaram imagens de diferentes tipos celulares, identificando os núcleos e discutindo suas observações

com os colegas. Nesse momento, observou-se um discreto aumento na participação, à medida que os alunos se engajaram na análise das imagens e na identificação das estruturas. No entanto, mesmo com a dinâmica mais interativa, alguns estudantes mantiveram-se alheios à discussão. A aula foi finalizada com a apresentação oral de um representante de cada grupo, que compartilhou a célula analisada e localizou o núcleo identificado.

Na segunda aula, foi abordada a estrutura do DNA. A atividade teve início com uma breve revisão do conteúdo anterior, seguida pela introdução dos componentes básicos do ácido desoxirribonucleico. A exposição dialogada foi apoiada por slides ilustrativos e vídeos explicativos, com destaque para a organização dos pares de bases nitrogenadas e a conformação em dupla hélice.

Durante a aula, observou-se uma participação heterogênea dos estudantes, como na primeira aula. Parte da turma demonstrou desinteresse, mantendo postura passiva diante das provocações feitas pelo professor, como na pergunta “Por que a adenina se liga com a timina?”. Esses alunos evitavam o contato visual e não se voluntariavam para responder, demonstrando dificuldades de concentração e engajamento com o conteúdo. Em contrapartida, alguns grupos se mostraram mais receptivos e curiosos, levantando hipóteses como “E se trocarmos as bases, o DNA ainda funcionaria?”, que evidenciou um maior envolvimento cognitivo e disposição para o raciocínio científico.

Na etapa prática, os alunos foram organizados em grupos para montar sequências simples de DNA, seguindo as combinações de bases nitrogenadas fornecidas pelo professor. A atividade estimulou a colaboração entre os colegas e favoreceu a retomada dos conceitos previamente discutidos. Os grupos mais engajados demonstraram compreensão ao formar corretamente os pares de bases complementares e levantaram dúvidas pertinentes, evidenciando envolvimento ativo no processo de aprendizagem.

Segundo Krasilchik (2008) a aula expositiva é a modalidade didática mais utilizada pelos professores. Essa prática é comum no ensino de Biologia, com a função de informar os alunos sobre os conteúdos trabalhados em sala de aula. Contudo, ainda que uma aula expositiva bem conduzida possa ser informativa e até mesmo estimulante, na maioria das vezes ela tende a ser cansativa e de baixa contribuição para a formação dos estudantes.

Em particular, estudos mostram que o ensino expositivo pode ser eficaz na transmissão de informações em curto prazo. Um estudo sobre a compreensão de textos expositivos em crianças demonstrou melhorias significativas na capacidade de leitura e assimilação de novos conteúdos, sem prejuízo no aprendizado (Williams *et al.*, 2005). No entanto, a eficácia dessa

metodologia pode ser limitada em termos de retenção a longo prazo. De acordo com Mateos-Núñez, Martínez-Borreguero e Naranjo-Correa (2020), embora o ensino expositivo seja eficiente para a introdução de conteúdo, ele tende a ser menos impactante quando se trata de manter o conhecimento a longo prazo em comparação com métodos mais interativos.

#### 4.2.2 Relato da Aula Prática

O plano de aula prática com enfoque investigativo buscou priorizar a participação ativa dos estudantes, estimulando-os a levantar hipóteses, experimentar e compartilhar observações sobre os conteúdos em questão. Essa abordagem está em consonância com os pressupostos do ensino por investigação, que, segundo Carvalho et al. (2009), favorece a construção do conhecimento a partir da problematização e da análise de evidências, promovendo a autonomia intelectual e o pensamento crítico. De acordo com Pedaste et al. (2015), esse tipo de prática organiza-se em fases inter-relacionadas — como orientação, conceitualização e investigação — que contribuem para a integração entre teoria e prática, potencializando a aprendizagem significativa.

A primeira aula prática iniciou-se com uma dinâmica sobre o núcleo celular, na qual os estudantes analisaram imagens microscópicas de células animais projetadas no data-show e foram orientados a refletir, com base nas evidências visuais, sobre a função e a importância dessa organela nas atividades celulares. A problematização foi conduzida com a questão: “*Se esta célula fosse uma fábrica, o que você acha que seria o escritório principal onde estão guardadas todas as instruções para o funcionamento dela?*”, buscando estimular o pensamento crítico e a construção coletiva do conceito.

Em seguida, foi apresentada a orientação para o experimento, incluindo demonstração detalhada dos procedimentos de coleta de células da mucosa bucal e preparo das lâminas, com ênfase nos cuidados de segurança. O momento prático consistiu na execução de uma sequência de etapas investigativas, na qual os próprios alunos foram responsáveis pela coleta e preparo das amostras. Inicialmente, realizou-se a higienização das mãos, seguida da distribuição de cotonetes estéreis para que, em pares, os estudantes coletassem suavemente material da mucosa bucal do colega. Em seguida, o material coletado foi transferido para uma lâmina, adicionando-se uma gota de corante azul de metileno, com a finalidade de evidenciar a estrutura nuclear, e cobrindo-se com a lamínula para finalizar o preparo. Durante o processo, a professora lançou a pergunta investigativa: “*Como podemos identificar o núcleo? O que esperamos ver?*”, incentivando os alunos a formular hipóteses e antecipar observações. Por fim, as lâminas foram

recolhidas e devidamente acondicionadas para posterior análise, prevista para a aula subsequente (Figura 4).

Durante a execução, as reações e interações dos estudantes foram diversas. Parte da turma

Figura 4: Execução do experimento para visualização da células da mucosa bucal



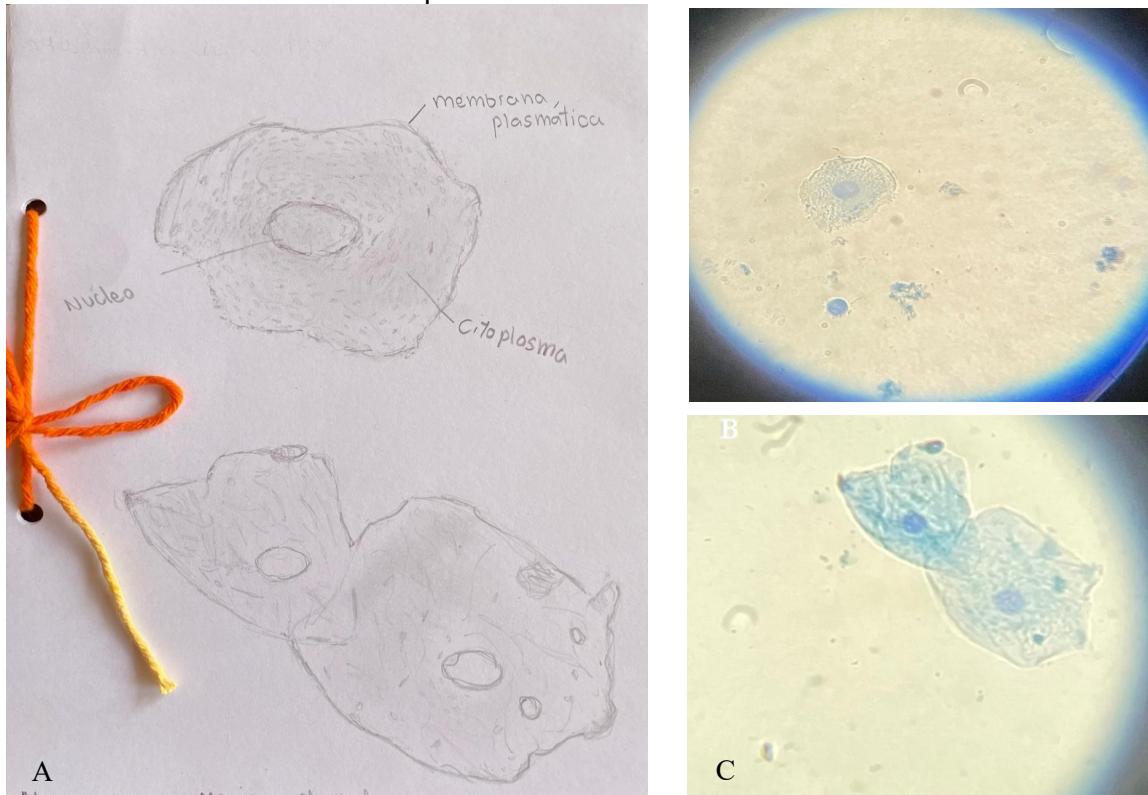
Fonte: próprio autor

demonstrou entusiasmo, participando das discussões e relacionando a questão-problema com analogias como: “*O núcleo seria como a sala de controle, certo?*”. Esses estudantes também se mostraram engajados na coleta das amostras e no preparo das lâminas, auxiliando colegas e disputando a oportunidade de participar das etapas iniciais. Por outro lado, um grupo menor apresentou postura mais passiva, limitando-se a seguir as orientações, sem questionamentos ou interações, mesmo diante dos estímulos propostos.

Para manter o engajamento geral, a professora circulou entre os grupos, esclarecendo dúvidas e reforçando conceitos durante as etapas práticas, garantindo que todos conseguissem concluir as tarefas corretamente.

A aula seguinte iniciou-se com uma breve revisão dos conceitos abordados anteriormente, retomando a questão investigativa proposta na aula anterior. Em seguida, os estudantes foram organizados em duplas para observar as lâminas ao microscópio, registrando descrições e desenhos das células e seus núcleos nos cadernos de esboço (Figura 5). Esse momento promoveu o exercício da observação científica e a comparação com as imagens discutidas na dinâmica anterior.

Figura 5: Representação esquemática da célula da mucosa bucal no caderno de esboço e foto da célula bucal no microscópio



Fonte: desenho do caderno de esboço (A) e imagem do microscópio (B e C) feita pelos participantes

Durante a observação, muitos estudantes demonstraram curiosidade e entusiasmo, chamando a professora para confirmar percepções e expressando surpresa com o que viam. Comentários como “*Professora, esse núcleo aqui está mais visível, é normal?*”, “*Olha, aqui parece que tem uma célula sobre outra, isso pode acontecer?*” e “*Eu nunca tinha visto uma célula da minha própria boca!*” evidenciaram engajamento ativo e apropriação do conteúdo. Por fim, realizou-se uma síntese coletiva, destacando a importância do núcleo para o funcionamento celular.

Os relatos das aulas práticas demonstram que a abordagem investigativa contribuiu para ampliar a participação e a compreensão conceitual dos estudantes, corroborando resultados descritos por outras pesquisas. De acordo com Cobalchini (2016), a experimentação investigativa favorece a construção ativa do conhecimento, estimulando o questionamento e a resolução de problemas em colaboração, aspectos observados quando os alunos elaboraram hipóteses e discutiram as etapas do experimento. Além disso, atividades práticas como as aqui descritas possibilitam maior motivação, autonomia e aprendizagem significativa, pois aproximam o conteúdo da realidade dos estudantes e desenvolvem habilidades cognitivas

essenciais (Da Luz, De Lima e Amorim, 2018).

Estudos indicam que métodos investigativos têm a capacidade de melhorar tanto a retenção quanto o desempenho dos alunos (Namasaka *et al.*, 2017; Hacisalihoglu et al., 2018; Choi et al., 2020). Em workshops de Science, Technology, Engineering and Mathematics (Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática) – STEM, por exemplo, os alunos que participaram de atividades práticas e investigativas demonstraram melhores resultados em aprendizado contínuo, superando aqueles que seguiram abordagens mais tradicionais e expositivas (Mateos-Núñez; Martínez-Borreguero; Naranjo-Correa, 2020). Além disso, pesquisas na área de Biologia indicam que o uso de estratégias como o mapeamento conceitual, que favorecem a investigação ativa, resultam em um melhor desempenho acadêmico em comparação com métodos expositivos, especialmente para alunos que possuem dificuldades em aprender de forma passiva (Udeani; Okafor, 2012).

A elaboração de planos de aula diversificados visa atender às diferentes necessidades de aprendizagem dos alunos. Enquanto os planos expositivos podem ser mais eficientes na transmissão direta de informações e na criação de uma base sólida de conhecimento, os planos investigativos têm o potencial de fomentar uma compreensão mais profunda e a construção de habilidades críticas. A participação ativa e a exploração de conceitos por meio da investigação contribuem para um aprendizado mais engajado e uma retenção superior dos conteúdos. Estudos também sugerem que, ao estimular os alunos a se envolverem de forma prática, eles não só aprendem o conteúdo de forma mais efetiva, mas também desenvolvem competências emocionais e sociais, como o trabalho em grupo e a resolução de problemas (Mateos-Núñez; Martínez-Borreguero; Naranjo-Correa, 2020).

#### 4.2.3 Análise dos cadernos de esboço

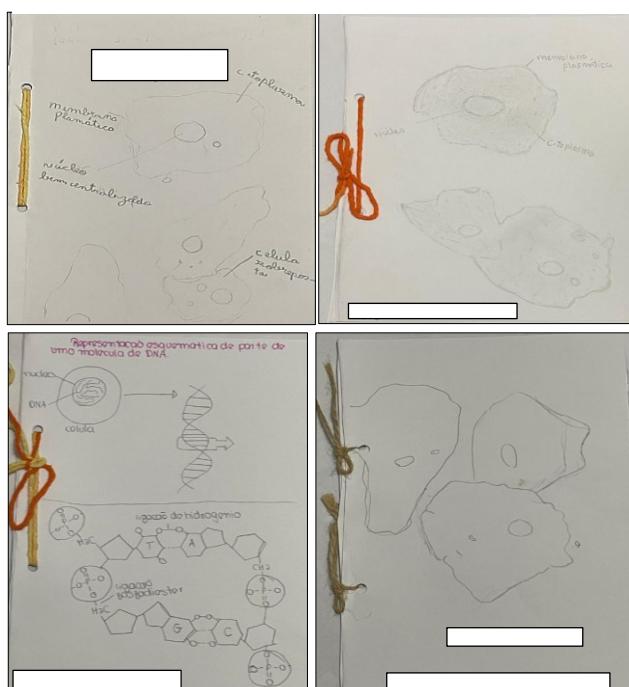
Com o objetivo de aprimorar os registros das aulas e estimular a participação ativa dos discentes, utilizaram-se cadernos de esboço como instrumentos para anotar as atividades práticas e as observações realizadas durante as aulas teóricas e práticas. Para a elaboração desse material, os participantes do estudo foram organizados em duplas. Esses cadernos configuraram-se como ferramentas pedagógicas para registrar os processos investigativos e favorecer a reflexão dos estudantes acerca de suas experiências e da construção dos conceitos abordados em sala de aula. A utilização da ilustração científica como recurso didático possibilita a integração entre arte e ciência, contribuindo para a compreensão conceitual e o desenvolvimento da observação detalhada. Estudos indicam que essa prática permite trabalhar

os conteúdos de forma lúdica e inovadora, promovendo maior engajamento dos alunos no processo de aprendizagem (Moura; Silva; Santos, 2016).

Cada dupla elaborou um caderno de esboço, totalizando 18 exemplares. Na análise dos cadernos de esboço, observou-se que a maioria registrou desenhos detalhados das células epiteliais bucais, evidenciando atenção à proporção e à forma das estruturas. Em 10 cadernos, os núcleos estavam claramente representados, destacados pelo uso do corante azul de metileno, e acompanhados de anotações que identificavam membrana plasmática e citoplasma. Em alguns casos, as duplas adicionaram comentários explicativos, como “núcleo bem centralizado” ou “célula sobreposta”, indicando não apenas a observação, mas também a tentativa de interpretação do fenômeno. (Figura 6). Esses registros revelam indícios de aprendizagem significativa, uma vez que, segundo Salgado *et al.* (2015), o ato de ilustrar exige observação minuciosa, seleção de informações relevantes e reorganização mental, processos cognitivos fundamentais para a compreensão científica.

Entretanto, verificou-se que algumas duplas se limitaram a realizar o desenho da célula sem identificar suas partes, o que pode indicar compreensão parcial do conteúdo ou dificuldades na interpretação do que foi observado. Além disso, os estudantes também registraram esquemas produzidos durante a aula expositiva, incluindo a fita do DNA e sua representação em dupla hélice, o que demonstra a utilização do caderno como recurso contínuo de estudo e integração entre teoria e prática. (Figura 6).

Figura 6 - Cadernos de esboço dos estudantes



Fonte: elaborado pelos participantes do estudo.

Entretanto, em dois cadernos não houve qualquer registro gráfico ou textual, permanecendo as páginas em branco. Esse dado sugere falta de engajamento ou possíveis dificuldades na execução da proposta, como insegurança no desenho ou resistência a métodos menos tradicionais. Situações semelhantes foram descritas por Araújo (2009) e Moura; Silva; Santos, 2016, identificaram que o uso de ilustrações científicas pode gerar desafios para estudantes não familiarizados com práticas artísticas, exigindo estratégias de mediação mais intensas por parte do professor. Apesar disso, a maioria dos cadernos analisados reforça o potencial dos registros gráficos como ferramenta pedagógica que integra linguagem visual e científica, favorecendo não apenas a memorização, mas também a construção ativa do conhecimento. Como destacam Maia e Schimin (2008), o desenho atua como mediador entre a percepção e a compreensão conceitual, ampliando a capacidade de análise crítica e a retenção das informações observadas.

A utilização de cadernos de esboço como ferramenta de registro e reflexão também é uma prática promissora, pois permite que os estudantes participemativamente do processo de aprendizagem. Esta ferramenta não apenas documenta os resultados das atividades práticas, mas também encoraja os alunos a formularem perguntas e pensarem criticamente sobre os conceitos discutidos. Sangvanich e Chinokul (2018) destacam que cadernos reflexivos ajudam os alunos a observar, comparar e analisar conteúdos, conectando teoria e prática de forma que aumentem a capacidade de reter e aplicar conhecimentos em diferentes contextos.

#### 4.2.4 Análise descritiva e de medidas de dispersão dos dados da avaliação pós-teste

O presente estudo analisou o desempenho de estudantes em avaliações teóricas e práticas, com foco na descrição dos resultados obtidos. A análise descritiva mostrou uma média de acertos de 9,62 ( $DP = 3,26$ ) na etapa teórica e 10,3 ( $DP = 2,63$ ) na prática, ambas com mediana de 10, indicando uma leve variação entre as etapas (Tabela 4).

Tabela 4: Resumo descritivo e de dispersão das fases pós-teste

Etapa	Média	Desvio-padrão (DP)	Mediana
Teórica	9,62	3,26	10
Prática	10,3	2,63	10

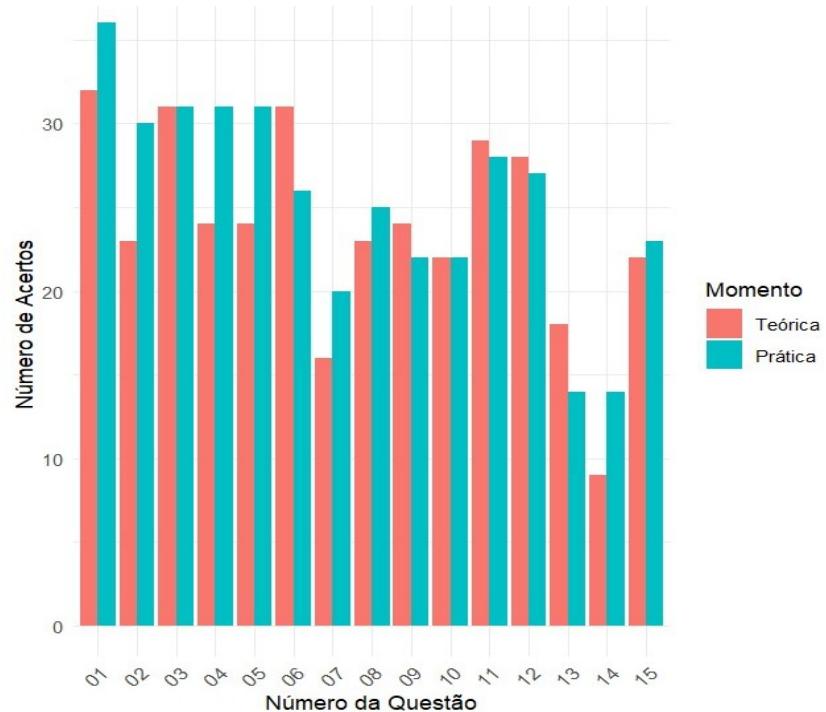
Fonte: próprio autor

Considerando o total de 15 questões, a média de acertos foi de 9,62 na etapa teórica e de 10,27 na prática. Os dados apresentados referem-se às medidas descritivas calculadas a partir das respostas registradas nas duas etapas do pós-teste.

Esses resultados descritivos direcionam para dar suporte ao pressuposto de que a aplicação prática reforça a consolidação do conhecimento teórico, onde o ensino baseado na vivência permite que os estudantes confrontem a abstração dos conceitos com situações que exigem julgamento, ação e adaptação. Nesse contexto, Krasilchik (2008) defende que as atividades práticas são fundamentais para integrar teoria e prática, possibilitando ao estudante a construção ativa do conhecimento por meio da experimentação, da análise e da reflexão sobre os fenômenos observados.

Os dados apresentados na figura 7 fornecem uma visão descritiva do desempenho dos alunos do questionário pós-teste aplicado em dois momentos: após a aula teórica e novamente após a aula prática. Embora as análises sejam descritivas e não permitam inferir causalidade ou impacto significativo, alguns padrões importantes podem ser destacados.

Figura 7: Acertos por questão após aulas teórica e prática



Fonte: próprio autor

Conforme ilustrado na Figura 7, das 15 questões analisadas, 8 apresentaram melhor desempenho na etapa prática (questões 1, 2, 4, 5, 7, 8, 14 e 15), indicando um aumento no número de acertos após a realização da atividade experimental. Em 5 questões (6, 9, 11, 12 e 13), o desempenho foi superior na etapa teórica, sugerindo que, para determinados conteúdos, a abordagem expositiva mostrou-se mais eficaz. Por fim, em 2 questões (3 e 10), o número de acertos permaneceu estável entre os dois momentos, evidenciando um desempenho equivalente.

Esse panorama aponta que a aula prática teve impacto positivo em grande parte das questões, mas também destaca que alguns conteúdos permaneceram melhor compreendidos na abordagem teórica ou apresentaram estabilidade nos resultados. Esses achados sugerem a necessidade de refletirmos sobre fatores que podem ter influenciado a eficácia das atividades práticas, como o tempo disponível para execução, a complexidade dos temas trabalhados ou o nível de familiaridade prévia dos estudantes com os conteúdos abordados.

Do ponto de vista didático, a análise item a item mostrou que a maior parte das questões apresentou melhor desempenho depois da fase prática. Esse resultado indica que a metodologia adotada não só revisitou os conteúdos, mas também os consolidou no momento da aplicação (Calabrese, 2023; Perveen, 2009; Silva; Carmo, 2015). Outras pesquisas também tiveram resultados similares e confirmam esses benefícios, demonstrando que a experiência prática reforça os conteúdos aprendidos, transformando a teoria em instrumento efetivo para possibilitar ganhos consistentes de desempenho, retenção e transferência conceitual em grupos expostos a essas atividades práticas (Son; Vansickle, 1993; Veselinovska; Gudeva; Djokic, 2011; Namasaka, Mondoh; Wasike, 2017).

Os dados reforçam que estratégias fundamentadas em aulas práticas contribuem para a consolidação do aprendizado, pois possuem potencial para transformar a abstração teórica em experiências concretas de elaboração e sistematização do conhecimento. Essa constatação vai ao encontro das conclusões de Moura, Silva e Santos (2016), os quais evidenciam que metodologias que promovem a ação do estudante, como práticas ilustrativas e experimentais, favorecem a aprendizagem por associarem observação, registro e análise, tornando o processo mais significativo e integrado.

Namasaka, Mondoh e Wasike (2017) descobriram que Métodos de Ensino Sequenciais (que combinam abordagens como laboratório, demonstração e aula expositiva) foram mais eficazes para o desempenho imediato e retenção do conhecimento em Biologia do que o método puramente expositivo. Radovanović; Sliško e Stepanović Ilić (2019) também observaram que o aprendizado ativo levou a um ganho significativo na capacidade de fornecer explicações científicas, o que sugere uma compreensão mais profunda. Mesmo em um estudo onde o desempenho em testes não mostrou diferenças estatísticas entre métodos ativos e tradicionais, os alunos perceberam que as atividades práticas os ajudaram a refletir sobre sua compreensão do conteúdo e que o aprendizado foi suplementado pela interação com colegas (Calabrese, 2023).

Por outro lado, a aprendizagem não evolui de maneira linear ou uniforme. A análise

também revelou estabilidade em algumas questões, como a 03, que manteve 83,8% de acertos em ambas as etapas, e até regressão em outras, como a questão 13, cuja taxa caiu de 49% na etapa teórica para 38% na prática. Esse comportamento sugere que, embora a prática seja promotora de aprendizagem, sua efetividade depende da qualidade da mediação pedagógica, do contexto da simulação e da clareza dos objetivos educacionais propostos.

Essa constatação é amplamente corroborada pela literatura científica. Kambaila; Kasali e Kayamba (2019) demonstram que atividades práticas, quando bem estruturadas, melhoram significativamente o desempenho médio dos alunos em biologia. No entanto, os autores alertam que tal melhora depende de fatores como recursos disponíveis, formação dos professores e tempo adequado para a realização das atividades. Sem essas condições, a prática isolada pode não surtir o efeito desejado.

McDaniel *et al.* (2022) trazem outro elemento fundamental neste debate ao destacarem que o progresso da aprendizagem varia de acordo com os estilos cognitivos dos alunos. Estudantes com perfil de aprendizado por abstração se saem melhor em questões de transferência de conhecimento, enquanto aqueles que aprendem por exemplares apresentam desempenho inferior nesses mesmos desafios, apesar de bons resultados em questões de retenção. Isso evidencia que a heterogeneidade nos resultados é, em parte, fruto das diferenças individuais na forma de construir conhecimento.

No estudo de Hacisalihoglu *et al.* (2018), observou-se que ambientes de aprendizagemativa, como o modelo Student-Centered Active Learning Environment with Upside-down Pedagogies - SCALE-UP, podem elevar os índices de sucesso acadêmico em até 16%. Contudo, os autores enfatizam que o impacto positivo está condicionado à aplicação de estratégias planejadas, contextualizadas e centradas no aluno. A prática sem reflexão ou alinhamento com os objetivos educacionais pode não produzir os mesmos efeitos.

Costa, Nogueira e Cruz (2020) e Silva e Silva (2022) ressaltam que, especialmente no ensino de ciências, atividades práticas são fundamentais para motivar e engajar os estudantes. Entretanto, elas também enfrentam desafios estruturais, como salas superlotadas, falta de materiais e espaços inadequados, que podem comprometer sua eficácia. Tais limitações explicam, inclusive, a ocorrência de regressões no desempenho, como observado na questão 13.

Os resultados obtidos neste estudo indicaram apenas uma melhora modesta no desempenho dos estudantes no pós-teste, mesmo após a implementação das aulas práticas investigativas. Esse achado corrobora a perspectiva de Carvalho (2018), para quem o Ensino

por Investigação não deve ser entendido como um conjunto de atividades isoladas, mas como uma proposta pedagógica sistematizada que exige reorganização da prática docente e da dinâmica da sala de aula.

Sasseron (2018) reforça que a efetivação dessa abordagem depende do desenvolvimento das práticas epistêmicas – como a proposição de explicações, argumentação e validação de ideias – no cotidiano escolar, de modo que a investigação não se reduza a um roteiro experimental, mas se constitua como espaço para a construção de conhecimento científico. Nesse sentido, a simples inserção de atividades pontuais não garante, por si só, avanços significativos na aprendizagem, sendo necessário planejamento articulado, clareza de objetivos e mediação qualificada.

Zômpero e Souza Junior (2014) e Zômpero e Laburú (2011) destacam, ainda, que a consolidação do Ensino por Investigação requer condições estruturais adequadas, formação docente contínua e alinhamento ao Projeto Político-Pedagógico (PPP) da escola. Essa perspectiva converge com os resultados deste trabalho, ao evidenciar que a implementação desarticulada do contexto pedagógico mais amplo se traduz em ações pontuais, incapazes de estabelecer um ambiente investigativo robusto.

Corroborando alguns dos achados da literatura científica aqui apresentados, Lima (2019) identificou que, apesar do engajamento e da aceitação positiva das atividades investigativas, os alunos da rede estadual apresentaram menor ganho de aprendizagem em comparação com os de escolas federal e particular. Esses achados reforçam que, embora as metodologias práticas investigativas promovam mudanças no envolvimento e na postura dos estudantes, fatores como infraestrutura e contexto escolar podem limitar seus efeitos no desempenho.

O estudo realizado por Barbosa *et al.* (2015) reforça a eficácia das aulas práticas como estratégia pedagógica para o ensino de Citologia. Os autores conduziram uma pesquisa quanti-qualitativa exploratória com 40 alunos do ensino médio e observaram que a realização de aulas práticas em laboratório permitia aos estudantes compreender melhor o conteúdo de Citologia. Segundo os dados, 60% dos participantes indicaram que as aulas práticas facilitam a aprendizagem, sendo essa percepção compartilhada até mesmo entre aqueles que nunca haviam tido contato prévio com esse tipo de atividade.

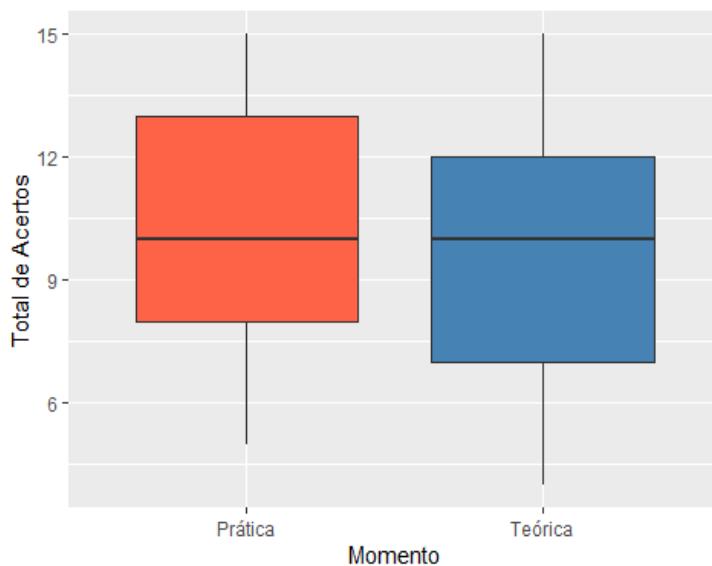
Para aprofundar o debate acerca dos dados descritivos produzidos neste estudo e permitir melhor visualização de suas medidas de resumo, utilizou-se o gráfico de boxplot, por meio do qual analisou-se que os desempenhos nas duas etapas em termos de total de acertos.

Como anteriormente apresentado (Tabela 4) a mediana foi aproximadamente 10 acertos

em ambos os momentos, indicando que metade dos estudantes alcançou desempenho igual ou superior a esse valor.

No entanto, a amplitude interquartil e a amplitude total foram ligeiramente maiores na etapa prática, evidenciando maior variabilidade no desempenho após a intervenção. Além disso, houve uma leve tendência de maiores acertos máximos na prática, sugerindo que alguns estudantes obtiveram ganhos expressivos, reforçando a heterogeneidade previamente identificada nas análises (Figura 8).

Figura 8: Boxplot da distribuição dos resultados das avaliações



Fonte: próprio autor

O boxplot comparativo das etapas teórica e prática permite visualizar a distribuição dos acertos dos estudantes. Observa-se que a mediana ( $Q_2$  – quartil 2) foi semelhante nas duas etapas, em torno de 10 acertos, indicando que metade dos alunos obteve esse valor ou superior. O primeiro quartil ( $Q_1$  – quartil 1) e o terceiro quartil ( $Q_3$  – quartil 3) mostram que a dispersão foi ligeiramente maior na etapa prática, com o  $Q_3$  atingindo aproximadamente 13 acertos, enquanto na etapa teórica ficou em torno de 12 acertos.

Essa maior amplitude no topo da distribuição prática indica que os estudantes com melhor desempenho apresentaram ganhos mais expressivos após a intervenção, refletindo a heterogeneidade do efeito da prática. Já na etapa teórica, a dispersão ao redor da mediana mostra que o grupo central já apresentava variabilidade mesmo antes da intervenção.

Os “bigodes” do boxplot, que representam os valores mínimos e máximos (sem considerar outliers), mostram amplitudes semelhantes entre as etapas, mas com uma leve

tendência a maiores acertos máximos na prática. Esse padrão reforça que, embora a média e a mediana tenham sido próximas, a prática não beneficiou homogeneamente todos os participantes da pesquisa, resultado compatível com os achados de Namasaka, Mondoh e Wasike (2017) e Calabrese (2023).

De forma geral, o boxplot complementa os resultados numéricos da análise descritiva, permitindo identificar padrões e variabilidade que não são capturados apenas por médias e desvios-padrão, e reforça a importância de considerar a heterogeneidade do grupo ao interpretar os efeitos das intervenções pedagógicas.

Esse padrão está alinhado à literatura, que indica que atividades práticas podem beneficiar determinados perfis de estudantes, ampliando a performance individual sem necessariamente alterar as tendências centrais do grupo (Yeung *et al.*, 2023). Estudos anteriores destacam que práticas pedagógicas ativas não apenas facilitam a aplicação de conceitos abstratos em contextos concretos, mas também contribuem para uma maior retenção e compreensão significativa do conteúdo (Krasilchik, 2008; Carvalho, 2009; Zômpero; Souza Júnior, 2014). Zabala (1998) destaca que o desenvolvimento de competências conceituais, procedimentais e atitudinais deve ocorrer de forma articulada, sendo fundamental que o processo avaliativo contemple essas três dimensões para promover aprendizagens significativas e contextualizadas. Essas abordagens também têm sido associadas ao aumento do engajamento, da motivação e da autonomia aspectos fundamentais para a construção de um aprendizado profundo e duradouro.

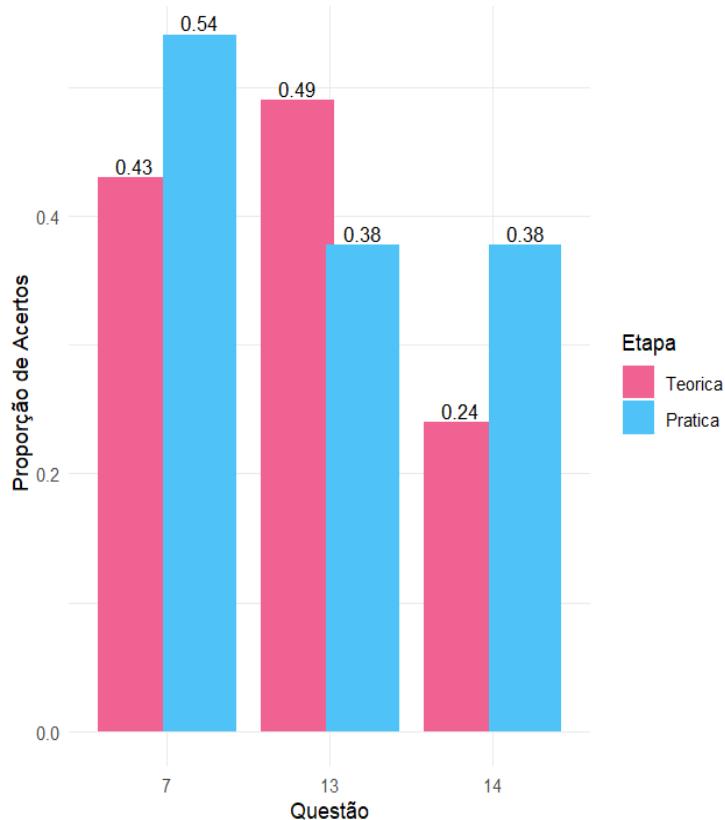
Complementando essa perspectiva, Oliveira e Obara (2018) destacam que a aplicação prática dos conhecimentos exige que os estudantes reorganizem a informação de forma ativa e crítica, enquanto Yeung *et al.* (2023) ressaltam que atividades em equipe, como o Aprendizagem Baseada em Equipes (ABE), fortalecem não apenas o conteúdo teórico, mas também habilidades essenciais como trabalho em equipe, resolução de problemas e pensamento crítico.

Portanto, mesmo que o ganho médio observado tenha sido modesto, os resultados estão em consonância com as evidências da literatura, que apontam que intervenções práticas, quando bem planejadas e alinhadas aos objetivos pedagógicos, contribuem significativamente para o processo de aprendizagem. Esse impacto tende a ser particularmente relevante para estudantes que se beneficiam mais de experiências concretas e participativas.

#### 4.2.5 Questões com Baixo Rendimento (<50%)

Apesar do desempenho global satisfatório, três questões específicas 07, 13 e 14 apresentaram índices de acerto inferiores a 50% em pelo menos uma das etapas, o que merece atenção pedagógica mais aprofundada (Figura 9).

Figura 9: Questões com rendimento inferior a 50%



Fonte: próprio autor

A Questão 14 foi a mais crítica, com apenas 24,3% de acertos na etapa teórica e 38% na prática. A questão tratava da replicação do DNA, processo central para a perpetuação da informação genética. O baixo desempenho pode ser interpretado como evidência de dificuldades em transpor conceitos moleculares abstratos para contextos aplicados, situação frequentemente documentada na literatura sobre ensino de Biologia (Carvalho e Sasseron, 2009; Sasseron, 2015).

A Questão 13, que abordava o componente do DNA responsável por carregar a informação genética, apresentou uma regressão no desempenho entre as etapas (49% de acertos na teoria contra 38% na prática). Teig, Scherer e Nilsen (2018) mostram que a consolidação de conceitos exige não só a exposição reiterada ao conteúdo, mas, sobretudo, a reconstrução ativa dessas ideias em contextos diversos; entretanto, quando as atividades investigativas são aplicadas de forma excessiva ou sem suporte, surgem conflitos conceituais e até queda no

desempenho, pois a sobrecarga cognitiva e a redução de tempo para outras estratégias comprometem a aprendizagem.

A Questão 07 tratava da estrutura nuclear envolvida na produção de ribossomos. Embora tenha apresentado melhoria (de 43% na teoria para 54% na prática), o rendimento ainda ficou aquém do ideal. Tal dificuldade é coerente com observações de Mortimer e Scott (2002), que destacam que conceitos relacionados a organelas celulares requerem forte apoio visual e contextualização prática para serem plenamente compreendidos.

Esses achados reforçam que a simples exposição teórica, mesmo quando seguida de uma atividade prática, não é suficiente para garantir a aprendizagem plena de conceitos mais complexos. Conforme apontam Delizoicov, Angotti e Pernambuco. (2002) a aprendizagem científica exige articulação contínua entre teoria e prática, mediada por estratégias didáticas que estimulem a problematização, a metacognição e a reconstrução conceitual ativa.

Adicionalmente, o estresse acadêmico e a ansiedade, frequentemente citados como barreiras no processo de aprendizagem na área da saúde (Carlotto, Palazzo, 2006), podem também ter influenciado negativamente a performance dos estudantes nessas questões mais exigentes cognitivamente.

Ademais, a análise das questões com baixo rendimento aquelas com taxa de acertos inferior a 50% aponta para a necessidade de revisitar estratégias didáticas e de reforçar a integração entre conteúdos abstratos (Santos; Mortimer, 2001) e suas aplicações práticas, problema clássico no ensino de temas de alta abstração como Biologia Molecular e Celular.

Portanto, o baixo rendimento nessas questões sinaliza não um fracasso do processo educativo, mas uma oportunidade de aprimoramento didático, especialmente com a utilização de métodos de reforço, feedback formativo e estratégias de ensino baseadas em investigação científica.

#### **4.3 Análise da Normalidade dos Dados**

Antes da aplicação dos testes inferenciais, foi realizada a análise da normalidade dos dados por meio do teste de Shapiro-Wilk. Esse teste é sensível a desvios da distribuição normal, e seu valor estatístico W varia entre 0 e 1, sendo que valores mais próximos de 1 indicam maior aderência à normalidade (Shapiro e Wilk, 1965; Razali, Wah, 2011).

Os resultados obtidos foram os seguintes:

- Etapa teórica:  $W = 0,941$ ;  $p = 0,0503$ ;
- Etapa prática:  $W = 0,960$ ;  $p = 0,204$ ;

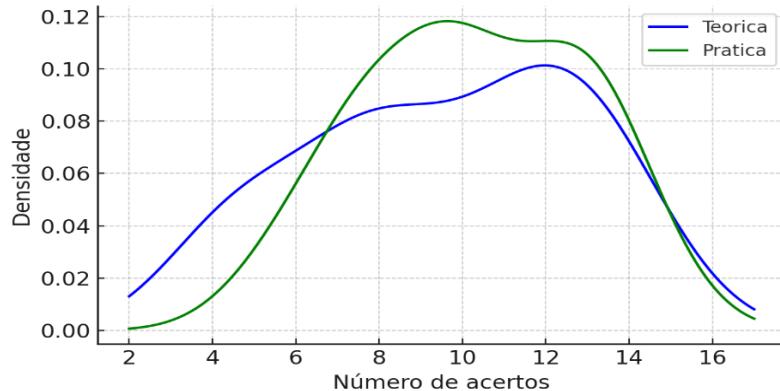
- Diferença entre os momentos (Teórica – Prática):  $W = 0,949$ ;  $p = 0,091$ .

Esses valores indicam que tanto a etapa prática quanto a diferença entre os momentos apresentaram distribuições compatíveis com a normalidade ( $p > 0,05$ ). A etapa teórica, no entanto, apresentou um valor  $p$  muito próximo do ponto de corte tradicional ( $p \approx 0,05$ ), sugerindo uma distribuição marginalmente não normal.

Essa leve assimetria na etapa teórica pode estar relacionada ao fato de se tratar do primeiro contato formal dos participantes com os conteúdos avaliados. Fatores como ansiedade, interpretação das questões e falta de familiaridade com o formato da avaliação podem ter contribuído para uma maior variabilidade nos escores, distorcendo a distribuição.

As curvas de densidade ilustram visualmente essa dinâmica. A Figura 10 mostra que a curva da etapa prática (verde) está levemente deslocada à direita em relação à curva teórica (azul), o que indica um desempenho geral superior após a intervenção prática.

Figura 10: Curvas de densidade - Teórica/Prática

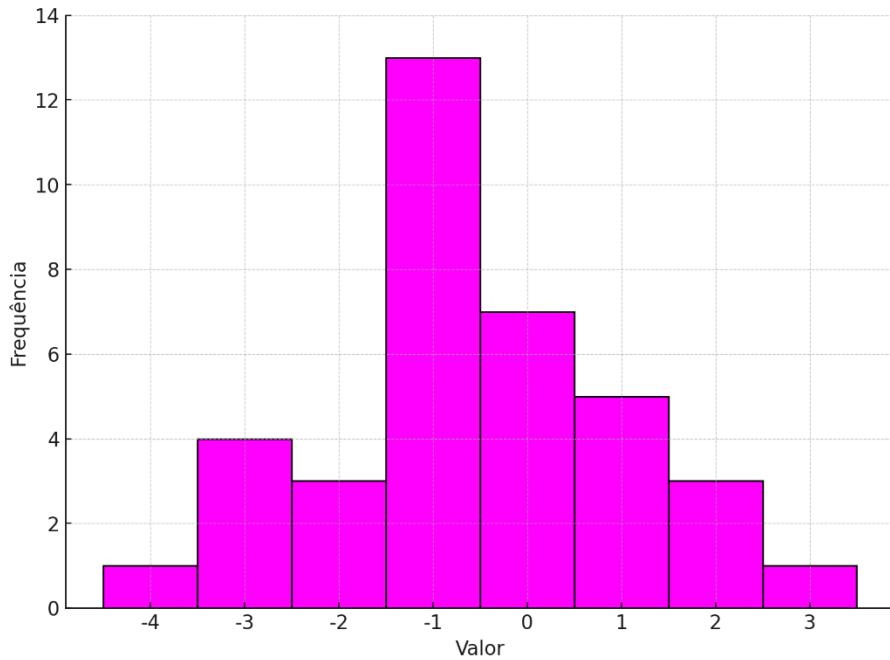


Fonte: próprio autor

A curva da diferença (azul), por sua vez, apresenta um pico nítido em torno de -1, com cauda mais longa à esquerda, revelando a presença de participantes que tiveram melhora substancial de desempenho após a vivência prática.

Adicionalmente, o histograma das diferenças (Figura 11) revela que, para a maioria dos participantes, as notas obtidas após a aula prática foram próximas às obtidas após a etapa teórica, uma vez que a maior concentração de frequência encontra-se próxima ao valor zero. Esse padrão sugere que, para grande parte da amostra, a intervenção prática não produziu ou produziu alterações pouco significativas no desempenho.

Figura 11: Histograma da análise de normalidade pelo teste Shapiro-Wilk



Fonte: próprio autor

Ainda assim, o gráfico evidencia a presença de subgrupos com respostas divergentes à intervenção: alguns alunos apresentaram melhora significativa (diferenças negativas), enquanto outros registraram piora (diferenças positivas). Essa dispersão assimétrica e as caudas estendidas sugerem uma heterogeneidade na efetividade da prática como reforço pedagógico, com variações individuais no aproveitamento da estratégia.

Esses achados sugerem que, embora a prática tenha contribuído para o avanço de alguns estudantes, não foi suficiente para promover um ganho generalizado de conhecimento entre todos os participantes. Tal constatação reforça a importância de considerar fatores pedagógicos, motivacionais e contextuais na implementação de metodologias ativas, além da necessidade de ajustes na abordagem prática para torná-la mais efetiva e equitativa.

Esse padrão justifica metodologicamente o uso de testes não paramétricos, como o teste de Wilcoxon pareado, já que a simetria e homogeneidade das distribuições pressupostos dos testes paramétricos foram parcialmente violados.

Esses achados dialogam com a literatura educacional, que frequentemente identifica distribuições não normais em contextos escolares devido à diversidade de perfis, motivações e estratégias de estudo dos estudantes (Oliveira e Obara, 2018). Esse contexto reforça a importância não apenas de implementar intervenções pedagógicas inovadoras, mas também de adotar um olhar atento à variabilidade individual, reconhecendo os diferentes impactos que uma mesma intervenção pode produzir.

## 4.4 Análises inferenciais

Com base na análise de normalidade, onde se assumiu o comportamento não paramétrico dos dados, escolheu-se o teste de Wilcoxon, pois ele lida de forma robusta com dados não normalmente distribuídos e com amostras pequenas, sendo uma alternativa apropriada ao teste t pareado nessas condições (Miot, 2017; Moya, 2021). Além disso, o teste é particularmente sensível para detectar diferenças medianas, permitindo capturar mudanças consistentes mesmo em contextos educacionais marcados por variabilidade entre os participantes.

### 4.4.1 Teste não paramétrico de Wilcoxon

O teste não paramétrico de Wilcoxon para amostras pareadas foi aplicado para comparar os desempenhos entre as etapas teórica e prática, considerando a possível violação do pressuposto de normalidade identificada previamente pelo teste de Shapiro-Wilk. O resultado obtido ( $V = 121$ ;  $p = 0,018$ ) indica uma diferença estatisticamente significativa entre os dois momentos, sugerindo que a intervenção prática teve impacto positivo no desempenho dos estudantes.

O valor V corresponde à soma dos postos (ranks) atribuídos às diferenças entre os pares de escores teóricos e práticos, refletindo tanto a direção (ganho ou perda) quanto a magnitude dessas mudanças. Um  $V = 121$  indica que a soma dos ranks favoráveis ao desempenho prático foi expressiva, evidenciando um padrão consistente de melhora no grupo. O valor  $p = 0,018$  significa que há apenas 1,8% de probabilidade de a diferença observada ter ocorrido por acaso. Considerando um nível de significância de 95% ( $\alpha = 0,05$ ), esse resultado nos permite rejeitar a hipótese nula e concluir que a intervenção prática teve efeito estatisticamente significativo sobre o desempenho dos estudantes.

Embora o teste indique significância estatística, ele não informa a magnitude exata do efeito (o tamanho do impacto). Isso significa que, mesmo com o ganho médio modesto identificado na análise descritiva, a consistência das mudanças entre os estudantes foi suficientemente forte para ser captada estatisticamente. Esse fenômeno é comum em estudos educacionais, nos quais intervenções podem beneficiar especialmente subgrupos de alunos, sem necessariamente alterar a média geral de forma expressiva. Capraro (2004), Kalinowski e Fidler (2010) e Fan e Konold (2010) reforçam que significância estatística e tamanho de efeito são conceitos complementares e que a interpretação rigorosa dos resultados exige a análise de ambos. Além disso, Peeters (2016) destaca que a relevância prática de uma intervenção nem sempre acompanha a significância estatística, e que o cálculo do tamanho de efeito é essencial

para uma avaliação completa do impacto educacional.

Ao analisar a literatura científica sobre o tema, observou-se que métodos de ensino como a Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP) demonstram ser mais eficazes do que o ensino tradicional na retenção de longo prazo, especialmente no que se refere à compreensão e aplicação do conhecimento (Wong; Day, 2009). Complementarmente, Yeung *et al.* (2023) destacam que atividades práticas em equipe, como a Aprendizagem Baseada em Equipe (ABE), potencializam ainda mais os resultados ao desenvolver competências socioemocionais, como colaboração e resolução de problemas.

Essas evidências fortalecem parcialmente os achados do presente estudo. A partir da aplicação do teste de Wilcoxon, observou-se que a estratégia de ensino por investigação, com uso de aulas práticas subsequentes à exposição teórica, foi capaz de gerar melhorias significativas no desempenho de alguns estudantes. No entanto, a distribuição das diferenças individuais de desempenho revela que esse efeito não foi uniforme: uma parte dos participantes manteve resultados semelhantes, e outra apresentou até mesmo queda no desempenho.

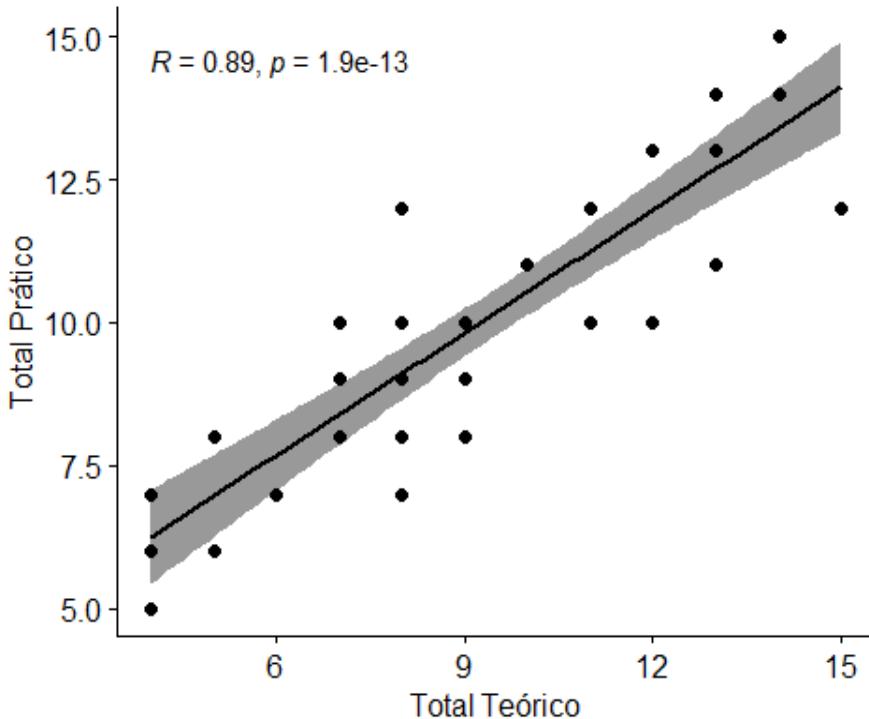
Portanto, embora os dados apontem para um potencial da prática como reforço pedagógico, seus efeitos variam de acordo com o perfil dos estudantes, reforçando a necessidade de adequações didáticas mais personalizadas e da diversificação de estratégias, de modo a ampliar o impacto positivo da aprendizagem ativa para um número maior de alunos.

#### 4.4.2 Análise da Correlação de Spearman

A correlação de Spearman foi escolhida neste estudo para avaliar a associação entre os desempenhos teórico e prático dos estudantes, uma vez que se trata de uma medida não paramétrica apropriada para detectar relações monotônicas entre variáveis ordinais ou intervalares, mesmo quando os dados não seguem distribuição normal (Kim, 2013; Miot, 2017). Esse teste calcula um coeficiente de correlação, denominado rho ( $\rho$ ), que varia entre -1, 0 e +1, correspondendo, respectivamente, a correlação negativa perfeita, ausência de correlação e correlação positiva perfeita. A escolha do coeficiente de Spearman é metodologicamente adequada em contextos educacionais, nos quais os dados frequentemente violam os pressupostos paramétricos e apresentam heterogeneidade (Capraro, 2004; Kalinowski & Fidler, 2010). Assim, o teste possibilita identificar se estudantes com melhores desempenhos teóricos também mantêm desempenhos elevados na prática, independentemente da distribuição dos escores.

Em nosso estudo, encontramos forte correlação positiva identificada pelo coeficiente de Spearman ( $\rho = 0,889$ ;  $p < 0,001$ ) (Figura 12). Esse achado fortalece os resultados obtidos pelo teste não paramétrico de Wilcoxon, pois indica que os ganhos identificados não foram apenas aleatórios ou concentrados em poucos estudantes, mas refletem um padrão consistente de desempenho entre as etapas teórica e prática (Capraro, 2004; Kalinowski e Fidler, 2010).

Figura 12: Análise de correlação de Spearman



Fonte: próprio autor

Esse resultado sugere que a intervenção prática contribuiu para consolidar o desempenho do grupo, impactando não apenas as médias globais, mas também a organização interna das performances individuais.

Os resultados da correlação de Spearman confirmam que os estudantes com bom desempenho teórico também mantiveram bons resultados na prática. Isso reforça a conclusão do teste de Wilcoxon, que apontou uma diferença estatisticamente significativa entre os momentos (Kim, 2013; Miot, 2017; Yeung et al., 2023). Ou seja, a prática não apenas elevou os escores médios, mas também preservou a ordem relativa entre os indivíduos, mostrando consistência no padrão de aprendizagem e fortalecendo a robustez pedagógica da intervenção.

A aplicação conjunta do teste de Wilcoxon, que identifica mudanças estatisticamente significativas nas medianas, e da correlação de Spearman, que revela consistência no desempenho individual dos estudantes, aumentam a robustez da análise inferencial do impacto

das intervenções pedagógicas na aprendizagem dos participantes.

Os resultados indicam que a etapa prática não apenas contribuiu para elevar o desempenho de parte dos alunos, mas também ajudou a consolidar padrões individuais de aprendizagem, ao manter a correlação entre os desempenhos antes e depois da prática.

Esse alinhamento entre os indicadores estatísticos e os resultados educacionais reforça a validade do uso de metodologias ativas, especialmente em contextos marcados por heterogeneidade de perfis e ritmos de aprendizagem (Fan e Konold, 2010; Oliveira e Obara, 2018).

Os achados deste estudo são corroborados por Ahmad *et al.* (2023) que realizaram uma revisão sistemática e meta-análise identificando que abordagens pedagógicas inovadoras (metodologias ativas), como aprendizagem baseada em problemas, investigação e cooperação, apresentaram maiores efeitos positivos no desempenho de estudantes do ensino médio em química, quando comparadas aos métodos tradicionais.

Por fim, a análise conjunta dos dois testes mostra que o impacto da intervenção prática não se limitou a ganhos médios, mas também resultou em maior estabilidade e alinhamento entre as competências teóricas e práticas. Isso indica uma integração bem-sucedida entre os momentos do processo pedagógico, confirmando que os efeitos da intervenção foram não apenas estatisticamente significativos, mas também pedagogicamente relevantes (Peeters, 2016). Dessa forma, os resultados sugerem a necessidade de valorizar intervenções que promovam tanto avanços quantitativos quanto qualitativos no aprendizado.

#### 4.4.3 Poder do estudo

O tamanho do efeito da intervenção foi estimado por meio do coeficiente r bisserial de postos (rank-biserial correlation), uma medida amplamente utilizada em conjunto com o teste de Wilcoxon para dados pareados. Esse coeficiente é apropriado para dados não paramétricos, pois calcula a magnitude do efeito com base nas ordens (ranks) dos valores, em vez dos próprios valores brutos, tornando-o robusto frente a violações da normalidade (Field, 2012; Tomczak & Tomczak, 2014).

O r bisserial de postos representa a diferença padronizada entre as posições dos grupos comparados. Em testes pareados, como no presente estudo, ele indica a proporção de vezes em que os valores do segundo momento (após a intervenção prática) superam os do primeiro momento (após a aula teórica). Seus valores variam entre -1 e 1, sendo que valores próximos de 0 indicam ausência de efeito; valores próximos de 1 indicam melhora consistente após a

intervenção; e valores negativos indicam piora sistemática (Cohen, 1988).

Neste estudo, foi obtido  $r=0,48$ , com intervalo de confiança de 95% entre 0,15 e 0,71, o que representa um efeito de magnitude que pode variar de pequeno a grande. Esse resultado reforça a significância estatística identificada pelo teste de Wilcoxon, sugerindo diferença relevante nas ordens de desempenho entre os dois momentos, favorecendo a etapa prática. Além disso, o tamanho do efeito paramétrico calculado pelo teste t pareado (Cohen's  $d=0,424$ ) apresentou magnitude semelhante, corroborando a consistência dos achados.

Contudo, o poder estatístico do estudo foi estimado em aproximadamente 71%, valor ligeiramente abaixo do nível de 80% geralmente recomendado para reduzir o risco de erro do tipo II. Isso indica que, apesar de evidências de efeito positivo da intervenção, estudos futuros com amostras maiores são recomendados para confirmar os resultados e aumentar a confiabilidade das conclusões.

O erro do tipo II, também conhecido como falso negativo, ocorre quando um teste estatístico não identifica uma diferença significativa mesmo quando ela realmente existe na população. Ou seja, a hipótese nula é incorretamente aceita, levando o pesquisador a concluir que a intervenção não teve efeito quando, na verdade, teve. O risco de cometer erro tipo II está diretamente relacionado ao poder do estudo: quanto menor o poder, maior a chance de não detectar um efeito verdadeiro. Assim, estudos com amostras pequenas ou variabilidade alta podem apresentar maior probabilidade de erro tipo II, comprometendo a capacidade de identificar efeitos reais e aumentando a possibilidade de conclusões equivocadas sobre a eficácia da intervenção (Cohen, 1988; Field, 2012).

O uso do intervalo de confiança contribui para estimar a precisão da medida de efeito, tornando a análise estatística mais transparente e informativa (Cumming, 2012). Os achados corroboram que a intervenção prática impactou positivamente parte dos estudantes, mas também revelam variação individual na resposta ao ensino prático, resultado que evidencia a necessidade de estratégias didáticas que respeitem diferentes perfis de aprendizagem. Nesse sentido, Araújo, Tristão e Santos (2021) reforçam que metodologias investigativas, quando organizadas em sequências didáticas bem estruturadas, favorecem o engajamento e a construção de significados mais profundos por parte dos estudantes. Contudo, os autores alertam que intervenções pontuais nem sempre são suficientes para gerar mudanças conceituais duradouras, sendo necessário o uso continuado dessas abordagens ao longo do processo formativo.

## 5 CONSTRUÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL - SEQUÊNCIA DIDÁTICA INVESTIGATIVA

O presente produto educacional consiste em uma sequência didática investigativa elaborada para o componente curricular de Biologia, com foco nos conteúdos de Citologia, especificamente na estrutura e função do núcleo celular e do ácido desoxirribonucleico (DNA). A proposta pedagógica está fundamentada na abordagem do ensino por investigação, que tem como principal característica a mobilização dos estudantes na construção do conhecimento por meio de problematizações, levantamento de hipóteses, experimentações, registros e validação com base em evidências científicas.

Destinada a professores de Ciências e Biologia do Ensino Médio, a sequência foi concebida para promover a aprendizagem ativa e significativa dos conteúdos relacionados ao núcleo celular, considerando a relevância do DNA como molécula responsável pela hereditariedade e pelo controle das atividades celulares. Ao articular teoria e prática, o material favorece o desenvolvimento de habilidades investigativas, pensamento crítico e argumentação científica, conforme preconizado pela Base Nacional Comum Curricular (BNCC).

A escolha pelo desenvolvimento de uma sequência didática voltada para o núcleo celular e o DNA justifica-se tanto pela relevância conceitual do tema quanto pelos resultados obtidos na pesquisa de dissertação vinculada a este trabalho. Os dados coletados por meio de instrumentos avaliativos aplicados a estudantes do Ensino Médio demonstraram que os conteúdos relacionados à Citologia, especialmente à estrutura e função do núcleo celular e à composição do DNA, configuram-se como aqueles em que os discentes apresentam maiores dificuldades de compreensão. Essa constatação evidencia a necessidade de práticas pedagógicas que superem a abordagem meramente expositiva, promovendo a construção do conhecimento de forma ativa, contextualizada e investigativa.

A análise diagnóstica revelou que as questões 07, 13 e 14 apresentaram os menores índices de acerto no questionário estruturado de avaliação pós-teste, abordando, respectivamente, os seguintes temas: síntese de ribossomos pelo nucléolo, função das bases nitrogenadas na transmissão da informação genética e mecanismos de replicação semiconservativa do DNA. Destaca-se que o item 14 obteve o menor percentual de acerto, com apenas 24,3% na etapa teórica e 38% na prática, evidenciando uma lacuna expressiva na compreensão desse conceito pelos estudantes.

Diante desse cenário, a sequência didática investigativa (**APÊNDICE E**), intitulada “Núcleo Celular: Conhecendo o DNA”, foi elaborada com foco nos conteúdos relacionados ao

núcleo celular e à estrutura do DNA, considerando que os resultados indicaram esse tema como o principal fator associado às dificuldades de aprendizagem identificadas.

O produto está estruturado em seis aulas de cinquenta minutos, organizadas de forma progressiva. Na primeira aula, apresenta-se uma situação-problema que desperta a curiosidade e convida os estudantes a levantar hipóteses sobre a localização e a função do DNA nas células. Nas aulas subsequentes, são propostas atividades práticas, como a observação de células da mucosa bucal ao microscópio, a extração de DNA do morango e a construção de modelos da molécula de DNA. A sequência culmina com a validação das hipóteses por meio da leitura de textos científicos e a socialização do conhecimento construído pelos estudantes. Como forma de avaliação lúdica e integradora, a proposta inclui a aplicação do jogo didático “Fake ou Fato”, composto por 10 afirmações acompanhadas de imagens, relacionadas aos conteúdos explorados, para serem julgadas como verdadeiras (fato) ou falsas (fake).

A sequência didática busca integrar os eixos da experimentação e da argumentação com a mediação docente, promovendo a formação científica dos estudantes a partir de atividades contextualizadas e baseadas em situações reais de investigação. Além disso, oferece aos professores um material didático estruturado, adaptável a diferentes realidades escolares e alinhado às diretrizes curriculares atuais.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante dos objetivos propostos e dos resultados obtidos, considera-se que a utilização de aulas práticas de Citologia como estratégia pedagógica desempenha um papel relevante no ensino de Biologia no ensino médio. A análise inferencial dos resultados permitiu identificar que o ensino por investigação com o uso sequencial de aulas teóricas e práticas, o que propicia participação mais ativa dos participantes, contribuíram para a melhoria de seu desempenho acadêmico, evidenciando não apenas um aumento do rendimento médio, mas também uma consistência nas melhorias observadas ao se comparar o rendimento de cada participante nos momentos teórico e prático do estudo.

Faz-se importante explicitar que, mesmo com as estratégias aplicadas para potencializar a aprendizagem, essa melhora não ocorreu de forma homogênea ao se analisar individualmente os objetos de conhecimento, especialmente em temas mais abstratos e de difícil visualização prática. O baixo rendimento dos participantes nas questões 07, 13 e 14 com índices de acerto inferiores a 50% indica a necessidade de análises mais aprofundadas ou da adoção de metodologias complementares para explorar essas lacunas e compreender outras variáveis não abordadas neste estudo.

De modo geral, apesar das limitações, como o número de participantes abaixo do previsto e as dificuldades logísticas decorrentes de alterações administrativas na escola utilizada como campo da pesquisa, os resultados obtidos são promissores e encorajam a realização de novas pesquisas sobre o tema investigado.

Recomenda-se, portanto, que futuras pesquisas e práticas ampliem a discussão sobre o uso de metodologias ativas, especialmente o ensino por investigação, e de atividades práticas no ensino de Ciências, abrangendo diferentes contextos escolares e conteúdos curriculares, de forma a contribuir para o aprimoramento contínuo da formação científica dos estudantes.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARAÚJO, V. H. D.; TRISTÃO, J. C.; SANTOS, L. J. dos. O ensino de ciências por investigação: uma proposta de sequência didática para auxiliar no desenvolvimento de conteúdos de química para alunos do sexto ano. **Pesquisa e Debate em Educação**, v. 11, n. 1, p. 1–23, e31604, 2021.
- ABREU, F. C. N. **O ensino por investigação criando possibilidades para os professores de Ciências e Biologia em formação inicial a partir da pesquisa-ação**. 2021. Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade Estadual de Goiás, Anápolis, 2021.
- AHMAD, Z. et al. Effective pedagogical approaches used in high school chemistry education: a systematic review and meta-analysis. **Journal of Chemical Education**, v. 100, n. 5, p. 1796-1810, 2023.
- ALI, R. M. et al. Introducing active learning component for improving laboratory management of biology and chemistry teachers. **Journal of Physics: Conference Series**, v. 1318, p. 012100, 2019.
- ARAÚJO, A. M. **Aplicações da ilustração científica em ciências biológicas**. 2009. 48 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado e Licenciatura – Ciências Biológicas) – Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências de Rio Claro, Rio Claro, 2009. Disponível em: <http://hdl.handle.net/11449/118088>. Acesso em: 20 abr. 2025.
- ARZI, H. J.; BEN-ZVI, R.; GANIEL, U. Forgetting versus savings: the many facets of long-term retention. **Science Education**, v. 70, n. 2, p. 171-188, 1986.
- AUSUBEL, D. P. **Aquisição e retenção de conhecimento: uma perspectiva cognitiva**. Lisboa: Plátano, 2003.
- AZEVEDO, C. et al. **A estratégia de triangulação: objetivos, possibilidades, limitações e proximidades com o pragmatismo**. Brasília: [s.n.], 2013.
- BARBOSA, N. F. M. V. et al. Dificuldades no processo de ensino-aprendizagem de citologia dos discentes da 1ª série do Ensino Médio da Escola Estadual de Ensino Médio Oswaldo Pessoa – João Pessoa – PB. In: CONGRESSO NACIONAL DE PESQUISA, 1., 2016, Campina Grande. **Anais I CONAPESC**. Campina Grande: Realize Editora, 2016. Disponível em: <https://www.editorarealize.com.br/artigo/visualizar/17951>. Acesso em: 20 abr. 2025.
- BONZANINI, T. K. O ensino por investigação na formação inicial de professores de Biologia: contribuições do PIBID. In: MOLINA, K. S. M. (org.). **A tessitura formativa e reflexiva: o PIBID na Universidade de São Paulo (2018-2020)**. Piracicaba: ESALQ-USP, 2021. p. 159–175
- BRASIL. Lei nº 14.191, de 3 de agosto de 2021. Dispõe sobre a modalidade de educação bilíngue de surdos e altera a Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996 (Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional). **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 4 ago. 2021. Seção 1, p. 1.
- BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, 2018.

BRASIL. Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação. **Diretrizes Curriculares Nacionais Gerais para a Educação Básica**. Brasília, 2013.

BRITO, B. W. C. S.; BRITO, L. T. S.; SALES, E. S. Ensino por investigação: uma abordagem didática no ensino de ciências e biologia. **Revista Vivências em Ensino de Ciências**, v. 2, n. 1, p. 54-60, 2018.

CALABRESE, J. A pilot study to compare lecture and active learning. **Journal of Occupational Therapy Education**, v. 7, n. 2, 2023.

CARTER, N. *et al.* The use of triangulation in qualitative research. **Oncology Nursing Forum**, v. 41, n. 5, p. 545-547, 2014.

CARVALHO, A. M. P. (org.). **Ensino de ciências por investigação: condições para implementação na escola básica**. São Paulo: Cortez, 2009.

CARVALHO, A. M. P. *et al.* **Ensino de ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula**. 1. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2013.

CARVALHO, A. M. P. **O ensino de Ciências e a proposição de situações-problema**. São Paulo: Cortez, 2018.

CASTRO, R. G.; MOTOKANE, M. T. A alfabetização científica e o ensino por investigação como pressupostos teórico-metodológicos para a elaboração de uma sequência didática investigativa sobre biodiversidade. **Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**, XI Encontro, Florianópolis, v. 11, p. 1-10, jul. 2017.

COBALCHINI, M. G. Elaboração de aulas práticas investigativas de citologia para alunos do primeiro ano do ensino médio. **Cadernos PDE – Os desafios da Escola Pública Paranaense na perspectiva do professor PDE – Produções Didático-Pedagógicas**, v. II. Curitiba: Secretaria da Educação do Governo do Estado do Paraná, 2016.

CHOI, K.; SHIN, W.-S.; KIM, M. Comparison between traditional classrooms and active learning classrooms: the impact of learning spaces on student perceptions. **Journal of Convergence for Information Technology**, v. 10, n. 8, p. 161-172, 2020.

COHEN, J. **Statistical power analysis for the behavioral sciences**. 2. ed. Hillsdale: Lawrence Erlbaum Associates, 1988. 567 p.

COLL, C.; MARTIN, E.; MAURI, T.; MIRAS, M.; ONRUBIA, J.; SOLÉ, I.; ZABALA, A. **O construtivismo em sala de aula**. São Paulo: Ática, 2006.

CONCEIÇÃO, A. R.; PRESTES DA SILVEIRA, D.; LORENZETTI, L. O ensino por investigação e a formação inicial de professores de ciências: um estudo a partir de teses e dissertações. **Temas & Matizes, [S. l.]**, v. 17, n. 31, p. 57–82, 2023.

CORREIA, F. A ilustração científica: “santuário” onde a arte e a ciência comungam. **Visualidades**, Goiânia, v. 9, n. 2, p. 221–239, jul./dez. 2011. Disponível em: <https://www.revistas.ufg.br/VISUAL/article/view/14259>. Acesso em: 13 maio 2025.

COSTA, L. V.; VENTURI, T. Metodologias ativas no ensino de Ciências e Biologia: compreendendo as produções da última década. **Revista Insignare Scientia**, v. 4, n. 6, p. 417–436, 2021.

COSTA, T. P. A.; NOGUEIRA, C. S. M.; CRUZ, A. P. As atividades práticas no ensino de ciências: limites e possibilidades sobre o uso desse recurso didático no processo de ensino-aprendizagem. **Revista Macambira**, v. 4, n. 2, p. e042006, 2020.

COSTA, D. E.; GONÇALVES, T. O.; DOS SANTOS MARIANO, W. Processos de construção e desenvolvimento de sequência didática investigativa na formação de professores que ensinam matemática. **Revista de Educação Pública**, v. 33, n. jan/dez, p. 641-668, 2024.

CRESWELL, J. W. **Projeto de pesquisa: métodos qualitativo, quantitativo e misto**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2010.

CUMMING, G. **Understanding the new statistics: effect sizes, confidence intervals, and meta-analysis**. New York: Routledge, 2012. 506 p.

DA LUZ, P. S.; DE LIMA, J. F.; AMORIM, T. V. Aulas práticas para o ensino de Biologia: contribuições e limitações no Ensino Médio. **Revista de Ensino de Biologia da SBEnBio**, p. 36–54, 2018.

DA SILVA, A. A. T.; CATÃO, V.; DA SILVA, A. F. A. Análise de uma sequência didática investigativa sobre estequiometria abordando a Química dos sabões e detergentes. **Revista Prática Docente**, v. 5, n. 2, p. 1256-1277, 2020.

DA SILVA, S. G.; FIGUEIREDO, H. R. S. Uma Sequência Didática Investigativa para a Aprendizagem Conceitual do Efeito Fotoelétrico. **Revista de Ensino, Educação e Ciências Humanas**, v. 23, n. 1, p. 39-45, 2022.

DECOTTIGNIES, M. P. *et al.* Sequência de ensino por investigação: sistema respiratório e o desenvolvimento de habilidades socioemocionais. **Revista de Ensino de Biologia da SBEnBio**, p. 150-170, 2022.

DE OLIVEIRA, G. G.; VENTURI, T. Estágio supervisionado em biologia em tempos de pandemia e o retorno às aulas presenciais. **Encontro sobre Investigação na Escola**, v. 17, n. 1, 2021.

DELLA JUSTINA, L. A.; FERLA, M. R. A utilização de modelos didáticos no ensino de genética-exemplo de representação de compactação do DNA eucarioto. **Arquivos do MUDI**, v. 10, n. 2, p. 35-40, 2006.

DE LIMA PANTALEÃO, D; VASCONCELOS, S. D. A pesquisa científica no ensino médio: uma proposta de ensino por investigação sobre o conteúdo “Artrópodos peçonhentos”. **Revista Prática Docente**, v. 6, n. 2, p. e055-e055, 2021.

DOS ANJOS, Eliete Silva et al. Educação Alimentar e Matemática: uma Sequência Didática investigativa nos anos iniciais. **Revista Ensino em Debate**, v. 4, p. e2024029-e2024029, 2024.

DOS SANTOS, M. M.; DO NASCIMENTO BARBOSA, N.; SANTANA, I. C. H. Sequência didática investigativa: uma experiência pedagógica nas aulas de ciências. **Ensino em Perspectivas**, v. 2, n. 3, p. 1-13, 2021.

DUMMER, T. *et al.* Promoting and assessing ‘deep learning’ in geography fieldwork: an evaluation of reflective field diaries. **Journal of Geography in Higher Education**, v. 32, p. 459-479, 2008.

FAN, X.; KONOLD, T. R. **Statistical significance versus effect size**. In: PETERSON, P.; BAKER, E.; MCGAW, B. (eds.). *International encyclopedia of education*. 3. ed. Oxford: Elsevier, 2010. v. 7, p. 444-450.

FARMER, T. *et al.* Developing and implementing a triangulation protocol for qualitative health research. **Qualitative Health Research**, v. 16, n. 3, p. 377-394, 2006.

FIELD, A.; MILES, J.; FIELD, Z. **Discovering statistics using R: and sex and drugs and rock 'n' roll**. London: SAGE Publications, 2012. 992 p.

FLICK, U. **An introduction to qualitative research**. 6. ed. Thousand Oaks: SAGE Publications, 2018.

FRANCO, L. G. et al. **Ensinando Biologia por investigação II: propostas para inovar a Ciência na escola**. São Paulo: Editora Na Raiz, 2024.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo: Atlas, 2010.

GODOY, L. P.; AGNOLO, R. M. D.; MELO, W. C. de. **Multiversos: ciências da natureza: matéria, energia e a vida: ensino médio**. 1. ed. São Paulo: FTD, 2020.

HACISALIHOĞLU, G. *et al.* The use of an active learning approach in a SCALE-UP learning space improves academic performance in undergraduate General Biology. **PLOS ONE**, v. 13, n. 5, art. e0197916, p. 1–13, maio 2018.

JONSEN, K.; JEHN, K. A. Using triangulation to validate themes in qualitative studies. **Qualitative Research in Organizations and Management**, v. 4, n. 2, p. 123-150, 2009.

JUSTI, R. S.; GILBERT, J. K. Modelling, teachers’ view on the nature of modelling, and implications for the education of modellers. **International Journal of Science Education**, v. 24, [S.I.], p. 369-387, 2002.

KAMBAILA, Chipo Mutinta; KASALI, George; KAYAMBA, Francis. Assessing the effects of Biology Practical Activities on Academic Performance of Senior Secondary School Students, Zambia. **Journal of Education and Practice**, v. 10, n. 24, p. 116-124, 2019.

KALINOWSKI, P.; FIDLER, F. Interpreting significance: the differences between statistical significance, effect size, and practical importance. **Newborn and Infant Nursing Reviews**, v. 10, n. 1, p. 50-54, mar. 2010.

KENNY, D. A. Enhancing validity in psychological research. **American Psychologist**, v. 74, n. 9, p. 1018-1028, 2019.

KIM, H. Y. Statistical notes for clinical researchers: assessing normal distribution (2) using skewness and kurtosis. **Restorative Dentistry & Endodontics**, Seoul, v. 38, n. 1, p. 52–54, 2013.

KRASILCHIK, M. **Prática de ensino de biologia**. 4. ed. São Paulo: Edusp, 2008. 200 p. ISBN 978-8531407772.

LIMA, G. H. *et al.* O uso de atividades práticas no ensino de ciências em escolas públicas do município de Vitória de Santo Antão – PE. **Revista Ciências & Extensão**, v. 12, n. 1, p. 19-27, 2016.

LIMA, M. M. O. **Atividades práticas de biologia: o uso de uma sequência de ensino investigativa sobre o ciclo celular**. 2019. 80 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Biologia) – Universidade Estadual do Piauí, Teresina, 2019.

MAIA, R. G.; SCHIMIN, E. S. **Ilustrações: recurso didático facilitador no ensino de Biologia**. Programa de Desenvolvimento Educacional (PDE), Paraná, 2008.

MARCONI, M. de A.; LAKATOS, E. M. **Fundamentos de metodologia científica**. São Paulo: Atlas, 2007.

MATEOS-NÚÑEZ, M.; MARTÍNEZ-BORREGUERO, G.; NARANJO-CORREA, F. L. **Learning science in primary education with STEM workshops: analysis of teaching effectiveness from a cognitive and emotional perspective**. *Sustainability*, Basel, v. 12, n. 8, art. 3095, abr. 2020.

MATOS, C. H. C. *et al.* Utilização de modelos didáticos no ensino de entomologia. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v. 9, n. 1, p. 19-23, 2009.

MCDANIEL, Mark A.; CAHILL, Michael J.; FREY, Regina F.; LIMERI, Lisa B.; LEMONS, Paula P. Learning Introductory Biology: Students' Concept-Building Approaches Predict Transfer on Biology Exams. **CBE — Life Sciences Education**, v. 21, n. 4, art. ar65, p. 1–14, dez. 2022.

MINAYO, M. C. S. **Avaliação por triangulação de métodos: abordagem de programas sociais**. Rio de Janeiro: Fiocruz, 2010.

MIOT, H. A. Avaliação da normalidade dos dados em estudos clínicos e experimentais. **Jornal Vascular Brasileiro**, São Paulo, v. 16, n. 2, p. 88–91, abr./jun. 2017.

MOYA, C. R. **Como escolher o teste estatístico: um guia para o pesquisador iniciante**. São Paulo: Ed. da Autora, 2021.

MORTIMER, E. F.; SCOTT, P. H. Atividade discursiva nas salas de aula de ciências: uma ferramenta sociocultural para analisar e planejar o ensino. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 7, n. 3, p. 283–306, 2002.

MOURA, N. A.; SILVA, J. B.; RIBEIRO, J. L. A ilustração científica e a arte digital: o ensino e a formação continuada de professores. **Arquivos do Mudi**, v. 20, n. 3, p. 59-68, 2016.

MOURA, N. A.; SILVA, J. B.; SANTOS, E. C. Ensino de biologia através da ilustração científica. **Revista Temas em Educação**, João Pessoa, v. 25, n. esp., p. 194-204, 2016.

NAMASAKA, F. W.; MONDOH, H. O.; WASIKE, C. B. Effects of sequential teaching methods on retention of knowledge in biology by secondary school students in Kenya. **European Journal of Education Studies**, v. 3, n. 5, 2017.

NASCIMENTO, R.; COSTA, M.; OLIVEIRA, A. **Manual de aulas experimentais de biologia para o ensino médio**. Natal: IFRN, 2021.

NASCIMENTO, T.; VERAS, K. M.; FARIA, I. M. S. Sequência didática investigativa para o ensino de ciências no pós-pandemia. **Epistemologia e Práxis Educativa-EPEduc**, v. 5, n. 3, p. 01-16, 2022.

OLIVEIRA, A. L.; OBARA, A. T. O ensino de ciências por investigação: vivências e práticas reflexivas de professores em formação inicial e continuada. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 23, n. 2, p. 65–87, 2018.

OLIVEIRA, G. G.; VENTURI, T. Estágio supervisionado em biologia em tempos de pandemia e o retorno às aulas presenciais. **Encontro sobre Investigação na Escola**, v. 17, n. 1, 2021.

OLIVEIRA, M. O. Diário de aula como instrumento metodológico da prática educativa. **Revista Lusófona de Educação**, n. 27, p. 111-126, 2014.

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

PEREIRA, M. D. C. **O caderno de campo na construção do desenho científico**. 2012. 126 f. Dissertação (Mestrado em Desenho) – Universidade de Lisboa, Lisboa, 2012.

PESSOA, F. B.; MAKI, C. S.; FIALHO, M. C. Q. Estratégias pedagógicas para o ensino de citologia e histologia para alunos do ensino médio. **Revista Ciências em Extensão**, v. 14, n. 2, p. 138-146, 2018.

PETROVICH, A. C. I. et al. Temas de difícil ensino e aprendizagem em ciências e biologia: experiências de professores em formação durante o período de regência. **Revista de Ensino de Biologia (SBEBio)**, Niterói, RJ, v. 7, n. 7, 2014. Disponível em: [https://sbenbio.org.br/wp-content/uploads/edicoes/revista\\_sbenbio\\_n7.pdf](https://sbenbio.org.br/wp-content/uploads/edicoes/revista_sbenbio_n7.pdf). Acesso em: 23 nov. 2024.

POLO, L.; BOSSOLAN, N. R. S. Ensino por investigação e estímulo à elaboração de argumentos em aulas de ciências. **Aprendizados de professores sobre o ensino de ciências**, p. 117, 2022.

RADOVANOVIĆ, J.; SLIŠKO, J.; STEPANOVIĆ ILIĆ, I. Active learning of buoyancy: an effective way to change students' alternative conceptions about floating and sinking. **Journal of Physics: Conference Series**, v. 1286, p. 012011, 2019.

RAMOS, R. A.; GUIMARÃES, C. R. P. O ensino por investigação e a argumentação na promoção da alfabetização científica no ensino de Ciências. **Ensino de Ciências e Tecnologia em Revista – ENCITEC**, v. 12, n. 3, p. 05–20, 2022.

RATZ, S. V. S.; MOTOKANE, M. T. A construção dos dados de argumentos em uma Sequência Didática Investigativa em Ecologia. **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 22, p. 951-973, 2016

RODRIGUES, B. A. **O ensino de Ciências por investigação em escolas da rede pública**. 2008. Dissertação (Mestrado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2008.

SÁ, E. F. **Discursos de professores sobre o ensino de ciências por investigação**. 2009. 203 f. Tese (Doutorado em Educação) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2009.

SÁ, L. T. F.; HENRIQUE, A. L. S. A triangulação na pesquisa científica em educação. **Práxis Educacional**, v. 15, n. 36, p. 645-660, 2019.

SALGADO, P.; BRUNO, J.; PAIVA, M.; PITA, X. A ilustração científica como ferramenta educativa. **Revista Interacções**, [S. l.], v. 11, n. 39, p. 381–392, mar. 2016. DOI: 10.25755/int.8745.

SANGVANICH, K; CHINOKUL, S. Reflective sketchbook journals for art education students in Thailand. **International Journal of Education Through Art**, Bristol, v. 14, n. 3, p. 319-337, 2018. DOI: 10.1386/eta.14.3.319\_1.

SANTANA, C. I. C.; COSTA, O. A. Aulas Expositivas como Metodologia de Ensino de Biologia: Produções Científicas da BDTD, Publicadas de 2019 a 2022. **Revista Interacções**, 20(67), 1–21, 2024.

SANTOS, W. L. P.; MORTIMER, E. F. Tomada de decisão para ação social responsável no ensino de ciências. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 7, n. 1, p. 95–111, 2001.

SANTOS, D. C.; STROHSCHOEN, A. A. G. Percepção docente sobre o uso das Tecnologias da Informação e Comunicação no processo de ensino. **Revista Tecnologias na Educação**, v. 10, 2018.

SANTOS, M. C. M. *et al.* O ensino de Biologia por investigação: um estudo de caso contextualizado no ensino de jovens e adultos. **Revista Brasileira de Educação**, v. 27, p. e270058, 2022.

SANTOS, C. H. C.; SILVEIRA, A. P. Discutindo o ensino por investigação e os modelos didáticos na formação inicial de professores de biologia. **Dialogia**, [S. l.], n. 48, p. e25053, 2024.

SASSERON, L. H.; DE CARVALHO, A. M. P. Alfabetização científica: uma revisão bibliográfica. **Investigações em ensino de ciências**, v. 16, n. 1, p. 59-77, 2011.

SASSERON, L. H. Alfabetização científica, ensino por investigação e argumentação: relações entre ciências da natureza e escola. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 17, n. esp., p. 49-67, 2015.

SASSERON, L. H. B. Ensino de Ciências por Investigação e o desenvolvimento de práticas: uma mirada para a Base Nacional Comum Curricular. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 18, n. 3, p. 1061-1085, 2018.

SATO, L.; MAGALHÃES JÚNIOR, C. A. de O. Investigação das dificuldades dos professores de Ciências com relação à prática de ensino por meio da experimentação. **Educere**, Umuarama, v. 6, n. 1, p. 35–47, 2006.

SCARPA, D. L.; CAMPOS, N. F. Potencialidades do ensino de Biologia por investigação. **Estudos Avançados**, v. 32, n. 94, p. 25–41, 2018.

SCHOONENBOOM, J.; JOHNSON, R. B. How to construct a mixed methods research design. **Kölner Zeitschrift für Soziologie und Sozialpsychologie**, v. 69, n. suppl. 2, p. 107-131, 2017.

SHAPIRO, S. S.; WILK, M. B. An analysis of variance test for normality (complete samples). **Biometrika**, v. 52, n. 3/4, p. 591-611, 1965.

SILVA, E. E. da *et al.* O uso de modelos didáticos como instrumento pedagógico de aprendizagem em citologia. **Revista de Ciências Exatas e Tecnológicas**, v. 9, n. 9, 2014. Disponível em: <http://revista.pgsskroton.com.br/index.php/rctext/article/view/1404>. Acesso em: 15 nov. 2024.

SILVA, L. C.; SILVA, F. F.; Metodologias ativas em aulas de biologia no ensino médio. In: **CONGRESSO INTERNACIONAL DAS LICENCIATURAS**, 9., 2022, [s. l.]. *Anais...* [S. l.: s. n.], 2022. Comunicação oral. DOI: 10.31692/2526-7701.IXCOINTERPDVL.0070. Disponível em: <https://doi.org/10.31692/2526-7701.IXCOINTERPDVL.0070>. Acesso em: 8 jun. 2025.

VESELINOVSKA, S. S.; GUDEVA, L. K.; DJOKIC, M. The effect of teaching methods on cognitive achievement in biology studying. **Procedia – Social and Behavioral Sciences**, v. 15, p. 2521-2527, 2011.

SILVA, R. T. E. O uso do ensino por investigação em aulas práticas de ciências e biologia como estratégia didática. **Revista Vivências em Ensino de Ciências**, Recife, v. 3, ed. esp. 4, p. 160-170, 2019.

TOCANTINS. Secretaria de Estado da Educação, Juventude e Esportes. **Documento curricular do Estado do Tocantins: etapa do ensino fundamental e médio**. Palmas: SEDUC, 2022.

TOMCZAK, M.; TOMCZAK, E. The need to report effect size estimates revisited: an overview of some recommended measures of effect size. **Trends in Sport Sciences, Poznań**, v. 21, n. 1, p. 19–25, 2014.

TRIVELATO, S. L. F.; TONIDANDEL, S. M. R. Ensino por investigação: eixos organizadores para sequências de ensino de biologia. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências** (Belo Horizonte), v. 17, p. 97-114, 2015.

TUZZO, S. A.; BRAGA, C. F. O processo de triangulação da pesquisa qualitativa: o metafenômeno como gênese. **Revista Pesquisa Qualitativa**, v. 4, n. 5, p. 140-158, 2016.

UDEANI, U.; OKAFOR, P. N. The effect of concept mapping instructional strategy on the biology achievement of senior secondary school slow learners. **Journal of Emerging Trends in Educational Research and Policy Studies**, v. 3, p. 137-142, 2012.

VESELINOVSKA, S. S.; GUDEVA, L. K.; DJOKIC, M. The effect of teaching methods on cognitive achievement in biology studying. **Procedia – Social and Behavioral Sciences**, v. 15, p. 2521-2527, 2011.

WILLIAMS, J. P. *et al.* Expository text comprehension in the primary grade classroom. **Journal of Educational Psychology**, v. 97, n. 4, p. 538-550, 2005.

WONG, K. K. H.; DAY, J. R. A comparative study of problem-based and lecture-based learning in junior secondary school science. **Research in Science Education**, v. 39, p. 625-642, 2009.

YEUNG, E. *et al.* **Developing undergraduate students' learning to learn abilities through blended learning: a case in Hong Kong.** In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON EDUCATION AND NEW LEARNING TECHNOLOGIES (15.; 2023; Palma). *Anais....* Valencia: International Academy of Technology, Education and Development, 2023. p. 1482–1486.

ZABALA, A. **A prática educativa: como ensinar.** Porto Alegre: Artmed, 1998.

ZÔMPERO, A. F.; SOUZA JUNIOR, A. C. (org.). **Ensino por investigação: princípios e possibilidades para a educação básica.** São Paulo: Editora Unesp, 2014.

ZÔMPERO, A. F; LABURÚ, C. E. Atividades investigativas no ensino de ciências: aspectos históricos e diferentes abordagens. **Revista Ensaio**, Belo Horizonte, v. 13, n. 3, p. 67–80, set./dez. 2011.

## APÊNDICE A: QUESTIONÁRIO ESTRUTURADO DE AVALIAÇÃO DIAGNÓSTICA

### UNIDADE TEMÁTICA 1: INTRODUÇÃO À CITOLOGIA

#### 1.1 Características gerais das células

**QUESTÃO 01** Nas opções apresentadas abaixo, qual representa os três componentes básicos de uma célula?

- (A) Membrana plasmática, núcleo e citoplasma.
- (B) Ribossomos, cloroplastos e mitocôndrias.
- (C) DNA, RNA e proteínas.
- (D) Parede celular, citoesqueleto e lisossomos.
- (E) Vacúolos, retículo endoplasmático e peroxissomos.

**QUESTÃO 02** Quais são as características compartilhadas por todas as células?

- (A) Presença de organelas membranosas, divisão mitótica e capacidade de realizar a fotossíntese.
- (B) Presença de cloroplastos, parede celular e capacidade de locomoção.
- (C) Presença de membrana plasmática, material genético e capacidade de realizar processos metabólicos.
- (D) Presença de núcleo, citoplasma e parede celular.
- (E) Capacidade de produzir hormônios, armazenamento de energia e comunicação celular.

**QUESTÃO 03** Associe corretamente as organelas celulares às suas funções principais:

- (A) Ribossomos - Produção de energia.
- (B) Lisossomos - Síntese de proteínas.
- (C) Mitocôndrias - Digestão celular.
- (D) Complexo de Golgi - Armazenamento de DNA.
- (E) Cloroplastos - Realização da fotossíntese.

### 1.2 Diferenças entre células procarióticas e eucarióticas

**QUESTÃO 04** Qual das seguintes características é uma diferença fundamental entre células procarióticas e eucarióticas?

- (A) Presença de material genético.
- (B) Presença de membrana plasmática.
- (C) Presença de organelas membranosas.
- (D) Estrutura do núcleo.
- (E) Capacidade de reprodução assexuada.

**QUESTÃO 05** Quais das seguintes características são comuns tanto às células procariontes quanto às eucariontes?

- (A) Presença de membrana plasmática.
- (B) Ausência de material genético.
- (C) Organelas membranosas.
- (D) Divisão celular por mitose.
- (E) Presença de parede celular rígida.

**QUESTÃO 06** Onde é encontrado o material genético em uma célula procariótica e em uma célula eucariótica?

- (A) No citoplasma e no núcleo, respectivamente
- (B) No núcleo e no citoplasma, respectivamente
- (C) No citoplasma de ambas as células
- (D) No núcleo de ambas as células
- (E) Não há diferença na localização do material genético

### 1.3 Diferença entre a célula vegetal e a célula animal

**QUESTÃO 07** Uma característica marcante das células animais é a ausência de parede celular rígida, o que confere maior flexibilidade e capacidade de movimentação.

Além disso, as células animais possuem organelas como lisossomos, centríolos e flagelos, que desempenham funções específicas no organismo.

Considerando essas características, qual das seguintes estruturas NÃO é encontrada em uma célula animal?

- (A) Membrana plasmática.
- (B) Cloroplastos.
- (C) Núcleo.
- (D) Ribossomos.
- (E) Citoplasma.

**QUESTÃO 08** As células vegetais apresentam presença da parede celular. Dentre os componentes da parede celular, destaca-se a celulose, um polissacarídeo essencial para essa estrutura. Qual é a principal função da parede celular nas células vegetais?

- (A) Armazenamento de energia.
- (B) Produção de proteínas.
- (C) Suporte e proteção das células.
- (D) Realização da fotossíntese.
- (E) Síntese de lipídios.

**QUESTÃO 09** A diferença entre a célula animal e a célula vegetal está relacionada às estruturas presentes em cada uma delas. Essas diferenças estruturais refletem as necessidades e funções específicas de cada tipo de célula.

Assinale a alternativa que distinguem as estruturas de uma célula vegetal da estrutura de uma célula animal:

- (A) Presença de núcleo e membrana plasmática em ambas as células.
- (B) Parede celular e cloroplastos presentes apenas em células animais.
- (C) Vacúolos diminutos e centríolos presentes unicamente em células vegetais.
- (D) Parede celular e cloroplastos presentes unicamente em células vegetais.
- (E) Vacúolos volumosos e centríolos presentes unicamente em células animais.

**UNIDADE TEMÁTICA 2: TRANSPORTE DE SUBSTÂNCIAS E COMUNICAÇÃO CELULAR****2.1 Membrana Plasmática: estrutura e função**

**QUESTÃO 10** A membrana plasmática desempenha diversas funções essenciais para a célula. Nos itens a seguir, qual é a principal função da membrana plasmática?

- (A) Armazenamento de energia.
- (B) Regulação do fluxo de substâncias para dentro e para fora da célula.
- (C) Síntese de proteínas.
- (D) Produção de energia.
- (E) Formação do citoesqueleto.

**QUESTÃO 11** A membrana plasmática é uma estrutura fundamental para a célula. Em relação à composição da membrana plasmática, é correto afirmar que:

- (A) É formada por uma bicamada lipídica, proteínas e carboidratos.
- (B) É composta apenas por proteínas e ácidos nucleicos.
- (C) Possui uma estrutura rígida e imutável.
- (D) Não desempenha papel na comunicação celular.
- (E) É permeável a todas as substâncias.

**QUESTÃO 12** Qual característica fundamental da membrana plasmática a torna seletivamente permeável, permitindo a entrada e saída de moléculas específicas, regulando o ambiente intracelular?

- (A) Proteínas de membrana controlam o fluxo de moléculas específicas.
- (B) Bicamada lipídica impede a passagem de moléculas polares e íons.
- (C) Ausência de poros e canais torna a membrana impermeável.
- (D) Estrutura rígida impede a passagem de qualquer molécula.
- (E) Natureza hidrofílica atrai água e permite a passagem de moléculas polares.

## 2.2 Transporte passivo e transporte ativo

**QUESTÃO 13** Qual é a principal diferença entre transporte passivo e transporte ativo nas células?

- (A) O transporte passivo requer energia, enquanto o transporte ativo não.
- (B) O transporte ativo ocorre contra o gradiente de concentração, enquanto o transporte passivo ocorre a favor do gradiente.
- (C) O transporte passivo é mediado por proteínas transportadoras, enquanto o transporte ativo não utiliza proteínas.
- (D) O transporte ativo é mais rápido do que o transporte passivo.
- (E) O transporte passivo ocorre apenas em células vegetais.

**QUESTÃO 14** Uma das formas de transporte através da membrana plasmática é o transporte passivo, que ocorre sem gasto de energia pela célula.

Considerando esse contexto, qual dos seguintes processos é um exemplo de transporte passivo?

- (A) Difusão facilitada.
- (B) Endocitose.
- (C) Exocitose.
- (D) Bomba de sódio-potássio.
- (E) Fagocitose.

**QUESTÃO 15** Em um processo de transporte ativo na membrana plasmática, é correto afirmar que:

- (A) A energia necessária para o transporte ativo é proveniente da difusão passiva de substâncias.
- (B) O transporte ativo ocorre sempre a favor do gradiente de concentração, sem gasto energético.
- (C) As bombas de sódio-potássio são exemplos de proteínas transportadoras envolvidas no transporte ativo.

- (D) O transporte ativo é um processo que não requer a participação de proteínas transportadoras.
- (E) O transporte ativo é um processo exclusivamente passivo, sem gasto de energia.

**UNIDADE TEMÁTICA 3: NÚCLEO CELULAR****3.1 A estrutura e a função do DNA**

**QUESTÃO 16** O DNA, sigla para ácido desoxirribonucleico, é uma molécula presente em todas as células dos seres vivos e responsável por armazenar e transmitir as informações genéticas. Qual é a estrutura básica do DNA?

- (A) Uma fita simples em forma de hélice.
- (B) Duas fitas simples paralelas.
- (C) Duas fitas antiparalelas em forma de dupla hélice.
- (D) Uma fita dupla em forma de espiral.
- (E) Uma fita enrolada em círculo.

**QUESTÃO 17** Os organismos vivos, como plantas, animais e seres humanos, possuem características que são transmitidas de uma geração para outra. Essas características, como a cor dos olhos, o tipo de cabelo ou a altura, são determinadas por informações contidas no DNA, que está presente em todas as células do organismo. Dentro do DNA, existem estruturas chamadas genes, que desempenham um papel fundamental na determinação dessas características hereditárias. Com base nesse contexto, responda qual é a relação entre o DNA, os genes e as características hereditárias nos organismos?

- (A) (A) O DNA contém os genes, que são as unidades de informação genética responsáveis por determinar as características hereditárias dos organismos.
- (B) Os genes são unidades de informação genética, mas não estão presentes no DNA.
- (C) O DNA está presente no núcleo da célula, mas não possui relação com os genes.
- (D) As características hereditárias dos organismos são determinadas por fatores externos ao DNA e aos genes.
- (E) O DNA está no citoplasma celular, mas não tem relação com os genes.

**QUESTÃO 18** Os nucleotídeos são os blocos fundamentais que compõem o DNA, uma molécula essencial para a transmissão das características hereditárias nos organismos. Cada nucleotídeo é formado por três componentes distintos, que juntos permitem a formação da famosa dupla hélice do DNA. Considerando a importância estrutural e funcional dos nucleotídeos, qual das opções abaixo descreve corretamente esses componentes?

- (A) Uma proteína, uma molécula de açúcar (ribose) e um grupo fosfato, que formam a estrutura primária do RNA.
- (B) Um ácido graxo, uma molécula de açúcar (desoxirribose) e um grupo fosfato, que compõem as membranas celulares.
- (C) Uma base nitrogenada, uma molécula de açúcar (ribose) e uma molécula de ATP, essenciais para a síntese proteica.
- (D) Uma base nitrogenada, uma molécula de açúcar (desoxirribose) e um grupo fosfato, que juntos formam a unidade básica do DNA.
- (E) Uma molécula de aminoácido, uma base nitrogenada e um grupo fosfato, que formam a estrutura primária das proteínas.

**APÊNDICE B: TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO – TALE  
(PARA MENOR DE 18 ANOS – RESOLUÇÃO 466/12- 510/2016)**

Você está sendo convidado(a) a participar de uma pesquisa. Seus pais ou responsáveis permitiram a sua participação, mas não é necessário participar se não quiser e não terá nenhum problema se desistir.

**Título do Projeto:** “Análise das Aulas Práticas Experimentais de Citologia como Estratégia Pedagógica para o Ensino de Biologia: Uma Abordagem Baseada no Ensino por Investigação”

**Objetivo da pesquisa:** analisar a utilização das aulas práticas investigativas de Citologia, como recurso pedagógico otimizador no processo de aprendizagem dos estudantes do ensino médio de uma escola em Palmas/TO.

**Pesquisadora:** Profª. Pollyana Alves Caetano

**Local da Pesquisa:** Colégio Estadual Criança Esperança (303 Norte Alameda 11 APM: 07, CEP: 77.001-276, Palmas/TO).

**O que significa assentimento?** Assentimento significa que você concorda em fazer parte de uma pesquisa com adolescentes da sua idade. Seus direitos serão respeitados. Se você tiver alguma dúvida, por favor, pergunte ao responsável pela pesquisa.

**Qual a importância da sua participação?** Sua participação permitirá analisar a utilização das aulas práticas investigativas de Citologia como recurso pedagógico otimizador no processo de aprendizagem no decorrer de aulas laboratoriais, bem como a percepção dos estudantes em relação à aprendizagem durante aulas expositivas e as aulas práticas investigativas.

**O que você vai fazer?** Você participará de coletas de informações por meio de questionários para mapeamento do conhecimento prévio em relação aos conteúdos de Citologia, e posteriormente das aulas para verificação da compreensão da temática. Solicitamos também sua colaboração para o preenchimento de questionários cujos resultados serão divulgados posteriormente.

**Estratégias para minimizar os riscos de sua participação na pesquisa:** A pesquisadora, ao realizar as intervenções propostas na pesquisa, tomará todos os cuidados para que as atividades desenvolvidas sejam realizadas com o máximo de cuidado e segurança, visando garantir a você que não sofra quaisquer danos físicos ou mentais.

Para isso, sua participação na pesquisa acontecerá em ambiente seguro (salas de aula da instituição participante), totalmente adequado para exercício e de atividades de ensino, contendo em sua infraestrutura salas de alvenaria totalmente isoladas do som ambiente exterior, com climatização de ambiente, cadeiras escolares adequadas para sua acomodação, sistema de iluminação, sistema de projeção de material pedagógico, banheiros individuais para meninos e meninas, e bebedouros.

Você também estará amparado pela instituição coparticipante (Colégio Estadual Criança Esperança) que fornecerá suporte profissional em todos os momentos de sua participação nas atividades da pesquisa, com a finalidade de minimizar a possibilidade de quaisquer danos físicos. Caso, mesmo assim, venha a sofrer quaisquer danos físicos, a pesquisadora tomará todas as providências para cuidar de você, incluindo cuidados médicos em unidade pública de saúde.

Quanto às condutas para evitar danos de ordem psicológica ou emocional, sua participação na pesquisa estará relacionada diretamente ao seu teor conceitual na qual você assistirá a 01 (uma)

Rubrica Pesquisador

Rubrica Participante

aula teórica, 01 (uma) aula laboratorial e responderá a questionários de múltipla escolha sobre o que foi lecionado. Cada atividade da qual participará terá duração máxima de 50 minutos.

Você receberá orientações detalhadas acerca de sua participação e sempre que solicitar, será atendido individualmente.

Há possibilidades mínimas de você ser recriminado quanto ao seu nível de conhecimento acerca dos temas da pesquisa. Os dados coletados durante sua participação na pesquisa serão armazenados em uma pasta protegida por senha pessoal em um computador portátil da pesquisadora, também protegido por senha pessoal. Os questionários que você responder e as anotações referentes à sua participação na pesquisa, da mesma forma que os arquivos digitais no computador da pesquisadora, não terão identificação de seu nome, apenas das iniciais de seu nome que funcionarão como código para a pesquisadora se referir aos seus dados.

Os resultados individuais de sua participação não serão publicamente divulgados, mas poderão ser informados a você, caso tenha interesse e solicite. Serão publicadas apenas as informações obtidas após as análises dos dados de todos os participantes da pesquisa.

**E se você não quiser participar?** A sua participação é voluntária. Isso significa que você só participa se quiser. Não vai acontecer nada com você se você não quiser mais participar. E se durante a tarefa você quiser parar, você pode pedir a qualquer momento.

**O que vamos fazer com os resultados das suas tarefas?** Os materiais produzidos como produto da pesquisa serão disponibilizados em eventos tais como congressos, feiras, seminários, artigos científicos e outros, referentes às experiências e conclusões obtidas. Você está sendo convidado para as coletas de dados acerca das atividades e produção de materiais pedagógicos, que serão divulgados, assim como sua autorização para apresentar os resultados deste estudo e publicar em revista científica nacional e/ou internacional. Por ocasião da publicação dos resultados, seu nome será mantido em sigilo absoluto. Informamos que essa pesquisa não deve oferecer risco físico ou psicológico aos participantes.

#### **Com quem você pode falar se tiver dúvidas?**

- Professora Pollyana Alves Caetano - (63) 981256617 ( a qualquer horário e por ligação a cobrar) ou prof.pollyana.caetano@gmail.com
- Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Ciências da Saúde - CEP/FS: (61) 3107-1947 ou cepfs@unb.br ou cepfsunb@gmail.com, de segunda a sexta, de 8h às 14h.

#### **DECLARAÇÃO DE ASSENTIMENTO:**

A pesquisadora leu esse documento e me explicou sobre minha participação na pesquisa.

Eu entendi a informação apresentada neste TERMO DE ASSENTIMENTO.

Realizei perguntas sobre minha participação na pesquisa e todas elas foram respondidas.

Entendi que posso aceitar ou não participar, e deixar de participar quando quiser sem dar uma razão.

Caso concorde com sua participação, peço que preencha os dados abaixo e envie uma cópia deste documento ao WhatsApp (63) 98125-6617 ou e-mail: prof.pollyana.caetano@gmail.com. É muito importante que você deixe salvo uma cópia desse documento em seus arquivos para sanar eventuais dúvidas futuras.

Rubrica Pesquisador

Rubrica Participante



( ) Sim, eu concordo em participar voluntariamente deste projeto de pesquisa.

Palmas,                    de 2024.

Responsável pelo Participante da pesquisa

---

Pollyana Alves Caetano  
Pesquisadora Responsável

Rubrica Pesquisador

Rubrica Participante

## APÊNDICE C - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO – TCLE RESPONSÁVEL

O(A) (nome do menor) \_\_\_\_\_ foi convidado(a) para participar, como voluntário(a), em uma pesquisa. Para que ele(a) possa participar, é necessário que ele(a) e o(a) senhor(a) concordem. Por causa disso, precisamos informá-lo(a) sobre todos os procedimentos da pesquisa. Caso você não autorize, não há problema algum. Você não precisa me explicar o motivo e não haverá nenhum tipo de prejuízo por isso. Você tem todo o direito de não querer autorizar a participação de (nome do menor) \_\_\_\_\_ no estudo. E, mesmo que ele(a) verbalize que deseja participar, se você não consentir, ele(a) não participará.

Caso você concorde com a participação dele(a), eu lhe informarei sobre tudo que será realizado na pesquisa. Depois de passar a você todas as informações e você aceitar esse convite, será necessário que você assine todas as folhas deste documento. Eu também assinarei todas as folhas dele. Este documento está em três vias: uma delas é sua, outra é do menor que participará da pesquisa e a outra é minha. É importante destacar que esta concordância pode ser retirada a qualquer momento, sem quaisquer prejuízos ao senhor ou seu tutelado, pois, de acordo com as normas que regem a participação de pessoas em pesquisas, estas têm total autonomia e poder de decisão em relação a si e aos dados nela coletados.

Este projeto de pesquisa é intitulado “**Análise das Aulas Práticas Experimentais de Citologia como Estratégia Pedagógica para o Ensino de Biologia: Uma Abordagem Baseada no Ensino por Investigação**” e está sob a responsabilidade da pesquisadora **Pollyana Alves Caetano**.

O objetivo desta pesquisa é **analisar a utilização das aulas práticas investigativas de Citologia como recurso pedagógico otimizador no processo de aprendizagem dos estudantes do ensino médio de uma escola em Palmas/TO**. O(a) senhor(a) receberá todos os esclarecimentos necessários antes e no decorrer da pesquisa, e lhe asseguramos que seu nome não aparecerá, sendo mantido o mais rigoroso sigilo pela omissão total de quaisquer informações que permitam identificá-lo(a).

A participação de seu tutelado se dará por meio de **respostas a questionários e a participação como ouvinte de aulas teóricas e laboratoriais que compõem as atividades da pesquisa**.

**A participação na pesquisa pode oferecer** riscos mentais ou físicos mínimos, **tais como** desconfortos de origem psicológica, intelectual e/ ou emocional, como constrangimento, cansaço, exposição acidental de informações pessoais e pequenos acidentes na forma de quedas por deslocamento do seu filho/tutelado nas dependências da escola ou por manuseio de materiais didáticos.

Como forma de **reduzir a ocorrência de danos físicos e emocionais** ao seu tutelado, a pesquisadora tomará todos os cuidados durante a participação dele e realizará as seguintes estratégias para minimizar os riscos:

- Ao realizar as intervenções propostas na pesquisa, tomará todos os cuidados para que as atividades desenvolvidas, sejam realizadas com o máximo de cuidado e segurança, visando garantir que ele não sofra quaisquer danos físicos ou mentais.
- A participação de seu tutelado na pesquisa acontecerá em ambiente seguro (salas de aula da instituição participante), totalmente adequado para exercício de atividades de ensino, contendo em sua infraestrutura salas de alvenaria totalmente isoladas do som ambiente

Rubrica Pesquisador

Rubrica Participante

exterior, com climatização de ambiente, cadeiras escolares adequadas para sua acomodação, sistema de iluminação, sistema de projeção de material pedagógico, banheiros individuais para meninos e meninas, e bebedouros.

- Seu tutelado receberá total apoio da instituição coparticipante (Colégio Estadual Criança Esperança) que fornecerá suporte profissional em todos os momentos de sua participação nas atividades da pesquisa, de forma a minimizar a possibilidade de quaisquer danos físicos.
- Quanto às condutas para evitar danos de ordem psicológica ou emocional, a participação de seu tutelado na pesquisa estará relacionada diretamente ao seu teor conceitual, na qual ele assistirá a 01 (uma) aula teórica, 01 (uma) aula laboratorial e responderá a questionários de múltipla escolha sobre o que foi lecionado, onde cada atividade durará no máximo 50 minutos.
- Você receberá orientações detalhadas acerca da participação de seu tutelado na pesquisa. Você sempre será informado por telefone sobre data e horário da participação de seu tutelado na pesquisa; bem como será informado por telefone sobre o horário de encerramento de cada atividade na qual seu tutelado estiver presente. Além disso, sempre que solicitar, será atendido individualmente para tratar da participação de seu filho na pesquisa.
- Há possibilidades de seu tutelado ser recriminado quanto ao seu nível de conhecimento acerca dos temas da pesquisa. Os dados coletados durante a participação do seu tutelado na pesquisa serão armazenados em uma pasta protegida por senha pessoal em um computador portátil da pesquisadora, também protegido por senha pessoal.
- Os questionários que seu tutelado responder e as anotações referentes à participação dele na pesquisa, da mesma forma que os arquivos digitais no computador da pesquisadora não terão a identificação de seu nome, apenas das iniciais do nome dele, e funcionarão como código para a pesquisadora se referir aos dados dele.
- Os resultados individuais da participação de seu tutelado não serão publicamente divulgados, mas poderão ser informados a você, caso tenha interesse e solicite. Serão publicadas apenas as informações obtidas após as análises dos dados de todos os participantes da pesquisa.

Se o(a) senhor(a) autorizar a participação do seu tutelado, estará contribuindo para a produção de conhecimentos que aperfeiçoem o ensino público e beneficiem diretamente a qualidade da formação escolar de seu tutelado.

A participação é voluntária, isto é, não há pagamento por sua colaboração. Todas as despesas que o(a) senhor(a) responsável e **seu tutelado tiverem** relacionadas diretamente ao projeto de pesquisa serão cobertas pelo pesquisador responsável.

Caso haja algum dano direto ou indireto decorrente de sua participação na pesquisa, o(a) senhor(a) deverá ser indenizado, obedecendo-se as disposições legais vigentes no Brasil.

Os resultados da pesquisa serão divulgados em artigos científicos e comunicações em congressos pela Universidade de Brasília (UnB), mantendo sigilo de quaisquer informações que possam eventualmente identificar participantes e seus responsáveis. Os dados e materiais serão utilizados somente para esta pesquisa e ficarão sob a guarda do pesquisador por um período de 05 (cinco) anos, após esse período serão destruídos.

Se o(a) Senhor(a) tiver qualquer dúvida em relação à pesquisa, por favor, telefone para: **Pollyana Alves Caetano (Pesquisadora responsável): (63) 98125-6617**, disponível a qualquer hora e para ligação a cobrar. **Contato também por e-mail: [prof.pollyana.caetano@gmail.com](mailto:prof.pollyana.caetano@gmail.com).**

Este projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Ciências da Saúde (CEP/FS) da Universidade de Brasília. O CEP é composto por profissionais de diferentes áreas cuja função é defender os interesses dos participantes da pesquisa em sua

Rubrica Pesquisador

Rubrica Participante

integridade e dignidade e contribuir para o desenvolvimento da pesquisa dentro de padrões éticos. As dúvidas com relação à assinatura do TCLE ou aos direitos do participante da pesquisa podem ser esclarecidos pelo telefone (61) 3107-1947 ou do e-mail [cepf@unb.br](mailto:cepf@unb.br) ou [cepfunb@gmail.com](mailto:cepfunb@gmail.com), no horário de atendimento (presencial e por telefone): Segunda a sexta, de 8h às 14h.. O CEP/FS está localizado na Faculdade de Ciências da Saúde, Campus Universitário Darcy Ribeiro, Universidade de Brasília, Asa Norte.

Os pesquisadores estarão à sua disposição para qualquer esclarecimento que considere necessário em qualquer etapa da pesquisa.

Caso concorde em participar, pedimos que assine este documento que foi elaborado em duas vias, uma ficará com o pesquisador responsável e a outra com o(a) Senhor(a).

Palmas, \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_.

---

Responsável pelo Participante de Pesquisa:  
CPF: \_\_\_\_\_

---

Pesquisadora Responsável: Pollyana Alves Caetano  
CPF 002.400.33108

Rubrica Pesquisador

Rubrica Participante

## APÊNDICE D - TERMO DE COMPROMISSO DE SUBMISSÃO COMPLEMENTAR

Esta pesquisadora, discente do Programa de Mestrado Profissional em Ensino de Biologia – PROFBIO do INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS, assume perante o Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) em Seres Humanos da UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA – UnB o compromisso de, após aplicação do Questionário estruturado de avaliação diagnóstica e identificação dos conteúdos com maior deficiência conhecimento pelos participantes e elaboração do Questionário estruturado de avaliação PÓS-TESTE a ser aplicado na segunda fase da pesquisa, que anteriormente à sua aplicação como instrumento de coleta de dados, o submeterá a este CEP para apreciação e emissão de avaliação ética.

Com isso, a coleta de dados na segunda fase da pesquisa com o uso do **Questionário estruturado de avaliação PÓS-TESTE** será realizada apenas após apreciação e emissão de parecer substanciado complementar por este CEP.

Palmas, 24 de março de 2024.

Documento assinado digitalmente  
 POLLYANA ALVES CAETANO  
Data: 24/03/2024 18:02:47-0300  
Verifique em <https://validar.itd.gov.br>

---

Pollyana Alves Caetano  
Pesquisadora Responsável

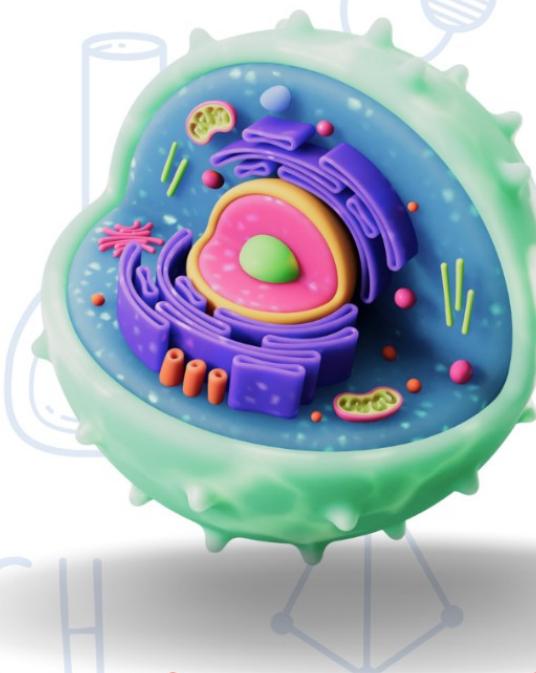


UnB



## APÊNDICE E – PRODUTO EDUCACIONAL

Sequência Didática Investigativa



# Núcleo celular: Conhecendo o DNA



Pollyana Alves Caetano

Dr. Marcos Antônio dos Santos Silva Ferraz

**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA - UnB**

**INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS**

**Programa de Mestrado Profissional em Ensino de Biologia - PROFBIO**

**SEQUÊNCIA DIDÁTICA INVESTIGATIVA**

**NÚCLEO CELULAR: CONHECENDO O DNA**

**Pollyana Alves Caetano**  
**Orientador: Dr. Marcos Antônio dos Santos Silva Ferraz**

Brasília  
2025

## **AGRADECIMENTO**

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

## APRESENTAÇÃO

O presente produto educacional consiste em uma sequência didática investigativa elaborada para o componente curricular de Biologia, com foco nos conteúdos de Citologia, especificamente na estrutura e função do núcleo celular e do ácido desoxirribonucleico (DNA). A proposta pedagógica está fundamentada na abordagem do ensino por investigação, que tem como principal característica a mobilização dos estudantes na construção do conhecimento por meio de problematizações, levantamento de hipóteses, experimentações, registros e validação com base em evidências científicas.

Destinada a professores de Ciências e Biologia do Ensino Médio, a sequência foi concebida para promover a aprendizagem ativa e significativa dos conteúdos relacionados ao núcleo celular, considerando a relevância do DNA como molécula responsável pela hereditariedade e pelo controle das atividades celulares. Ao articular teoria e prática, o material favorece o desenvolvimento de habilidades investigativas, o pensamento crítico e a argumentação científica, conforme preconizado pela Base Nacional Comum Curricular (BNCC).

A escolha pelo desenvolvimento de uma sequência didática voltada para o núcleo celular e o DNA justifica-se tanto pela relevância conceitual do tema quanto pelos resultados obtidos na pesquisa de dissertação vinculada a este trabalho. Os dados coletados por meio de instrumentos avaliativos aplicados a estudantes do Ensino Médio demonstraram que os conteúdos relacionados à Citologia, especialmente à estrutura e função do núcleo celular e à composição do DNA, configuram-se como aqueles em que os discentes apresentam maiores dificuldades de compreensão. Essa constatação evidencia a necessidade de práticas pedagógicas que superem a abordagem meramente expositiva, promovendo a construção do conhecimento de forma ativa, contextualizada e investigativa.

O produto está estruturado em seis aulas de cinquenta minutos, organizadas de forma progressiva. Na primeira aula, apresenta-se uma situação-problema que desperta a curiosidade e convida os estudantes a levantar hipóteses sobre a localização e a função do DNA nas células. Nas aulas subsequentes, são propostas atividades práticas, como a observação de células da mucosa bucal ao microscópio, a extração de DNA do morango e a construção de modelos da molécula de DNA. A sequência culmina com a validação das hipóteses por meio da leitura de textos científicos e a socialização do conhecimento construído pelos estudantes. Como forma de avaliação lúdica e integradora, a proposta inclui a aplicação do jogo didático “Fake ou Fato”,

composto por 10 afirmações com imagens relacionados aos conteúdos explorados para serem julgadas se são verdadeiras (fato) ou falsas (fake)

A sequência didática busca integrar os eixos da experimentação e da argumentação com a mediação docente, promovendo a formação científica dos estudantes a partir de atividades contextualizadas e baseadas em situações reais de investigação. Além disso, oferece aos professores um material didático estruturado, adaptável a diferentes realidades escolares, e alinhado às diretrizes curriculares atuais.

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>99</b>
<b>2</b>	<b>OBJETIVOS DO TRABALHO .....</b>	<b>101</b>
<b>2.1</b>	<b>Objetivo geral.....</b>	<b>101</b>
<b>2.2</b>	<b>Habilidades da BNCC .....</b>	<b>101</b>
<b>3</b>	<b>PÚBLICO-ALVO.....</b>	<b>101</b>
<b>4</b>	<b>QUANTIDADE DE AULAS SUGERIDAS .....</b>	<b>101</b>
<b>5</b>	<b>DESENVOLVIMENTO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA INVESTIGATIVA:</b> <b>NÚCLEO CELULAR – CONHECENDO O DNA.....</b>	<b>102</b>
<b>5.1</b>	<b>Aula 1 - Apresentação da Situação-problema e Levantamento de Hipóteses.....</b>	<b>102</b>
<b>5.2</b>	<b>Aulas 2 - Testando as Hipóteses com Atividades Práticas: Preparação e Observação de Células da Mucosa Bucal ao Microscópio .....</b>	<b>104</b>
<b>5.3</b>	<b>Aulas 3 - Testando as Hipóteses com Atividades Práticas: Extração do DNA do Morango .....</b>	<b>106</b>
<b>5.4</b>	<b>Aulas 4 - Testando as hipóteses: modelagem do DNA .....</b>	<b>108</b>
<b>5.5</b>	<b>Aula 5 - Validação com Literatura e Comunicação Científica.....</b>	<b>110</b>
<b>5.6</b>	<b>Aula 6 - Avaliação Lúdica: Jogo Fato ou Fake? .....</b>	<b>112</b>
	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>114</b>
	<b>APÊNDICE A: FICHA DE PROBLEMATIZAÇÃO .....</b>	<b>116</b>
	<b>APÊNDICE B: FICHA DE REGISTRO DE HIPÓTESE.....</b>	<b>117</b>
	<b>APÊNDICE C: ROTEIRO DE AULA PRÁTICA – CÉLULA DA MUCOSA BUCAL 118</b>	
	<b>APÊNDICE D: CADERNO DE ESBOÇO.....</b>	<b>119</b>
	<b>APÊNDICE E: ROTEIRO DE AULA PRÁTICA – EXTRAÇÃO DO DNA DO MORANGO .....</b>	<b>123</b>
	<b>APÊNDICE F: MATERIAL DE APOIO: ESTRUTURA DO DNA .....</b>	<b>124</b>
	<b>APÊNDICE G: GUIA DE PESQUISA ESCOLAR .....</b>	<b>125</b>
	<b>APÊNDICE H: JOGO FATO OU FAKE?? .....</b>	<b>131</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A educação em Ciências da Natureza no Ensino Médio busca ir além do ensino tradicional, promovendo a curiosidade intelectual, a análise crítica e a capacidade de resolver problemas, conforme preconizado pela Base Nacional Comum Curricular (BNCC). Nesse contexto, abordagens didáticas inovadoras e a utilização de recursos práticos tornam-se essenciais para uma aprendizagem conceitual mais profunda e contextualizada.

Partindo desta perspectiva pedagógica, tem-se nas Sequências Didáticas Investigativas (SDI) uma resposta concreta ao ensino transmissivo, pois reorganizam a aula em torno de etapas interligadas que conduzem o estudante da problematização à comunicação de resultados, sempre com base em evidências (Silva; Figueiredo, 2022). Inspiradas na indagação de Zabala (1998) sobre “para que educar?” e “para que ensinar?”, essas etapas levantamento de hipóteses, investigação, análise e argumentação asseguram que o conhecimento deixe de ser mera transmissão e se torne construção ativa. Nessa lógica, cada tarefa funciona como uma peça de um “quebra-cabeça investigativo”: só faz sentido quando se encaixa no objetivo comum e se articula às demais, reforçando a coerência do percurso formativo (Castro; Motokane, 2017).

A centralidade do problema sempre contextualizado em situações autênticas e socialmente relevantes age como motor da aprendizagem significativa, pois convida o aluno a “vestir o jaleco” de pesquisador diante de fenômenos próximos ao seu cotidiano (Santos; Barbosa; Santana, 2021). Ao formular hipóteses, selecionar dados e confrontar resultados, o discente exercita competências de linguagem científica, raciocínio lógico e argumentação baseada em evidências, competências essenciais para uma cidadania crítica no mundo contemporâneo (Ratz; Motokane, 2016). Nesse processo, a argumentação opera como uma “ponte” entre o dado empírico e a tomada de decisão, exigindo que o estudante sustente suas ideias com fundamentos teórico-práticos.

A eficácia da SDI, entretanto, não reside apenas no roteiro, mas na qualidade da mediação pedagógica. Formação docente consistente é indispensável para que o professor compreenda a lógica epistemológica da investigação e garanta a fluidez entre as etapas (Costa; Gonçalves; Mariano, 2024). Sem esse preparo, a SDI corre o risco de se reduzir a um “check-list” de atividades sem diálogo reflexivo, o que bloquearia o desenvolvimento da autonomia discente (Silva; Catão; Silva, 2020). Ademais, desafios como rigidez curricular, tempo exíguo e carência de materiais exigem que o docente seja criativo na adaptação do planejamento e busque apoio em políticas de formação continuada.

No produto educacional “Núcleo Celular – Conhecendo o DNA”, a SDI integra conteúdos de citologia e biologia molecular a experiências de baixo custo: observação de células da mucosa bucal, extração de DNA de morango e modelagem tátil da dupla-hélice. Tais atividades, além de acessíveis, ilustram o percurso da investigação científica do microscópico ao molecular e aproximam teoria e prática sem detalhar exaustivamente os protocolos. Ao manipular preparações celulares, visualizar o DNA como “fios de algodão” e construir modelos tridimensionais, o estudante concretiza conceitos abstratos e desenvolve habilidades de pesquisa, trabalho em grupo e argumentação (Popichak et al., 2022; Kara, 2023). Essa abordagem também favorece a interdisciplinaridade, pois conecta biologia a questões de saúde, alimentação e tecnologia, ampliando a complexidade do debate (Castro; Motokane, 2017).

Em um contexto de transformações educacionais, no qual a escola precisou reinventar práticas para manter o engajamento, a SDI revela-se ainda mais significativa ao resgatar o sentido coletivo da aprendizagem e promover a autonomia do aluno (Nascimento; Veras; Farias, 2022). Trata-se de uma opção metodológica alinhada à alfabetização científica, entendida como a capacidade de interpretar fenômenos e agir responsávelmente na sociedade. Assim, ao articular investigação empírica, discussão embasada e aplicações sociais do conhecimento, esta SDI reafirma o compromisso da escola com a formação de sujeitos críticos, éticos e transformadores.

## 2 OBJETIVOS DO TRABALHO

### 2.1 Objetivo geral

Investigar, de forma crítica e experimental, a estrutura e a função do núcleo celular e da molécula de DNA, estabelecendo conexões com situações cotidianas e desenvolvendo competências de pesquisa científica, argumentação fundamentada e trabalho colaborativo.

### 2.2 Habilidades da BNCC

**(EM13CNT301)** Construir questões, elaborar hipóteses, previsões e estimativas, empregar instrumentos de medição e representar e interpretar modelos explicativos, dados e/ou resultados experimentais para construir, avaliar e justificar conclusões no enfrentamento de situações-problema sob uma perspectiva científica.

**(EM13CNT304)** Analisar e debater situações controversas sobre a aplicação de conhecimentos da área de Ciências da Natureza (tais como tecnologias do DNA, tratamentos com células-tronco, neurotecnoLOGIAS, produção de tecnologias de defesa, estratégias de controle de pragas, entre outros), com base em argumentos consistentes, legais, éticos e responsáveis, distinguindo diferentes pontos de vista.

## 3 PÚBLICO-ALVO

Professores de Ciências e Biologia e estudantes do Ensino Médio.

## 4 QUANTIDADE DE AULAS SUGERIDAS

6 aulas de 50 minutos.

## 5 DESENVOLVIMENTO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA INVESTIGATIVA: NÚCLEO CELULAR – CONHECENDO O DNA

### 5.1 Aula 1 - Apresentação da Situação-problema e Levantamento de Hipóteses

#### Objetivos da Aula:

- Instigar a curiosidade científica por meio da apresentação de uma situação-problema contextualizada, que estimule a mobilização de conhecimentos prévios.
- Organizar e sistematizar as hipóteses levantadas em um mural investigativo, promovendo a escuta ativa, a cooperação entre os grupos e a preparação conceitual e metodológica para o desenvolvimento das atividades experimentais das aulas seguintes.

#### Material Necessário:

- Ficha com a Situação-Problema (1 por grupo)
- Ficha de Registro de Hipóteses (1 por grupo)
- Lápis, canetas, borrachas, lápis de cor e marca-texto
- Quadro branco, lousa ou painel de papel kraft (mural físico)
- Post-its ou cartões coloridos (opcional)
- Canetas para quadro branco ou pincéis atômicos

#### Desenvolvimento da aula:

##### Organização dos grupos (5 min)

A aula inicia com a acolhida e a apresentação da proposta da sequência didática, solicite que os estudantes formem grupos com quatro a cinco integrantes, que permanecerão juntos ao longo de todas as aulas. Explique que essa composição favorece a diversidade de ideias e estimula a colaboração entre os participantes. Em seguida, oriente os grupos a definirem coletivamente os papéis de cada integrante, o que contribuirá para a organização das tarefas e o trabalho cooperativo durante toda a investigação. Sugira que os papéis possam ser rotativos nas próximas aulas, desde que cada função seja respeitada durante a atividade.

Funções sugeridas para os grupos:

- **Leitor(a) do caso** – responsável por fazer a leitura em voz alta da situação-problema;
- **Anotador(a)** – registra as hipóteses e as ideias discutidas no grupo;
- **Relator(a)** – apresenta as hipóteses do grupo para a turma no momento da socialização;

- **Organizador(a) dos materiais** – responsável por organizar os materiais do grupo e zelar pelo seu uso adequado.

### **Apresentação da Proposta ( 10 min)**

Como segundo momento da aula, apresente a situação-problema que orientará a investigação científica da turma. Em seguida, entregue a cada grupo a **FICHA DE PROBLEMATIZAÇÃO (APÊNDICE A)** impressa com o enunciado da questão problematizadora. Caso deseje, utilize também recursos visuais, como projeção ou cartaz, para exibir o problema em formato ampliado. Esse momento inicial visa instigar a curiosidade dos estudantes e envolvê-los com um contexto familiar e realista, estabelecendo a base para o desenvolvimento do pensamento investigativo.

#### **SITUAÇÃO - PROBLEMA**

“Na sua família ou na família de algum amigo, você já reparou que irmãos podem ser muito parecidos ou muito diferentes? Às vezes têm a mesma cor de olhos, cabelos e jeito de falar; outras vezes parecem tão distintos que ninguém diria que são irmãos. Como isso acontece se todos herdam o DNA dos mesmos pais? O que será que determina essas diferenças? Será que o DNA dos irmãos é exatamente igual? Onde está o DNA e como os cientistas conseguem estudá-lo se não é visível a olho nu?”

### **Levantamento de hipóteses (20 min)**

Logo após a leitura e discussão do problema, entregue a cada grupo uma nova **FICHA DE REGISTRO DE HIPÓTESE (APÊNDICE B)**, que contém perguntas norteadoras para auxiliar na formulação das hipóteses iniciais. As questões propostas para investigação são

- Onde está o DNA dentro das células?
- O DNA de irmãos é igual?
- Por que irmãos podem ser diferentes mesmo com os mesmos pais?
- Como os cientistas estudam o DNA se ele não pode ser visto a olho nu?

Ao longo dessa etapa, oriente os estudantes a discutirem em grupo e registrarem por escrito suas hipóteses, com base em seus conhecimentos prévios e interpretações pessoais. Essa

etapa tem como objetivo promover o desenvolvimento da argumentação, do diálogo e da construção coletiva do conhecimento - princípios fundamentais do ensino por investigação.

### **Registro coletivo e encaminhamentos (15 min)**

Na sequência, oriente os estudantes a realizarem o registro das hipóteses formuladas por suas equipes. Para sistematizar as ideias discutidas, organize no quadro ou em um mural (físico ou digital) as principais hipóteses compartilhadas pelos grupos, agrupando-as por temas recorrentes, como localização do DNA, composição e estrutura, hereditariedade e formas de estudo do material genético. Essa classificação temática possibilita visualizar as diferentes abordagens levantadas pelos estudantes e facilita a retomada desses conteúdos nas aulas seguintes, garantindo uma organização didática coerente com os objetivos da sequência.

Ao final da sistematização, solicite que cada grupo compartilhe suas hipóteses com a turma. Conduza uma discussão orientada com o objetivo de refinar as contribuições apresentadas e transformá-las em questões científicas investigáveis, que servirão como base para as atividades experimentais das próximas aulas.

## **5.2 Aulas 2 - Testando as Hipóteses com Atividades Práticas: Preparação e Observação de Células da Mucosa Bucal ao Microscópio**

### **Objetivos da Aula:**

- Investigar a presença e a localização do núcleo celular em células humanas por meio da observação prática, reconhecendo suas principais estruturas: membrana plasmática, citoplasma e núcleo e compreendendo o papel do núcleo como local de armazenamento do DNA.
- Desenvolver habilidades experimentais relacionadas à preparação de lâminas, uso do microscópio óptico e registro sistemático de evidências científicas, com base na análise empírica das hipóteses formuladas anteriormente.

### **Materiais necessários por grupo:**

- Palitos de madeira (1 por estudante)
- Lâminas de microscopia (1 por estudante ou grupo)
- Lamínulas (1 por lâmina)
- Conta-gotas
- Corante azul de metíleno (solução aquosa)

- Papel-toalha ou lenço descartável
- Luvas descartáveis (opcional, conforme protocolo da escola)
- Álcool 70% para higienização das mãos e superfícies
- Recipiente para descarte de materiais contaminados (coletor)
- Microscópios ópticos (1 por grupo ou conforme disponibilidade)
- Canetas para anotação e lápis para desenho
- Caderno de Esboços do Grupo
- Roteiro com protocolo experimental (impresso ou digital)

### **Desenvolvimento da aula:**

#### **Retomada das hipóteses e orientação do experimento (10 min)**

A aula se inicia com a retomada das hipóteses formuladas na Aula 1. O quadro ou mural com os registros coletivos deve ser revisitado e o professor convida os grupos a relembrarem suas principais ideias. Em seguida, apresente aos estudantes o objetivo da prática: observar células da mucosa bucal ao microscópio para identificar suas estruturas básicas e inferir a localização do DNA no interior da célula. Esclareça que, embora o DNA não seja visível diretamente ao microscópio óptico, é possível localizar o núcleo, estrutura celular onde o material genético está armazenado.

Na sequência, o professor entrega aos grupos o **ROTEIRO DE AULA PRÁTICA – CÉLULA DA MUCOSA BUCAL (APÊNDICE C)**, que contém a lista de materiais necessários, o protocolo do experimento e instruções de registro. Em seguida, apresenta os materiais disponíveis e realiza uma explicação dos procedimentos que a serem executados, enfatizando a sequência correta das etapas e reforça as normas de biossegurança, com atenção ao manuseio dos materiais e ao descarte adequado. Por fim, detalha o procedimento de coleta das células da mucosa bucal, desde a raspagem com palito até a coloração com azul de metileno e montagem da lâminula, assegurando que os estudantes compreendam os cuidados e objetivos da prática.

#### **Execução da prática (25 min)**

Após as orientações, os estudantes, organizados nos mesmos grupos da aula anterior e com funções previamente definidas, iniciam a preparação das lâminas conforme o protocolo descrito no roteiro. Cada integrante assume uma responsabilidade: um estudante realiza a coleta

das células da mucosa bucal, outro aplica o corante, um terceiro registra todas as etapas no roteiro, e todos participam da observação ao microscópio. O professor deve acompanhar atentamente o desenvolvimento da atividade, circulando entre os grupos para esclarecer dúvidas, orientar ajustes técnicos e garantir a correta execução dos procedimentos.

### **Observação ao microscópio e registro (15 min)**

Com as lâminas prontas, os integrantes dos grupos se revezam nos microscópios disponíveis para observar as células da mucosa bucal. O professor orienta os estudantes a identificarem as principais estruturas celulares: contorno, membrana plasmática, citoplasma e, especialmente, o núcleo visível devido à coloração com azul de metileno. Durante a observação, os estudantes atuam de forma colaborativa, respeitando as funções definidas no grupo. Cada grupo utiliza o **CADERNO DE ESBOÇOS (APÊNDICE D)** para desenhar a célula observada, destacando suas estruturas, registrar as observações e formular novas perguntas com base nas evidências obtidas. Essa prática permite reconhecer a organização celular básica e aprofunda a compreensão sobre o papel do núcleo, além de relacionar diretamente os achados empíricos às hipóteses levantadas anteriormente, favorecendo uma análise comparativa fundamentada.

### **5.3 Aulas 3 - Testando as Hipóteses com Atividades Práticas: Extração do DNA do Morango**

#### **Objetivos da Aula:**

- Realizar experimentalmente a extração do DNA de células vegetais, reconhecendo-o como uma substância concreta e relacionando sua estrutura à função biológica desempenhada no núcleo celular.
- Registrar e interpretar observações com base em evidências obtidas durante a prática, estabelecendo conexões entre os dados empíricos e os conceitos científicos discutidos na sequência didática.

#### **Materiais necessários por grupo:**

- Morangos maduro (sem folhas)
- 1 saco plástico transparente (limpo e resistente)
- Copo transparente descartável (ou béquer)
- Colher de sopa ou bastão para mistura
- Funil plástico (ou improvisado com garrafa PET cortada)

- Filtro de papel (filtro de café) ou pano limpo (filó, gaze)
- 50 mL de solução de lise, composta por:
  - 50 mL de água
  - 5 mL de chá de detergente incolor
  - 1 colher (chá) de sal de cozinha
- 50 mL de álcool etílico (gelado e de alta concentração – entre 92% e 96%)
- Tubo de ensaio ou copo pequeno para visualização final.

### **Desenvolvimento da aula:**

#### **Retomada das hipóteses e orientação do experimento (10 min)**

Inicie a aula retomando as hipóteses formuladas na Aula 1, revisitadas no mural ou quadro com os registros coletivos. Em seguida, estimule os grupos a relembrarem suas ideias iniciais sobre a localização e a composição do DNA, promovendo a conexão entre os conhecimentos prévios e o experimento que será realizado.

Na sequência, apresente aos estudantes o objetivo da prática: extrair o DNA de um morango, possibilitando sua visualização como substância concreta e compreendendo sua estrutura e função biológica. Ressalte que, diferentemente da aula anterior, em que o DNA foi inferido pela observação do núcleo celular, nesta atividade será possível observá-lo diretamente, sob a forma de filamentos visíveis.

Logo após, oriente os procedimentos experimentais que serão executados, esclarecendo o papel de cada reagente na extração do DNA. Para apoiar a execução, distribua a cada grupo o **ROTEIRO DE AULA PRÁTICA – EXTRAÇÃO DO DNA DO MORANGO (APÊNDICE E)**, contendo as instruções, materiais necessários e orientações de registro.

#### **Execução da prática (30 min)**

Para a execução da prática experimental, as tarefas devem ser distribuídas entre os integrantes de forma equitativa, respeitando as funções previamente definidas no grupo. Durante o desenvolvimento da atividade, oriente os grupos a seguir as etapas descritas no roteiro, assegurando o cumprimento dos procedimentos e o uso apropriado dos reagentes. O docente deve acompanhar o desenvolvimento da atividade, circulando entre os grupos para

esclarecer dúvidas, oferecer suporte técnico, reforçar os cuidados com a segurança laboratorial e garantir a precisão metodológica durante toda a execução da prática.

Além disso, todas as observações, questionamentos e interpretações dos grupos devem ser registradas no caderno de esboço. Os estudantes devem representar as etapas executadas, favorecendo a compreensão visual do processo investigativo. Também devem descrever o material observado com base em critérios científicos, identificando características visuais do DNA extraído, como cor, forma e textura.

A reflexão crítica pode ser estimulada por meio das questões orientadoras propostas no roteiro, como: “O que o experimento revelou sobre o DNA?” e “Como essa atividade se conecta ao que foi estudado sobre o núcleo celular?”

### **Discussão dos registros**

Ao final da prática, é recomendável conduzir uma discussão coletiva com base nas anotações e percepções dos grupos, promovendo a análise conjunta dos dados empíricos e incentivando a construção colaborativa de conclusões científicas a partir da prática desenvolvida.

## **5.4 Aulas 4 - Testando as hipóteses: modelagem do DNA**

### **Objetivos da aula**

- Compreender a estrutura tridimensional da molécula de DNA e relacioná-la com suas funções biológicas, como o armazenamento e a transmissão de informações genéticas.
- Estimular o trabalho colaborativo por meio da construção de modelos físicos, desenvolvendo habilidades de observação, representação e comunicação científica.

### **Materiais necessários por grupo:**

- Barbante
- Massa de modelar colorida ou biscuit (cores variadas)
- Palitos de dente ou palitos plásticos pequenos
- Cartolina, folha de papel A3 ou A4 para montagem do cartaz
- Etiquetas adesivas ou papel para legendas
- Tesoura sem ponta
- Cola branca

- Material de apoio com representação da estrutura do DNA (opcional)

## Desenvolvimento da aula

### Retomada dos conhecimentos (10 minutos)

Os materiais necessários para montar a estrutura esquemática do DNA devem ser entregues aos grupos, juntamente com o **MATERIAL DE APOIO: ESTRUTURA DO DNA ( APÊNDICE F)** . Contextualize que, após a observação das células ao microscópio e a extração do DNA do morango, os estudantes irão representar visualmente essa molécula, aprofundando sua compreensão sobre a organização e a função do DNA no núcleo celular.

### Atividade de modelagem (20 minutos)

Organize os grupos para que reúnam os materiais e distribuam as tarefas entre os integrantes, respeitando as funções previamente definidas. Em seguida, disponibilize o conjunto de insumos e instrua os estudantes a construírem um modelo tridimensional da molécula de DNA, utilizando exclusivamente o material de apoio fornecidos. Nesta etapa, não ofereça orientações diretas sobre como montar o modelo. O objetivo é permitir que os grupos explorem suas ideias de forma autônoma, sem validação imediata de certo ou errado.

### Socialização e discussão (20 minutos)

Ao final da atividade, organize um momento de apresentação dos modelos construídos. Solicite que cada grupo explique a estrutura representada, justificando suas escolhas para a modelagem e apontando como essas escolhas refletem o conhecimento construído ao longo da sequência didática.

A seguir, analise as representações construídas e, sempre que necessário, corrija os conceitos representados de forma equivocada ou incompleta, a fim de assegurar a construção adequada do conhecimento científico. Em cada modelo, oriente para que as duplas de bases nitrogenadas sejam representadas por cores distintas de massa de modelar, conectadas por palitos que simbolizam as ligações de hidrogênio. Além disso, garanta que as fitas laterais da dupla hélice sejam confeccionadas com barbante, representando adequadamente as cadeias de fosfato e açúcar.

Em continuidade, certifique-se o pareamento específico entre as bases nitrogenadas, adenina com timina e citosina com guanina, e a identificação correta dos elementos estruturais, como fosfato e açúcar. Por fim, reforce a importância da inclusão de legendas nos modelos, evidenciando com clareza os componentes e suas respectivas funções.

Finalize a aula retomando as hipóteses formuladas nas etapas anteriores e promova uma reflexão coletiva sobre quais delas foram confirmadas, ajustadas ou reformuladas a partir das evidências empíricas e dos modelos construídos.

## **5.5 Aula 5 - Validação com Literatura e Comunicação Científica**

### **Objetivo da aula:**

- Relacionar os resultados obtidos durante a sequência investigativa com evidências da literatura científica e desenvolver habilidades de argumentação por meio da produção e apresentação de documentos com linguagem científica.

### **Materiais necessários por grupo**

- Cadernos de Esboço Científico
- Roteiros das aulas práticas anteriores
- Computadores ou tablets com acesso à internet
- Textos impressos de apoio (artigos científicos curtos, reportagens científicas, materiais da Fiocruz e SciELO Jovem)
- Guia de pesquisa fornecido pelo professor
- Papel A3 ou A4, marcadores, canetas, lápis de cor (opcional, para apresentações visuais)
- Modelo orientador para a estruturação do documento investigativo

### **Desenvolvimento da aula**

#### **Revisão das hipóteses e busca na literatura científica ( 10 minutos)**

Segue a reescrita do trecho, com ajustes para favorecer a coesão textual, a clareza da linguagem acadêmica e a coerência didática:

A aula tem início com a orientação para que os grupos revisitem os registros produzidos ao longo da sequência didática, com ênfase nos cadernos de esboço e nos roteiros das aulas

práticas. Nesse momento, os estudantes devem retomar as hipóteses inicialmente elaboradas e os resultados obtidos nas atividades experimentais, incluindo a observação de células da mucosa bucal ao microscópio óptico, a extração do DNA do morango e a construção do modelo tridimensional da molécula de DNA.

Na sequência, distribua o **GUIA DE PESQUISA (APÊNDICE G)**, que apresenta instruções objetivas para a realização de buscas em fontes confiáveis, como livros didáticos, artigos científicos, materiais de divulgação científica reconhecidos, além de sites institucionais previamente indicados pelo docente. A pesquisa pode ser realizada com o uso de Chromebook, dispositivos móveis ou materiais impressos, conforme os recursos disponíveis na unidade escolar.

Durante essa etapa, os grupos devem identificar trechos e conteúdos que dialoguem com os conceitos trabalhados nas aulas anteriores, com o objetivo de validar as hipóteses formuladas e aprofundar a compreensão científica dos fenômenos observados, por meio da articulação entre teoria e prática.

### **Produção Científica (20 minutos)**

Oriente os grupos a produzirem um documento com linguagem científica que sistematize os dados coletados, as hipóteses investigadas e as relações estabelecidas com a literatura. Essa produção pode assumir diferentes formatos, de acordo com os recursos disponíveis no ambiente escolar, como:

- Relatório escrito
- Painel ilustrado
- Infográfico explicativo
- Apresentação de slides com linguagem científica

Incentive a clareza na apresentação dos resultados, o uso de conceitos científicos corretos e a explicitação das fontes utilizadas para fundamentação teórica.

### **Socialização dos dados (20 minutos)**

Organize a sala para que os grupos socializem suas produções. Cada grupo deverá apresentar oralmente seu trabalho, destacando: as hipóteses iniciais, os resultados obtidos, os dados observados durante os experimentos, as conexões com a literatura científica e as conclusões construídas ao longo do processo investigativo. Estimule a escuta ativa, a argumentação fundamentada e o respeito às diferentes formas de expressão científica.

Finalize a aula reforçando a importância da comunicação científica como parte integrante do processo de investigação, bem como da validação do conhecimento por meio de fontes confiáveis e da articulação entre teoria e prática.

### **5.6 Aula 6 - Avaliação Lúdica: Jogo Fato ou Fake?**

#### **Objetivo da aula:**

Consolidar os conhecimentos desenvolvidos sobre núcleo celular, DNA e investigação científica, por meio de uma atividade de revisão lúdica baseada no raciocínio crítico, na argumentação e na validação de informações científicas.

#### **Materiais Necessários**

- Slides ou cartões com frases (misturando afirmações verdadeiras e falsas) e gabarito com as respostas corretas e justificativas fundamentadas
- Placas ou folhas com as palavras “FATO” e “FAKE” para cada grupo
- Quadro branco ou tela para projeção dos enunciados (opcional)

#### **Desenvolvimento da aula**

##### **Preparação (10 minutos)**

Explique aos estudantes que eles participarão de um jogo chamado **FATO OU FAKE? (APÊNDICE H)**, onde deverão identificar se afirmações sobre núcleo, DNA, células e práticas realizadas são verdadeiras (FATO) ou falsas (FAKE).

Divida a turma em grupos (sugestão: 4 a 6 estudantes) e entregue a cada grupo as plaquinhas ou cartões com as palavras FATO e FAKE.

##### **Rodadas do Jogo (30 minutos)**

Apresente uma frase de cada vez. Os grupos têm 60 segundos para discutir e levantar sua placa. Após todos responderem, um grupo será escolhido para justificar sua escolha, o professor revela a resposta correta, abrindo espaço para comentários e correções.

### **Reflexão (10 minutos)**

Na etapa final, conduza uma roda de conversa com os estudantes, promovendo um espaço de escuta, reflexão e síntese coletiva. A discussão é iniciada com perguntas que instigam os alunos a compartilharem quais afirmações do jogo "Fato ou Fake" mais os surpreenderam, incentivando a identificação de conhecimentos prévios equivocados e a análise das razões que os levaram a considerá-los corretos ou incorretos. Em seguida, propõe-se uma reflexão sobre a importância de confiar em evidências científicas como base para validar informações, destacando o papel da ciência na construção do conhecimento confiável.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALBERTS, B. *et al.* **Biologia molecular da célula.** 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017.
- BARONEZA, J. E. (org.). **Atividades práticas em biologia celular.** Fortaleza: Edições UFC, 2019. Disponível em: <https://imprensa.ufc.br/wp-content/uploads/2021/06/2019-atividades-praticas-em-biologia-cellular-ebook.pdf>. Acesso em: 11 jun. 2025. [imprensa.ufc.br](https://imprensa.ufc.br)
- CARVALHO, A. M. P. **Ensino de ciências por investigação.** São Paulo: Cengage Learning, 2013.
- CASTRO, R.; MOTOKANE, M. **Sequência didática investigativa e alfabetização científica.** São Paulo: Editora Acadêmica, 2017.
- COSTA, J.; GONÇALVES, L.; MARIANO, R. **Formação docente para o ensino por investigação.** Belo Horizonte: Educa, 2024.
- FERNANDES, M. G. *et al.* **Práticas de biologia celular.** Dourados, MS: Editora UFGD, 2017. Disponível em: <https://repositorio.ufgd.edu.br/jspui/bitstream/prefix/3103/1/praticas-de-biologia-cellular.pdf>. Acesso em: 11 jun. 2025. [repositorio.ufgd.edu.br](https://repositorio.ufgd.edu.br)
- INSTITUTO DE BIOCIÊNCIAS-USP. **Manual “Cara a Cara” – cartas-quadros.** São Paulo, 2019. Disponível em: <https://genoma.ib.usp.br/files/upload/6/manual-cara-a-cara-cartasquadros.pdf>. Acesso em: 11 jun. 2025.
- INSTITUTO DE BIOCIÊNCIAS-USP. **Manual do professor: células humanas.** São Paulo, 2019. Disponível em: <https://genoma.ib.usp.br/files/upload/44/manual-do-professor-celulas-humanas1.pdf>. Acesso em: 11 jun. 2025.
- KARA, G. **DNA model with clothespins: an effective pedagogical tool.** *Journal of Science Education*, v. 29, n. 1, p. 12-18, 2023.
- MANUAL DO MUNDO (Canal). **Célula bucal no microscópio.** [Vídeo]. YouTube, 2021 ?. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=i04m86Ksas0>. Acesso em: 11 jun. 2025. [youtube.com](https://youtube.com)
- METEORO BRASIL (Canal). **Como o DNA foi descoberto.** [Vídeo]. YouTube, 2022 ?. Disponível em: <https://youtu.be/EIZBnXVQ3zs>. Acesso em: 11 jun. 2025. [youtube.com](https://youtube.com)
- NASCIMENTO, S.; VERAS, M.; FARIAS, T. **Sequências investigativas no contexto pós-pandêmico.** *Revista de Ensino de Ciências*, v. 45, n. 2, p. 80-95, 2022.
- POPICHAK, D. *et al.* **3D-printed molecular models enhance DNA learning.** *International Journal of STEM Education*, v. 9, n. 4, p. 210-225, 2022.
- RATZ, M.; MOTOKANE, M. **Argumentação em sequências investigativas: princípios e práticas.** *Caderno Brasileiro de Ensino de Ciências*, v. 18, n. 3, p. 655-678, 2016.
- SANTOS, A.; BARBOSA, D.; SANTANA, V. **Problemas autênticos em SDI: impactos no pensamento crítico.** *Revista Latino-Americana de Educação em Ciências*, v. 19, n. 1, p. 30-48, 2021.
- SANTOS, R. **Biologia celular.** São Paulo: Saraiva, 2020.
- SILVA, R.; CATÃO, J.; SILVA, P. **Mediação pedagógica investigativa: desafios e possibilidades.** *Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 22, n. 3, p. 145-162, 2020.

- SILVA, R.; FIGUEIREDO, M. **Atividades experimentais em SDI: revisão conceitual.** *farmerPesquisa em Educação em Ciências*, v. 27, e275228, p. 1-22, 2022.
- UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. **Extração de DNA de morango.** [Vídeo]. YouTube, 2023 ?. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=1MaG8WGJZYg>. Acesso em: 11 jun. 2025. [youtube.com](https://www.youtube.com)
- UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA. **Avaliação de células do epitélio bucal.** Juiz de Fora, 2020. Disponível em: <https://www2.ufjf.br/ciensinar/2020/01/01/avaliacao-de-celulas-do-epitelio-bucal/>. Acesso em: 11 jun. 2025. [www2.ufjf.br](https://www2.ufjf.br)
- UNIVERSIDADE FEDERAL DO PAMPA. **Mucosa bucal: roteiro prático.** Bagé, RS, 2017. Disponível em: <https://sites.unipampa.edu.br/pibid2014/files/2017/08/mucosa-bucal-claudia-lucher-de-freitas.pdf>. Acesso em: 11 jun. 2025.
- VIEIRA, F. S. **Aulas práticas no microscópio ótico: aula 3 – Introdução à microscopia.** [PDF]. [S.l.: s.n.], 2012 ?. Disponível em: [https://cesad.ufs.br/ORBI/public/uploadCatalogo/09071220092012Introducao\\_a\\_Microscopia\\_Aula\\_3.pdf](https://cesad.ufs.br/ORBI/public/uploadCatalogo/09071220092012Introducao_a_Microscopia_Aula_3.pdf). Acesso em: 11 jun. 2025. [cesad.ufs.br](https://cesad.ufs.br)
- WATSON, J. D.; BERRY, A. **DNA: o segredo da vida.** São Paulo: Companhia das Letras, 2004.
- ZABALA, A. **A prática educativa: como ensinar.** Porto Alegre: Artmed, 1998.

## APÊNDICE A: FICHA DE PROBLEMATIZAÇÃO



## SITUAÇÃO-PROBLEMA



"Na sua família ou na família de algum amigo, você já reparou que irmãos podem ser muito parecidos ou muito diferentes? Às vezes têm a mesma cor de olhos, cabelos e jeito de falar; outras vezes parecem tão distintos que ninguém diria que são irmãos.

Como isso acontece se todos herdam o DNA dos mesmos pais? O que será que determina essas diferenças? Será que o DNA dos irmãos é exatamente igual? Onde está o DNA e como os cientistas conseguem estudá-lo se não é visível a olho nu?"



## SITUAÇÃO-PROBLEMA



"Na sua família ou na família de algum amigo, você já reparou que irmãos podem ser muito parecidos ou muito diferentes? Às vezes têm a mesma cor de olhos, cabelos e jeito de falar; outras vezes parecem tão distintos que ninguém diria que são irmãos.

Como isso acontece se todos herdam o DNA dos mesmos pais? O que será que determina essas diferenças? Será que o DNA dos irmãos é exatamente igual? Onde está o DNA e como os cientistas conseguem estudá-lo se não é visível a olho nu?"

## APÊNDICE B: FICHA DE REGISTRO DE HIPÓTESE



## Ficha de Registro de Hipótese

Nome do Grupo: \_\_\_\_\_

### Perguntas Norteadoras:

1. Onde está o DNA dentro das células?
2. O DNA de irmãos é igual?
3. Por que irmãos podem ser diferentes mesmo com os mesmos pais?
4. Como os cientistas estudam o DNA se ele não pode ser visto a olho nu?



### Nossas hipóteses:

1.	_____
2.	_____
3.	_____
4.	_____

### Como podemos testar isso? (O que podemos fazer na prática?)

_____
_____
_____
_____
_____

## **APÊNDICE C: ROTEIRO DE AULA PRÁTICA – CÉLULA DA MUCOSA BUCAL**

Nome do grupo

# Roteiro de Aula Prática

## Célula da mucosa bucal

Apresentação: A observação de células da mucosa bucal ao microscópio óptico, embora simples, possibilita a visualização clara da organização celular básica, como a delimitação da membrana plasmática, citoplasma e núcleo. O avanço no conhecimento sobre as células está diretamente relacionado ao aprimoramento dos métodos de investigação científica.

## Materiais utilizados

- a. Microscópico Óptico;
  - b. Pinça;
  - c. Lápis;
  - d. Lâmina;
  - e. Lamínula;
  - f. Cotonete;
  - g. Becker;
  - i. Papel Filtro;
  - j. Corante (azul de metileno);
  - k. Material - Amostra da Mucosa Bucal.

## Procedimentos:

1. Raspar levemente com um cotonete a parte interna da bochecha.
  2. Fazer um esfregaço espalhando sobre a lâmina preparada o material raspado da bochecha.
  3. Fixar o material mergulhando a lâmina em álcool 70%.
  4. Retirar a lâmina preparada e retirar o excesso do álcool em um pedaço de papel filtro.
  5. Na lâmina pingar sobre o esfregaço o azul de metileno e aguardar 2 minutos.
  6. Remover o excesso de azul de metileno com água.
  7. Pingar com o conta gotas uma gota de água sobre o esfregaço.
  8. Cobrir a preparação com uma lamínula.
  9. Observar no microscópio e fazer um desenho das células.

## Investigaçāo:

Que estruturas você pode observar nas células da bochecha?

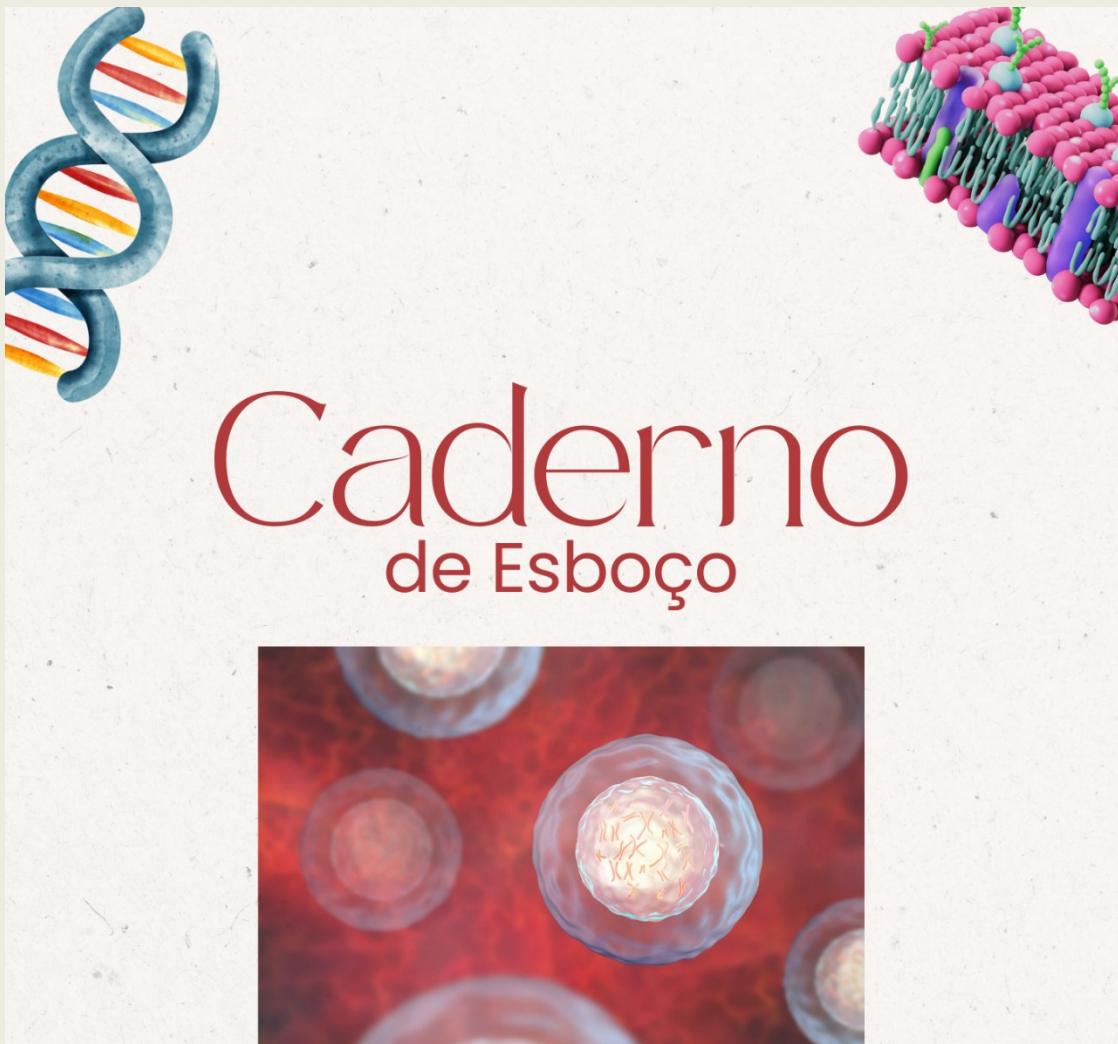
## Investigaçāo:

Qual a posição que o núcleo ocupa dentro da célula?

## Investigação:

Você consegue ver o DNA?

## APÊNDICE D: CADERNO DE ESBOÇO



Pertence a:



# CADERNO DE ESBOÇO

Grupo:

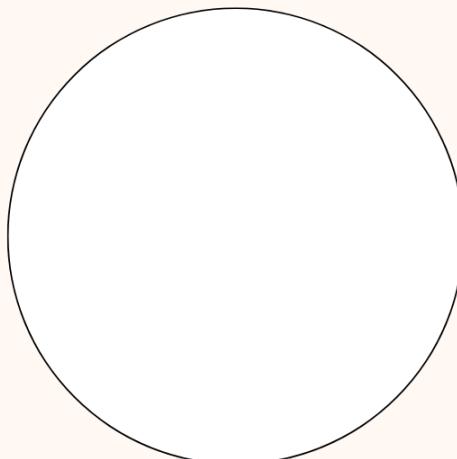
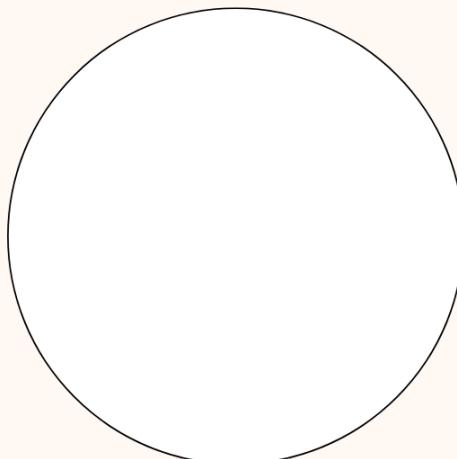
Data:

Atividade

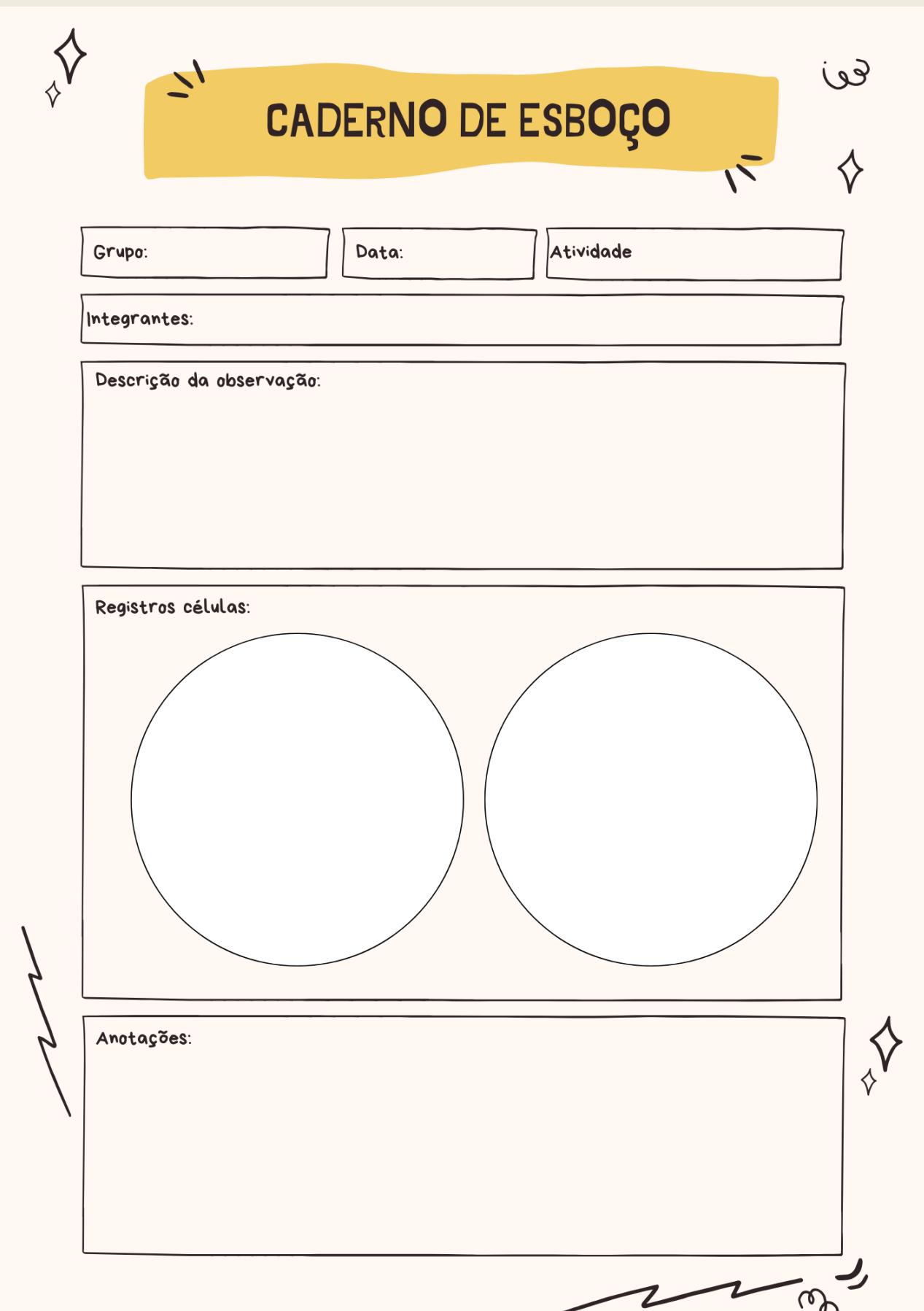
Integrantes:

Descrição da observação:

Registros células:



Anotações:



# CADERNO DE ESBOÇO

Grupo:

Data:

Atividade

Integrantes:

Descrição da observação:

Registros experimento:

# CADERNO DE ESBOÇO

Grupo:

Data:

Atividade

Integrantes:

Descrição da observação:

Registros modelo do DNA:

## APÊNDICE E: ROTEIRO DE AULA PRÁTICA – EXTRAÇÃO DO DNA DO MORANGO

Nome do grupo \_\_\_\_\_

### Roteiro de Aula Prática Extração do DNA do Morango

**Apresentação:** A extração do DNA do morango permite visualizar o DNA como substância física e compreender sua relação com a função biológica exercida no núcleo. A escolha do morango se deve à sua maciez, facilidade de homogeneização, elevado conteúdo genético e presença de enzimas que facilitam a quebra das paredes celulares, como à sua condição de organismo octoploíde.

#### Materiais utilizados

- a. Morangos maduro (sem folhas)
- b. saco plástico transparente (limpo e resistente)
- c. Copo transparente descartável (ou béquer)
- d. Colher de sopa ou bastão para mistura
- e. Funil plástico (ou improvisado com garrafa PET cortada)
- f. Filtro de papel (filtro de café) ou pano limpo (filó, gaze)
- g. 50 mL de solução de lise, composta por:
  - 50 mL de água
  - 5 mL de chá de detergente incolor
  - 1 colher (chá) de sal de cozinha
- h. 50 mL de álcool etílico (gelado e de alta concentração – entre 92% e 96%)
- i. Tubo de ensaio ou copo pequeno para visualização final.

#### Procedimentos:

1. Colocar o morango dentro do saco plástico e amassar bem com as mãos até formar uma polpa.
2. Misturar 50 mL de água morna, 1 colher de chá de detergente e 1 colher de chá de sal (solução de lise). Despejar essa solução sobre a polpa do morango e mexer bem. Aguardar de 20 a 30 minutos para ação da solução.
3. Posicionar o funil com filtro sobre o béquer ou copo e despejar lentamente a mistura, aguardando a filtragem completa.
4. Transferir o filtrado para o tubo de ensaio e, com contargas ou pipeta, adicionar cuidadosamente o álcool gelado, formando uma camada superior sem misturar. Aguardar de 2 a 3 minutos.
5. Verificar a formação de substância esbranquiçada e filamentosa entre as camadas, indicando a presença de DNA.
6. Inserir o bastão de vidro entre as camadas de álcool e extrato e girar suavemente para agrupar os filamentos de DNA.

#### Investigação:

O que o experimento revelou sobre o DNA?

---

---

---

---

---

#### Investigação:

Como essa atividade se conecta ao que foi estudado sobre o núcleo celular?

---

---

---

---

---

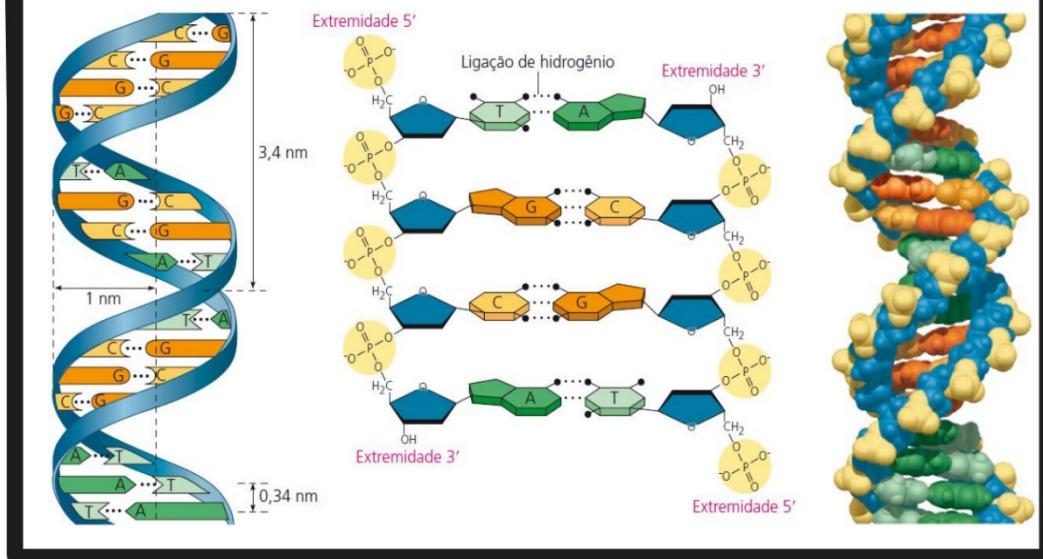
## APÊNDICE F: MATERIAL DE APOIO: ESTRUTURA DO DNA

**MATERIAL DE APOIO  
REPRESENTAÇÃO DA ESTRUTURA DO DNA**

A molécula de DNA (ácido desoxirribonucleico) possui uma estrutura em dupla hélice, descrita por Watson e Crick (1953), com base em dados de difração de raios X obtidos por Rosalind Franklin. Ela é composta por duas fitas antiparalelas de nucleotídeos, contendo três componentes: grupo fosfato, açúcar (desoxirribose) e uma base nitrogenada.

As bases nitrogenadas da dupla-hélice estão pareadas em combinações específicas: adenina (A) com timina (T), e guanina (G) com citosina (C). Adenina e guanina são purinas, bases nitrogenadas com dois anéis orgânicos: enquanto citosina e timina são bases nitrogenadas conhecidas como pirimidinas, que possuem apenas um anel.

No modelo do DNA, existem duas cadeias principais compostas por açúcar e fosfato, que são antiparalelas, ou seja, orientadas em direções opostas. Você pode imaginar essa estrutura como uma escada de cordas com degraus rígidos: as laterais da escada representam as cadeias de açúcar-fosfato, enquanto os degraus correspondem aos pares de bases nitrogenadas ligadas por pontes de hidrogênio.



## APÊNDICE G: GUIA DE PESQUISA ESCOLAR



# GUIA DE PESQUISA ESCOLAR

### O que é uma pesquisa escolar?

A pesquisa, no contexto escolar, consiste em buscar, selecionar e interpretar informações relevantes e confiáveis em livros, sites, vídeos e revistas científicas, para compreender e validar os conceitos estudados em sala de aula. Essa prática permite relacionar o conteúdo teórico às experiências realizadas, fortalecendo a argumentação, o pensamento crítico e a construção do conhecimento com base em evidências.

Mas atenção! Nem toda informação na internet é verdadeira ou confiável. Por isso, este guia vai te ajudar a encontrar boas fontes de pesquisa!

### Objetivo

Orientar os estudantes na busca, leitura e seleção de informações científicas confiáveis que permitam validar as hipóteses formuladas ao longo da sequência didática e apoiar a construção de argumentos científicos nos documentos produzidos pelos grupos.

## Orientações de Pesquisa:



1. Defina os termos de busca, utilizando palavras-chave como:

células eucariontes

núcleo celular

estrutura do DNA

cromossomos

função do DNA

células da mucosa bucal

extração de DNA de vegetais

hereditariedade

2. Selecionar trechos relevantes que confirmem, completem ou desafiem os conhecimentos construídos nas atividades experimentais.

3. Registrar a fonte consultada de forma completa (autor, ano, título, site ou livro, data de acesso), para inclusão nas referências do material.

4. Utilizar linguagem científica clara e argumentação coerente nas produções escritas e orais.

## ONDE PESQUISAR?



### Sites Institucionais

- 🌐 **Khan Academy Brasil** - Plataforma com videoaulas, resumos e exercícios.
- 🌐 **Projeto Genoma Humano/Instituto de Biociências da USP** - Site com conteúdos sobre genética humana, aconselhamento genético.
- 🌐 **Brasil Escola** - Portal com textos educativos.
- 🌐 **Atlas Celular** - Plataforma com imagens reais e descrições técnicas de células vistas ao microscópio.
- 🌐 **Atlas Interativo de Biologia Celular** - Plataforma interativa que reúne conteúdos visuais e descritivos sobre a estrutura e função das células.



### Links

- ✓ [Observação de células humanas em esfregaço de mucosa bucal](#)
- ✓ [Extração caseira de DNA morango](#)
- ✓ [Teste de DNA](#)

### QR Codes de sites

Introdução às células eucariontes - Khan Academy



O DNA - Khan Academy



## Revistas e Portais de Divulgação Científica



### Links

[Ciência Hoje](#): Revista de divulgação científica brasileira



[EduCapes](#): Repositório com materiais educacionais gratuitos, como livros, vídeos e objetos digitais voltados à educação básica e superior.



[Currículo+](#): Plataforma com recursos digitais interativos alinhados à BNCC, voltados ao ensino de Ciências e outras áreas.



## Canais de Vídeos Educacionais



### Links

- **Canal Prof. Guilherme Goulart** - Biologia: vídeos sobre biologia
- **Nerdologia** - Canal de divulgação científica que aborda temas para o estudo de biologia, matemática, física, química e ciência.
- **Ciência Todo Dia** - O canal que explica conceitos científicos, especialmente de física, conectando-os com situações do cotidiano de forma clara e acessível.
- **Olá, Ciência!** - Canal com explicações científicas claras sobre biologia, saúde e temas atuais da ciência.



### QR Codes de vídeos



Como o DNA foi descoberto -  
canal Meteoro Brasil/YouTube  
(19 minutos)



Extração de DNA de morango -  
canal BioLab UFV/YouTube  
(5:45 minutos)



## Livros e Materiais Didáticos

- Livro: AMABIS, José Mariano; MARTHO, Gilberto. **Biologia**. Volume Único. 3. ed. Moderna, 2013.
- Livro: SINGER, Sônia Lopes; ROSSO, Sergio. **Bio** – Volume 1. Saraiva Educação, 2018.
- Livro: GODOY, L. P. de; AGNOLO, R. M. Dell'; MELO, W. C. de. **Multiversos: ciências da natureza: ensino médio**. 1<sup>a</sup>. ed. São Paulo: Editora FTD, 2020.
- **Introdução à Microscopia – UFS (PDF)**: Apostila digital com explicações técnicas sobre o uso do microscópio óptico, tipos de microscopia e preparação de amostras.
- **Atividades Práticas em Biologia Celular – UFC (PDF)**: Ebook com atividades práticas voltadas ao ensino de Biologia Celular,
- **Práticas de Biologia Celular – UFGD (PDF)** - Apostila com roteiros experimentais, fundamentos teóricos e orientações para atividades práticas em biologia celular.



### Links

- ✓ [Introdução à microscopia – Aula 3](#)
- ✓ [Atividades Práticas em Biologia Celular](#)
- ✓ [Práticas de Biologia Celular](#)

## APÊNDICE H: JOGO FATO OU FAKE??



## OBJETIVO DO JOGO FATO OU FAKE

Identificar se uma afirmação é verdadeira (FATO) ou falsa (FAKE), justificando com base nos conhecimentos adquiridos durante a sequência didática. O jogo promove argumentação científica e pensamento crítico.

## REGRAS DO JOGO FATO OU FAKE

### ORGANIZAÇÃO DA TURMA

- A turma será dividida em grupos de 4 a 6 estudantes.
- Cada grupo receberá duas plaquinhas: uma com a palavra FATO, outra com FAKE.
- Cada grupo deve escolher um portavoz por rodada (aluno que erguerá a resposta e justificará, se necessário).



FATO



FAKE



FATO



FAKE

# REGRAS DO JOGO FATO OU FAKE

## COMO JOGAR

1. **Formação dos grupos:** Divilda a turma em grupos de 3 a 5 alunos.
2. **Leitura da afirmação:** O professor apresenta uma frase sobre os conteúdos estudados.
3. **Discussão rápida (1 minuto):** Os grupos debatem e decidem se a frase é fato ou fake.
4. **Resposta com justificativa:** Todos levantam suas plaquinhas (FATO ou FAKE).  
Um grupo é sorteado para justificar antes da resposta correta.
5. **Correção e explicação:** O professor revela a resposta correta e explica o porquê. Outros grupos podem complementar.

**FATO****FAKE**

O DNA está presente  
apenas no núcleo das  
células eucarióticas.



**FAKE**

Nas células eucarióticas, o DNA está majoritariamente no núcleo, mas também é encontrado nas mitocôndrias e cloroplastos, organelas que possuem DNA próprio responsável por codificar proteínas essenciais à respiração celular e à fotossíntese.

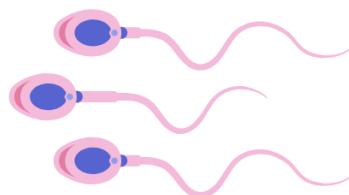
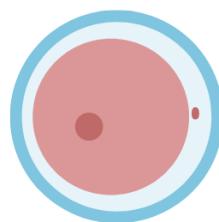
# FATO



# FAKE



Todas as células humanas têm o mesmo número de cromossomos, exceto óvulos e espermatozoides.





A maioria das células humanas é diploide (46 cromossomos), exceto óvulos e espermatozoides, que são haploides (23), pois são formados por meiose para garantir a manutenção do número de cromossomos na fecundação.

**FATO****FAKE**

Todas as células têm apenas um  
núcleo.



**FAKE**

A maioria das células possui um único núcleo, mas células musculares esqueléticas são multinucleadas, pois se formam pela fusão de várias células precursoras, cada uma contribuindo com um núcleo.

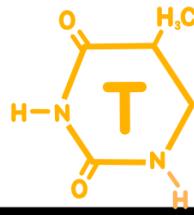
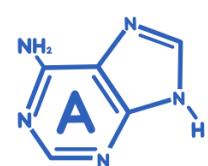
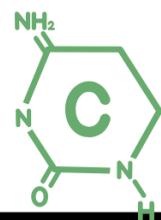
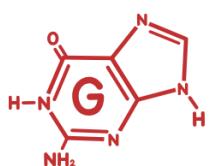
# FATO



# FAKE



“As bases nitrogenadas se emparelham sempre A-T e C-G por ligações de hidrogênio.”

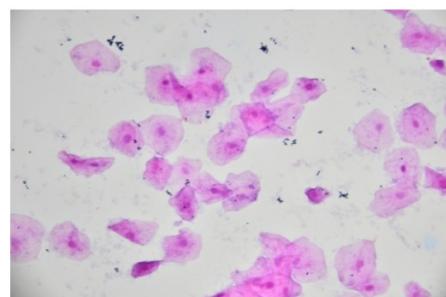




A adenina (A) sempre se emparelha com a timina (T) por duas ligações de hidrogênio, e a citosina (C) com a guanina (G) por três ligações, garantindo estabilidade e complementaridade na estrutura da dupla hélice do DNA.

**FATO****FAKE**

É possível visualizar a membrana da célula da mucosa bucal ao microscópio óptico.



**FAKE**

Embora a membrana plasmática não seja vista diretamente por ser muito fina e transparente, sua presença pode ser inferida pela delimitação do contorno celular, visível com o auxílio de corantes como o azul de metileno. Isso permite observar a forma da célula e onde ela termina, confirmando a existência da membrana.

# FATO



# FAKE



No experimento de extração do DNA, o emaranhado de filamentos observado corresponde aos cromossomos das células do morango.

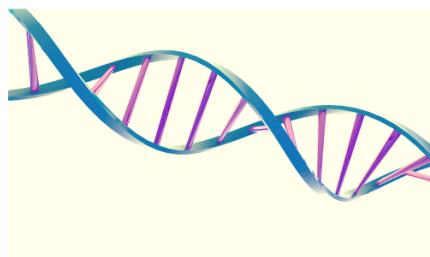


**FAKE**

No experimento de extração do DNA, o que se observa não são os cromossomos, mas sim um emaranhado de filamentos formados por moléculas de DNA associadas a proteínas chamadas histonas. Esses filamentos representam a cromatina, que é como o DNA normalmente se apresenta em células que não estão em divisão.

**FATO****FAKE**

A estrutura de dupla hélice do DNA pode ser visualizada apenas por meio de microscopia eletrônica de alta resolução.





A dupla hélice do DNA é muito pequena (2 nanômetros) e não pode ser vista em microscópios ópticos. Para visualizá-la, são usadas técnicas avançadas, como microscopia eletrônica ou cristalografia de raios X.

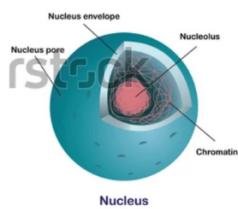
# FATO



# FAKE



A presença de poros nucleares permite a troca de substâncias entre o núcleo e o citoplasma





Os poros nucleares permitem a passagem controlada de moléculas entre o núcleo e o citoplasma, garantindo a troca de RNA e proteínas.

# FATO



# FAKE



Irmãos com os mesmos pais sempre possuem material genético idêntico.



**FAKE**

Embora irmãos herdem genes dos mesmos pais, a combinação genética recebida é única para cada filho (exceto gêmeos idênticos). Isso ocorre devido à variabilidade genética gerada na meiose e ao acaso na fecundação, o que resulta em diferenças no DNA de cada irmão.

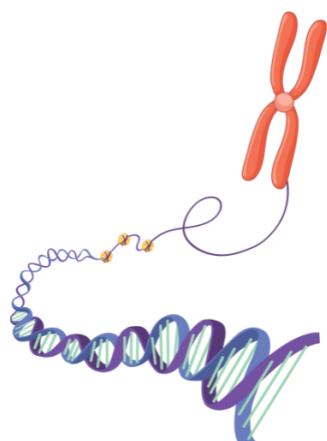
# FATO



# FAKE



Cada cromossomo possui várias moléculas diferentes de DNA organizadas em conjunto.



**FAKE**

Cada cromossomo é formado por uma única molécula contínua de DNA, enrolada e compactada em torno de proteínas chamadas histonas. Embora contenha milhares de genes, essa molécula é única e linear em organismos eucarióticos.

## APÊNDICE F - QUESTIONÁRIO ESTRUTURADO DE AVALIAÇÃO PÓS-TESTE

### Questionário Pós-Teste

#### Unidade Temática - Núcleo Celular (Estrutura e Função do DNA)

**QUESTÃO 01** O DNA é uma molécula que tem a capacidade de se autorreplicar, gerando cópias de si mesmo através do processo de replicação. O conceito que definiria melhor o DNA é:

- (A) Uma proteína que compõe a membrana celular.
- (B) Uma molécula responsável pelo armazenamento de energia.
- (C) O material genético que carrega as informações hereditárias.
- (D) Um lipídio essencial para a digestão.
- (E) Um carboidrato que fornece energia.

**QUESTÃO 02** O núcleo celular é uma organela importante nas células eucarióticas. Ele é responsável por abrigar o material genético da célula. Qual das alternativas abaixo é a principal função do núcleo celular?

- (A) Produzir energia
- (B) Controlar as atividades celulares
- (C) Realizar a fotossíntese
- (D) Armazenar nutrientes
- (E) Eliminar resíduos

**QUESTÃO 03** O DNA, ou ácido desoxirribonucleico, possui uma estrutura específica que é fundamental para sua função. Qual é a forma estrutural que o DNA apresenta?

- (A) Uma hélice simples.
- (B) Uma estrutura retangular.
- (C) Uma dupla hélice.
- (D) Uma fita linear.
- (E) Uma hélice tripla.

**QUESTÃO 04** A função do Ácido Desoxirribonucleico (DNA) está ligada ao armazenamento da nossa herança genética. A respeito da composição dos nucleotídeos que formam o DNA, assinale a alternativa que apresenta os principais componentes de um nucleotídeo:

- (A) Açúcar, base nitrogenada e fosfato.
- (B) Açúcar, proteína e ácido graxo.
- (C) Base nitrogenada, lipídio e fosfato.
- (D) Aminoácido, fosfato e base nitrogenada.
- (E) Ácido graxo, açúcar e base nitrogenada.

**QUESTÃO 05** Adenina, guanina e citosina são bases presentes tanto na estrutura de DNA como na de RNA. Como as bases nitrogenadas se emparelham no DNA?

- (A) Adenina com Citosina, Guanina com Timina.
- (B) Adenina com Timina, Citosina com Guanina.
- (C) Timina com Guanina, Adenina com Uracila.
- (D) Guanina com Adenina, Timina com Citosina.
- (E) Todas emparelham aleatoriamente.

**QUESTÃO 06** A estrutura do DNA é formada por uma longa cadeia de unidades repetitivas, que são a base de sua composição. Como se chama essas unidades que compõe o DNA?

- (A) Glicose.
- (B) Nucleotídeo.
- (C) Aminoácido.
- (D) Lipídio.
- (E) Peptídeo.

**QUESTÃO 07** O núcleo celular não é apenas um repositório de DNA, mas também desempenha um papel essencial na síntese de proteínas. A estrutura do núcleo responsável pela produção de ribossomos é:

- (A) Cromatina
- (B) Núcleo
- (C) Carioteca
- (D) Nucléolo
- (E) Citoplasma

**QUESTÃO 08** O núcleo celular é muitas vezes chamado de "centro de comando" da célula, onde a informação genética é armazenada. Qual é a estrutura que envolve o núcleo e regula a entrada e saída de substâncias?

- (A) Membrana Plasmática
- (B) Retículo Endoplasmático
- (C) Envoltório Nuclear
- (D) Complexo de Golgi
- (E) Vesículas

**QUESTÃO 09** Em condições normais, a cromatina se condensa para formar os cromossomos durante a divisão celular. O principal componente que constitui a cromatina é:

- (A) Polissacarídeos
- (B) Lipídios
- (C) DNA e proteínas histonas
- (D) RNA e ribossomos
- (E) Carboidratos e vitaminas

**QUESTÃO 10** Dentro do núcleo, o material genético, que é responsável por codificar as características hereditárias de um organismo, é organizado de maneira a facilitar tanto a replicação quanto a transcrição do DNA. Essa organização é essencial para o funcionamento adequado das células e para a expressão gênica. Considerando essa importância, como o DNA é organizado no núcleo celular?

- (A) Em filamentos soltos no citoplasma
- (B) Em estruturas chamadas cromossomos
- (C) Em vacúolos
- (D) Em ribossomos
- (E) Em bolsas de membrana

**QUESTÃO 11** Qual é a importância da replicação do DNA?

- (A) Produzir proteínas.
- (B) Manter o metabolismo celular.

- (C) Permitir a divisão celular e a transmissão de informações genéticas.
- (D) Armazenar energia.
- (E) Produzir lipídios.

**QUESTÃO 12** Que tipo de ligação mantém as bases nitrogenadas unidas no DNA?

- (A) Ligação covalente
- (B) Ligação iônica
- (C) Ligação de hidrogênio
- (D) Ligação peptídica
- (E) Ligação metálica

**QUESTÃO 13** Qual componente do DNA é responsável por carregar a informação genética?

- (A) Os grupos fosfato
- (B) As bases nitrogenadas
- (C) As moléculas de açúcar
- (D) As proteínas associadas
- (E) Os lipídios

**QUESTÃO 14** A replicação do DNA é o processo para a perpetuação da informação genética em todos os seres vivos. Esse processo ocorre antes da divisão celular, garantindo que cada nova célula receba uma cópia exata do material genético. Considerando a importância desse mecanismo para a manutenção da vida, responda como o DNA se replica:

- (A) através da mitose
- (B) por fusão de nucleotídeos no citoplasma
- (C) por duplicação semiconservativa
- (D) por meio de proteínas transportadoras
- (E) por síntese proteica

**QUESTÃO 15** As mutações podem ocorrer de forma espontânea ou ser induzidas por fatores externos, como radiação ou substâncias químicas. Como as mutações acontecem no DNA:

- (A) Uma mudança na sequência de nucleotídeos do DNA que pode resultar em uma alteração na proteína codificada.
- (B) Aumento no número de cromossomos nas células.
- (C) Diminuição na quantidade de proteínas expressas no núcleo.
- (D) Uma alteração temporária na estrutura do RNA que não afeta a proteína.
- (E) Um tipo de célula que se forma durante a mitose e não possui material genético.

## APÊNDICE G - PLANO DE AULA – TEÓRICA

### Competências Gerais

**1. Conhecimento** Valorizar e utilizar os conhecimentos historicamente construídos sobre o mundo físico, social, cultural e digital para entender e explicar a realidade, continuar aprendendo e colaborar para a construção de uma sociedade justa, democrática e inclusiva.

**4. Comunicação** Utilizar diferentes linguagens – verbal (oral ou visual-motora, como Libras, e escrita), corporal, visual, sonora e digital –, bem como conhecimentos das linguagens artística, matemática e científica, para se expressar e partilhar informações, experiências, ideias e sentimentos em diferentes contextos e produzir sentidos que levem ao entendimento mútuo.

**7. Argumentação** Argumentar com base em fatos, dados e informações confiáveis, para formular, negociar e defender ideias, pontos de vista e decisões comuns que respeitem e promovam os direitos humanos, a consciência socioambiental e o consumo responsável em âmbito local, regional e global, com posicionamento ético em relação ao cuidado de si mesmo, dos outros e do planeta.

### Competências Específicas

**(EM13CNT202)** Analisar as diversas formas de manifestação da vida em seus diferentes níveis de organização, bem como as condições ambientais favoráveis e os fatores limitantes a elas, com ou sem o uso de dispositivos e aplicativos digitais (como softwares de simulação e de realidade virtual, entre outros).

**(EM13CNT303)** Interpretar textos de divulgação científica que tratem de temáticas das Ciências da Natureza, disponíveis em diferentes mídias, considerando a apresentação dos dados, tanto na forma de textos como em equações, gráficos e/ou tabelas, a consistência dos argumentos e a coerência das conclusões, visando construir estratégias de seleção de fontes confiáveis de informações.

**(EM13CNT304)** Analisar e debater situações controversas sobre a aplicação de conhecimentos da área de Ciências da Natureza (tais como tecnologias do DNA, tratamentos com células-tronco, neurotecnologias, produção de tecnologias de defesa, estratégias de controle de pragas, entre outros), com base em argumentos consistentes, legais, éticos e responsáveis, distinguindo diferentes pontos de vista.

### Objeto do Conhecimento

Núcleo Celular: estrutura e função do DNA

**Duração:** 2 aulas de 50 min

### **Objetivo Geral:**

Compreender a estrutura do núcleo celular, identificar a composição e função do DNA, e relacionar seu papel fundamental na transmissão das características hereditárias.

### **Recursos e Materiais Necessários**

- Slides e vídeos explicativos.
- Computador e projetor para apresentação de slides.
- Modelos ou figuras do núcleo celular e do DNA.
- Materiais para montar o DNA (figuras de nucleotídeos, bases nitrogenadas ou cartas representativas).

### **Aula 1: Introdução ao Núcleo Celular e ao DNA**

**Objetivo Específico:** Apresentar o núcleo celular e os componentes do DNA, destacando sua importância para a célula.

#### **1. Momento inicial (10 minutos)**

- Exposição inicial sobre a célula e o núcleo como estrutura central.
- Explicação sobre a localização do DNA no núcleo e sua relevância para o controle celular.

#### **2. Atividade Expositiva Dialogada (20 minutos)**

- Utilização de slides e modelos 3D (se disponíveis) para mostrar a estrutura do núcleo e as regiões onde o DNA se localiza.
- Perguntas direcionadas aos alunos para estimular o pensamento crítico sobre a função do núcleo e do DNA.

#### **3. Investigação em Grupo (20 minutos)**

- Alunos são divididos em grupos e recebem imagens de diferentes tipos de células.
- Atividade: Analisar as imagens e identificar o núcleo em cada célula, discutindo suas observações com o grupo.
- Cada grupo apresenta suas conclusões, incentivando o compartilhamento de percepções sobre a localização e a importância do núcleo.

## Aula 2: Estrutura do DNA e seus Componentes\*

**Objetivo Específico:** Compreender a estrutura do DNA, incluindo nucleotídeos, pares de bases e a dupla hélice.

### 1. Revisão e Introdução ao Conteúdo (10 minutos)

- Revisão rápida sobre o núcleo celular.
- Explicação inicial sobre os componentes básicos do DNA: açúcar, fosfato e bases nitrogenadas.

### 2. Aula Expositiva (20 minutos)

- Apresentação dos componentes estruturais do DNA por meio de slides e vídeos que ilustram a formação da dupla hélice.
- Explicação sobre os pares de bases (Adenina-Timina e Citosina-Guanina) e como essas ligações formam o código genético.

### 3. Investigação Prática (20 minutos)

- Os alunos, em grupos, recebem figuras de nucleotídeos.
- Atividade: Montar uma sequência simples de DNA, observando os pares de bases.
- Após montar, cada grupo discute a importância dos pares de bases e como eles influenciam a formação do código genético.

## Avaliação da Aprendizagem

Participação e contribuição nas discussões e atividades em grupo.

Realização das atividades práticas, com foco na organização e compreensão das etapas.

Respostas na avaliação rápida para identificar possíveis dúvidas e ajustar o ensino futuro.

## APÊNDICE H - PLANO DE AULA – PRÁTICA

### Competências Gerais

- 1. Conhecimento** Valorizar e utilizar os conhecimentos historicamente construídos sobre o mundo físico, social, cultural e digital para entender e explicar a realidade, continuar aprendendo e colaborar para a construção de uma sociedade justa, democrática e inclusiva.
- 2. Pensamento Científico, Crítico e Criativo** 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.
- 4. Comunicação** Utilizar diferentes linguagens – verbal (oral ou visual-motora, como Libras, e escrita), corporal, visual, sonora e digital –, bem como conhecimentos das linguagens artística, matemática e científica, para se expressar e partilhar informações, experiências, ideias e sentimentos em diferentes contextos e produzir sentidos que levem ao entendimento mútuo.
- 7. Argumentação** Argumentar com base em fatos, dados e informações confiáveis, para formular, negociar e defender ideias, pontos de vista e decisões comuns que respeitem e promovam os direitos humanos, a consciência socioambiental e o consumo responsável em âmbito local, regional e global, com posicionamento ético em relação ao cuidado de si mesmo, dos outros e do planeta.

### Competências Específicas

**(EM13CNT202)** Analisar as diversas formas de manifestação da vida em seus diferentes níveis de organização, bem como as condições ambientais favoráveis e os fatores limitantes a elas, com ou sem o uso de dispositivos e aplicativos digitais (como softwares de simulação e de realidade virtual, entre outros).

**(EM13CNT303)** Interpretar textos de divulgação científica que tratem de temáticas das Ciências da Natureza, disponíveis em diferentes mídias, considerando a apresentação dos dados, tanto na forma de textos como em equações, gráficos e/ou tabelas, a consistência dos argumentos e a coerência das conclusões, visando construir estratégias de seleção de fontes confiáveis de informações.

**(EM13CNT304)** Analisar e debater situações controversas sobre a aplicação de conhecimentos da área de Ciências da Natureza (tais como tecnologias do DNA, tratamentos com células-tronco, neurotecnologias, produção de tecnologias de defesa, estratégias de controle de pragas,

entre outros), com base em argumentos consistentes, legais, éticos e responsáveis, distinguindo diferentes pontos de vista.

### **Objeto do Conhecimento**

Núcleo Celular: estrutura e função do DNA

**Duração:** 2 aulas de 50 min

### **Objetivo Geral:**

Possibilitar aos estudantes a identificação e observação do núcleo celular em células animais, compreendendo sua estrutura e relacionando-a à função de armazenamento e proteção do DNA, essencial para a hereditariedade e o controle das funções celulares. Além disso, busca-se estimular o desenvolvimento de habilidades científicas, como a observação, o registro e a análise crítica das estruturas observadas.

### **Recursos e Materiais Necessários**

- Imagens de células animal.
- Lâminas e lamínulas.
- Palitos de madeira.
- Corante azul de metileno.
- Pipetas, água destilada.
- Papel toalha.
- Microscópios ópticos.
- Caderno de esboços para registros.

### **Aula 1: Introdução ao Núcleo Celular e ao DNA**

**Objetivo Específico:** Identificar a estrutura e a organização do núcleo celular. Observar células da mucosa bucal e identificar o núcleo.

#### **1. Dinâmica Inicial (15 minutos)**

- Exibir uma imagem de uma célula animal vista ao microscópio. Perguntar aos alunos o que eles sabem sobre o núcleo celular e a organização do material genético.
- Problematização: Estimular a reflexão com a pergunta:

“Se esta célula fosse uma fábrica, o que você acha que seria o escritório principal onde estão guardadas todas as instruções para o funcionamento dela?”

- Relacionar as respostas dos alunos ao conceito do núcleo celular.
- Apresentar brevemente o papel do núcleo e do DNA, destacando sua importância no controle celular e na transmissão de características genéticas.

## 2. Orientação para a Prática (10 minutos)

- Explicação o experimento: Observação de células da mucosa bucal humana.
- Procedimentos: Demonstrar como coletar a amostra, preparar a lâmina e usar o corante.
- Cuidados de Segurança: Explicar como manusear os materiais, enfatizando a higiene e o cuidado ao usar o palito de dente.
- 

## 3. Prática Investigativa - Coleta e Preparo (25 minutos)

### Materiais Necessários:

- Lâminas e lamínulas.
- Palitos de madeira (para coletar amostras da mucosa).
- Corante azul de metíleno (para evidenciar o núcleo).
- Pipetas, água destilada, microscópios ópticos.

### Passo a Passo para os Alunos:

- Higienizar as mãos.
- Coleta das Células: Distribuir os palitos de madeira esterilizados para que os alunos raspem suavemente a mucosa interna da bochecha, coletando células.
- Preparo da Lâmina: Instruir os alunos a colocar as células coletadas sobre a lâmina, adicionar uma gota de corante (azul de metíleno) e cobrir com a lamínula.
- Pergunta Investigativa: "Como podemos identificar o núcleo? O que esperamos ver?"
- Encerramento da Aula: Recolher as lâminas e deixar os microscópios preparados para a observação na próxima aula. Fazer uma breve revisão do que foi feito e estimular a curiosidade para a observação.

## Aula 2: Análise, Discussão e Conclusões

### **1. Revisão e Reflexão Inicial (5 minutos)**

- Revisão dos Conceitos: Revisar brevemente os conceitos do núcleo celular e a importância da coloração com o azul de metileno.
- Retomar a questão investigativa: "Como podemos identificar o núcleo? O que esperamos ver?"

### **2. Observação ao Microscópio (25 minutos)**

- Orientação e Observação: Dividir os alunos em grupos para observarem as lâminas preparadas. Cada dupla deve:
  - Descrever a forma, tamanho e organização das células.
  - Identificar e desenhar o núcleo.
  - Comparar as células observadas com as imagens discutidas na aula anterior.
- Registro das Observações: Solicitar que os alunos façam anotações e desenhem o que estão observando no microscópio nos seus cadernos de esboço. Eles devem registrar as diferenças entre células, a posição e a aparência do núcleo.

### **3. Discussão e Compartilhamento (10 minutos)**

- Discussão em Grupo: Cada dupla compartilha suas observações com a turma. Guiar a discussão sobre as semelhanças e diferenças entre as células observadas.
- Perguntas para Refletir:
  - Todas as células têm o mesmo tamanho?
  - Como podemos relacionar a presença do núcleo com a função das células?

### **4. Síntese e Encerramento (10 minutos)**

- Conclusão Coletiva: Realizar uma síntese sobre a importância do núcleo e como ele controla as funções celulares. Destacar como o DNA, armazenado no núcleo, é essencial para a organização e o funcionamento da célula.
- Atividade Complementar: Solicitar aos alunos que escrevam em uma frase o que aprenderam sobre a relação entre o núcleo celular e o DNA.

**Avaliação:**

- Observação Prática: Acompanhamento durante a coleta e preparo das lâminas, observando se os alunos seguem corretamente as instruções.
- Registro Investigativo: Avaliação das anotações e dos desenhos feitos pelos alunos durante a observação das células nos cadernos de esboços. Avaliação das frases elaboradas pelos estudantes sobre a relação entre o núcleo celular e o DNA.
- Participação: Avaliar a participação nas discussões em grupo e na conclusão coletiva.

## APÊNDICE I – ASPECTOS ÉTICOS

O presente trabalho foi submetido ao Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Ciências da Saúde - CEP/FS, da Universidade de Brasília (UnB) para análise de seus aspectos éticos em obediência à Resolução Conep 510/2016, tendo sua aprovação pelo parecer Consustanciado número 6.926.497.

A coleta de dados desta pesquisa teve início após aprovação de sua realização pelo CEP/FS – UnB e emissão de Parecer Consustanciado pelo plenário deste Órgão deliberativo

Em relação aos aspectos éticos da pesquisa, esta se baseará nos princípios que norteiam a realização de pesquisa científica no Brasil com envolvimento de seres humanos na condição de participantes da pesquisa.

Visando a proteção dos participantes da pesquisa, os pesquisadores estarão atentos aos princípios de ética em pesquisa científica e os aplicando durante a coleta de dados e divulgação dos resultados. Para isto, serão documentos guia em sua execução, as Resoluções 466/2012 e 510/2016 da Comissão Nacional de Ética em Pesquisa - Conep.

Com base nestas normativas, a pesquisa obedecerá aos seguintes princípios éticos:

**Da Autonomia:** por meio deste princípio, deve ser observado que todos os participantes da pesquisa possuem total liberdade para aceitar ou não a participar da pesquisa e caso decida participar, poderá dela desistir a qualquer tempo sem que quaisquer restrições ou penalidades lhes sejam impostas.

**Da Não-maleficência:** com base neste princípio, os pesquisadores ao realizarem as intervenções propostas na pesquisa tomará todos os cuidados para que as atividades desenvolvidas sejam realizadas com o máximo de cuidado, visando garantir aos participantes da pesquisa que não sejam submetidos a danos físicos ou mentais. Para isto, as etapas de coletas de dados e de realização das aulas teóricas e práticas devem ser realizados após prévia explanação para os participantes da pesquisa que sua participação na pesquisa não interferirão em suas atividades e avaliações curriculares e que os resultados de sua participação terão uso exclusivo para fins de produção acadêmica da pesquisadora e por ela mantidas em sigilo.

**Da Beneficência:** faz se essencial entender que esta pesquisa busca por meio de seu experimento compreender melhor alguns aspectos relacionados ao processo de aprendizagem dos alunos e à eficiência de determinadas estratégias de ensino para potencializar a apreensão de conhecimentos. Com base nisto, seus resultados deverão ser apresentados aos gestores da escola na qual será realizada para que suas conclusões possam de alguma forma, auxiliar no planejamento pedagógico com a intenção de gerar benefícios escolares diretos aos discentes da

escola.

**Da Justiça:** por meio deste princípio, os pesquisadores se comprometem a tratar todos os participantes da pesquisa de forma igual, sem privilegiar ou discriminar quaisquer um dos participantes da pesquisa, observando que os critérios de inclusão e de exclusão elaborados para determinar as características dos sujeitos que serão convidados para participar deste experimento é de uso impessoal, tem única e exclusiva relação com a formação de um conjunto de participantes o mais homogêneo possível , servindo de estratégia para minimizar o viés do informante.

### **Dos riscos e benefícios**

#### Dos riscos

Em pesquisas experimentais envolvendo seres humanos, existem diversos **riscos potenciais** que devem ser considerados. Esses riscos podem variar desde desconforto psicológico até danos físicos. No entanto, nesta pesquisa considerar-se-á que os riscos aos seus participantes e responsáveis serão de gradação mínima, pois conforme previsto em sua metodologia, o experimento não será invasivo e consistirá apenas no diagnóstico de conhecimento atual sobre o tema do estudo e de realização de aulas teóricas e práticas, seguidos de aplicação de questionário com a intenção de captar os níveis de aprendizados obtidos.

#### **Dentre os riscos psicológicos se encontram:**

- Constrangimento: os participantes podem se sentir constrangidos ao responder os questionários.
- Medo de não saber responder ou ser identificado: o receio de não conseguir responder adequadamente ou de ter sua identidade revelada pode causar ansiedade.
- Estresse: a participação na pesquisa pode gerar estresse emocional.
- Quebra de sigilo: mesmo com medidas de proteção, há o risco de quebra de sigilo.
- Cansaço ou vergonha: responder às perguntas pode ser cansativo ou embarçoso.

Alterações na autoestima: reflexões sobre condições restritivas ou incapacitantes podem afetar a autoestima dos participantes.

#### **Dentre os riscos de origem física:**

- Lesões e Quedas: durante as atividades de coleta de dados previstas neste estudo, os participantes poderão sofrer acidentes decorrentes de ações diretamente ligadas à realização do estudo, como por exemplo, se ferir ao manipular as lâminas de vidro para visualização em microscópios nas aulas laboratoriais previstas na etapa 2 do estudo.

Além disso, acidentes casuais associados indiretamente à participação na pesquisa, tais como escorregões e quedas que podem culminar em danos físicos, são eventos de possível ocorrência.

A pesquisadora ao realizar as intervenções propostas na pesquisa tomará todos os cuidados para que as atividades desenvolvidas, sejam realizadas com o máximo de cuidado e segurança, visando garantir aos informantes da pesquisa (unidades amostrais) que não sofram danos físicos ou mentais. Para isto, as etapas de coletas de dados e de realização das aulas teóricas e práticas, quando autorizadas pelo CEP via Parecer Consustanciado com status de APROVADO, acontecerão em ambiente seguro (salas de aula da instituição participante), totalmente adequadas para exercício de atividades de ensino, contendo em sua infraestrutura salas de alvenaria totalmente isoladas do som ambiente exterior, com climatização de ambiente, cadeiras escolares adequadas para a acomodação dos participantes da pesquisa, sistema de iluminação, sistema de projeção de material pedagógico, banheiros individuais para meninos e meninas, bebedouros.

A pesquisadora também contará com o apoio da instituição no sentido de fornecer suporte docente para a realização das atividades da pesquisa com os participantes, de forma a minimizar a possibilidade de quaisquer danos físicos aos mesmos.

Quanto às condutas para evitar danos de ordem psicológica ou emocional, a pesquisadora estruturou cada etapa da pesquisa relacionada diretamente ao experimento e coleta de dados para acontecer em no máximo 50 minutos, com orientações coletivas acerca da realização do experimento e sempre que solicitado, atenderá individualmente aos que requererem. Os participantes não serão recriminados quanto ao desconhecimento acerca dos temas objeto da pesquisa, nem terão publicamente divulgados, os resultados de suas respostas aos questionários.

Os dados resultantes da etapa de coleta de dados serão armazenados em computar pessoal da pesquisadora que possui senha pessoal para acesso e serão armazenados por 05 (cinco) anos, sendo apagados posteriormente.

Caso aconteçam durante as atividades de execução do experimento ou de coleta de dados eventos de ordem psicológica ou física, a pesquisadora tomará todas as providências para sua identificação e completa resolução, tomando as medidas necessárias conforme sua natureza.

Observa-se que a participação dos participantes na pesquisa deve preceder de sua voluntária adesão e às assinaturas do TCLE por seus responsáveis e do TALE pelo informante, após prévia explanação da pesquisadora aos componentes deste experimento, garantindo-se ainda que a voluntária participação na pesquisa não interferirá nas atividades e avaliações como

discente da escola na qual o experimento será realizado.

### **Dos benefícios**

Faz-se essencial entender que esta pesquisa busca por meio de seu experimento compreender melhor alguns aspectos relacionados ao processo de aprendizagem dos alunos e à eficiência de determinadas estratégias de ensino para potencializar a apreensão de conhecimentos. Com base nisto, seus resultados deverão ser apresentados aos gestores da escola na qual será realizada para que suas conclusões possam de alguma forma, auxiliar no planejamento pedagógico com a intenção de gerar benefícios escolares diretos aos discentes da escola.

## ANEXO A – TERMO DE ANUÊNCIA DA INSTITUIÇÃO CAMPO DA PESQUISA

SECRETARIA DA EDUCAÇÃO



COLÉGIO ESTADUAL CRIANÇA ESPERANÇA  
FONE: (63) 99982-9835  
End. 303 Norte Alameda 11 APM:07  
CEP 77.001-276 Palmas - TO  
E-mail:criancaesperanca@ue.seduc.to.gov.br

### TERMO DE ANUÊNCIA INSTITUCIONAL (TAI)

Declaramos para os devidos fins que **estamos de acordo** com a execução do projeto de pesquisa intitulado “Aulas Práticas de Citologia como Estratégia Pedagógica no Ensino por Investigação em Biologia”, sob orientação do professor Dr. Marcos Antônio da Silva Ferraz, PROFBIO – UnB e responsabilidade da pesquisadora professora da educação básica Pollyana Alves Caetano, matrícula Secretaria da Educação do Tocantins, 41583 - 2, e assumimos o compromisso de apoiar o desenvolvimento da referida pesquisa a ser realizada com 50 estudantes menores de idade nessa instituição, do período de 15/04/2024 a 27/09/2024, após a devida aprovação do Conselho de Ética em Pesquisa, bem como acrescentar que os dados coletados devem ser mantidos em absoluto sigilo.

**Esta unidade escolar da Secretaria da Educação, solicita ao término da pesquisa que os achados, conclusões, bem como recomendações sejam compartilhados com a comunidade escolar, preservando o sigilo, a privacidade e confidencialidade dos participantes da pesquisa.**

Palmas, 15 de março de 2024.

Marilene Moura Lima

**MARILENE MOURA LIMA**

Diretora da Unidade Escolar

**Marilene Moura Lima**  
Diretora  
Port. SEDUC Nº 71 de 12/01/2024  
Mat. 689893-6

## ANEXO B – PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP UNB



### PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

#### DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

**Título da Pesquisa:** Análise das Aulas Práticas Experimentais de Citologia como Estratégia Pedagógica para o Ensino de Biologia: Uma Abordagem Baseada no Ensino por Investigação

**Pesquisador:** Marcos Antonio dos Santos Silva Ferraz

**Área Temática:**

**Versão:** 2

**CAAE:** 79392424.6.0000.0030

**Instituição Proponente:** Instituto de Biologia da Universidade de Brasília

**Patrocinador Principal:** Financiamento Próprio

#### DADOS DO PARECER

**Número do Parecer:** 6.926.497

#### Apresentação do Projeto:

Conforme documento "PB\_INFORMAÇÕES\_BÁSICAS\_DO\_PROJETO\_2213450.pdf", postado em 05/06/2024:

#### Desenho:

"O presente trabalho tem como objetivo fundamental analisar a utilização das aulas práticas de Citologia como estratégia pedagógica eficiente no ensino de Biologia, uma vez que os alunos terão a oportunidade de manipular substâncias, utilizar equipamentos específicos e realizar técnicas laboratoriais, o que contribui para a compreensão dos conceitos teóricos e o desenvolvimento de habilidades científicas. O planejamento e

organização das estratégias pedagógicas serão focadas na abordagem didática do ensino por investigação, que propõe aos estudantes o ensino baseado na resolução de problemas relacionados às temáticas abordadas, de maneira que eles serão protagonistas do seu processo de aprendizagem. Como produção final serão elaborados os cadernos de esboço pelos estudantes durante as aulas práticas e um manual de protocolo para aulas práticas de Citologia."

#### Resumo:

<b>Endereço:</b>	Faculdade de Ciências da Saúde, Universidade de Brasília - Campus Darcy Ribeiro
<b>Bairro:</b>	Asa Norte
<b>UF:</b>	DF
<b>Município:</b>	BRASILIA
<b>Telefone:</b>	(61)3107-1947
<b>CEP:</b>	70.910-900
<b>E-mail:</b>	cepfsumb@gmail.com



Continuação do Parecer: 6.926.497

"O presente trabalho tem como objetivo fundamental analisar a utilização das aulas práticas de Citologia como estratégia pedagógica eficiente no ensino de Biologia, uma vez que os alunos terão a oportunidade de observar, manipular e analisar amostras celulares, utilizando equipamentos específicos como microscópios, o que contribui para a compreensão dos conceitos teóricos e o desenvolvimento de habilidades científicas. Trata-se de um estudo de natureza quali-quantitativa. A pesquisa será conduzida com duas turmas da 2ª série do ensino médio em uma escola estadual em Palmas, Tocantins. Os participantes serão avaliados antes do início do experimento, por meio de um questionário estruturado de avaliação diagnóstica. Em seguida, serão oferecidas aulas expositivas e aulas práticas investigativas. Após essas etapas, será aplicado um questionário estruturado de avaliação PÓS-TESTE. O planejamento e organização das estratégias pedagógicas serão focadas na abordagem didática do ensino por investigação, que propõe aos estudantes o ensino baseado na resolução de problemas relacionados às temáticas abordadas, de maneira que eles serão protagonistas do seu processo de aprendizagem. Como produção final será elaborada uma sequência didática investigativa para aulas práticas de Citologia."

#### Hipótese:

"A utilização de aulas práticas é uma estratégia pedagógica que potencializa o processo de ensino aprendizagem. A utilização de aulas práticas é uma estratégia pedagógica que não potencializa o processo de ensino aprendizagem."

#### Metodologia:

"A abordagem metodológica da pesquisa será quanti-qualitativa, via estudo longitudinal experimental no qual os participantes da pesquisa serão avaliados previamente ao início do experimento propriamente dito e em dois outros momentos distintos a serem detalhados na seção COLETA DE DADOS. Será executado no Colégio Estadual Criança Esperança, escola pública do município de Palmas/TO, local de atuação da pesquisadora como docente da disciplina de Biologia. Participantes da pesquisa, amostra e amostragem. Participarão aproximadamente 50 (cinquenta) estudantes da 2ª série do Ensino Médio Regular do Colégio Estadual Criança Esperança. A seleção dos participantes da pesquisa será feita por convite aos alunos do 2º ano do ensino médio regular. Todos os participantes da pesquisa participarão de suas fases qualitativa e quantitativa. Coleta de dados (fase quantitativa) A coleta de dados será desenvolvida em 02 (duas) etapas. Etapa 1 - consistirá no mapeamento do conhecimento

**Endereço:** Faculdade de Ciências da Saúde, Universidade de Brasília - Campus Darcy Ribeiro

**Bairro:** Asa Norte

**CEP:** 70.910-900

**UF:** DF

**Município:** BRASÍLIA

**Telefone:** (61)3107-1947

**E-mail:** cepfsunb@gmail.com



Continuação do Parecer: 6.926.497

prévio dos discentes sobre conteúdos de Citologia/Biologia Celular, via Questionário estruturado de avaliação diagnóstica PRÉ-TESTE. As temáticas abordadas envolvem práticas laboratoriais, como o reconhecimento e diferenciação das células procariotas e eucariotas, os componentes celulares: membrana plasmática, citoplasma e núcleo e técnicas de laboratório em Citologia: microscopia óptica, coloração de células e tecidos e cultura de células. O Questionário estruturado de avaliação diagnóstica PRÉ-TESTE será aplicado aos alunos em sala de aula da própria escola, em data definida de acordo com o cronograma de execução da pesquisa. Os participantes serão divididos em grupos de no máximo 25 alunos para que esta ação seja realizada de forma confortável e organizada. O tempo para responder o instrumento será de 50 (cinquenta) minutos, sem estipulação de tempo mínimo para sua realização. Etapa 2 - Os resultados obtidos na etapa 1 serão digitados em Software estatístico para análise das respostas e detecção dos níveis de apropriação conceitual de conhecimentos dos discentes. Os resultados subsidiarão a estruturação dos conteúdos para a Etapa 2. Nessa, a pesquisadora, após identificar os conteúdos com menor nível de apreensão conceitual pelos discentes, elaborará os planos de aula teóricas e práticas para esta etapa. As aulas irão acontecer três vezes por mês, sendo duas aulas para realização das atividades experimentais e outra para a aplicação do Questionário estruturado de avaliação PÓS-TESTE. As coletas de dados via instrumento avaliativo pós-intervenções teórica e prática serão realizadas após as aulas serem ministradas, duraram em torno de 50 (cinquenta) minutos sem tempo mínimo para sua realização. Coleta de dados (fase qualitativa)Os dados qualitativos serão extraídos do caderno de campo do pesquisador, no qual estarão anotadas observações comportamentais dos participantes da pesquisa durante as aulas teóricas e práticas, bem como dos cadernos de esboço utilizados pelos participantes da pesquisa para fazer suas próprias anotações durante as aulas práticas laboratoriais."

#### Critério de Inclusão:

"Alunos com efetivação da matrícula no período de janeiro a junho de 2024 na unidade escolar."

#### Critério de Exclusão:

"Alunos com frequência inferior a 50% nas aulas de Biologia."

#### Desfecho Primário:

<b>Endereço:</b>	Faculdade de Ciências da Saúde, Universidade de Brasília - Campus Darcy Ribeiro
<b>Bairro:</b>	Asa Norte
<b>UF:</b>	DF
<b>Município:</b>	BRASÍLIA
<b>Telefone:</b>	(61)3107-1947
<b>CEP:</b>	70.910-900
<b>E-mail:</b>	cepfsub@gmail.com



Continuação do Parecer: 6.926.497

"Produção de conhecimentos científicos que permitam compreender a influência da utilização de aulas práticas investigativas de Citologia como forma de aprimorar a apreensão de conhecimentos pelos discentes."

**Desfecho Secundário:**

"Produção de uma sequência didática investigativa para aula prática de Citologia, por meio de ciclos investigativos."

"Tamanho da Amostra no Brasil: 50"

**Objetivo da Pesquisa:**

Conforme documento "PB\_INFORMAÇÕES\_BÁSICAS\_DO\_PROJETO\_2213450.pdf", postado em 05/06/2024:

**Objetivo Primário:**

"Analizar a utilização das aulas práticas investigativas de Citologia, como recurso pedagógico otimizador no processo de aprendizagem dos estudantes do ensino médio de uma escola em Palmas/TO."

**Objetivo Secundário:**

"Elaborar dois planos de aula sobre Citologia, um com ênfase em aulas expositivas e outro com foco em aulas práticas, utilizando ciclos investigativos. Desenvolver uma sequência didática investigativa para aulas práticas de Citologia, com o objetivo de facilitar a compreensão dos conceitos fundamentais dessa área de estudo."

**Avaliação dos Riscos e Benefícios:**

Conforme documento "PB\_INFORMAÇÕES\_BÁSICAS\_DO\_PROJETO\_2213450.pdf", postado em 05/06/2024:

**Riscos:**

"Em pesquisas experimentais envolvendo seres humanos, existem diversos riscos potenciais que devem ser considerados. Esses riscos podem variar desde desconforto psicológico até danos físicos. No entanto, nesta pesquisa considerar-se-á que os riscos aos seus participantes e

**Endereço:** Faculdade de Ciências da Saúde, Universidade de Brasília - Campus Darcy Ribeiro

**Bairro:** Asa Norte

**CEP:** 70.910-900

**UF:** DF

**Município:** BRASÍLIA

**Telefone:** (61)3107-1947

**E-mail:** cepfsunb@gmail.com



Continuação do Parecer: 6.926.497

responsáveis serão de gradação mínima, pois conforme previsto em sua metodologia, o experimento não será invasivo e consistirá apenas no diagnóstico de conhecimento atual sobre o tema do estudo e de realização de aulas teóricas e práticas, seguidos de aplicação de questionário com a intenção de captar os níveis de aprendizados obtidos. Dentre os riscos psicológicos se encontram; Constrangimento; Medo de não saber responder ou ser identificado; Estresse; Quebra de Sigilo; Cansaço ou vergonha; Alterações na autoestima. Dentre os riscos de origem física; Lesões e Quedas; A pesquisadora ao realizar as intervenções propostas na pesquisa tomará todos os cuidados para que as atividades desenvolvidas, sejam realizadas com o máximo de cuidado e segurança, visando garantir aos informantes da pesquisa (unidades amostrais) que não sofram danos físicos ou mentais. Para isto, as etapas de coletas de dados e de realização das aulas teóricas e práticas, quando autorizadas pelo CEP via Parecer Consustanciado com status de APROVADO, acontecerão em ambiente seguro (salas de aula da instituição participante), totalmente adequadas para exercício de atividades de ensino, contendo em sua infraestrutura salas de alvenaria totalmente isoladas do som ambiente exterior, com climatização de ambiente, cadeiras escolares adequadas para a acomodação dos participantes da pesquisa, sistema de iluminação, sistema de projeção de material pedagógico, banheiros individuais para meninos e meninas, bebedouros. A pesquisadora também contará com o apoio da instituição no sentido de fornecer suporte docente para a realização das atividades da pesquisa com os participantes, de forma a minimizar a possibilidade de quaisquer danos físicos aos mesmos. Quanto às condutas para evitar danos de ordem psicológica ou emocional, a pesquisadora estruturou cada etapa da pesquisa relacionada diretamente ao experimento e coleta de dados para acontecer em no máximo 50 minutos, com orientações coletivas acerca da realização do experimento e sempre que solicitado, atenderá individualmente aos que requererem. Os participantes não serão reprimidos quanto ao desconhecimento acerca dos temas objeto da pesquisa, nem terão publicamente divulgados, os resultados de suas respostas aos questionários. Os dados resultantes da etapa de coleta de dados serão armazenados em computador pessoal da pesquisadora que possui senha pessoal para acesso e serão armazenados por 05 (cinco) anos, sendo apagados posteriormente. Caso aconteçam durante as atividades de execução do experimento ou de coleta de dados eventos de ordem psicológica ou física, a pesquisadora tomará todas as providências para sua identificação e completa resolução, tomando as medidas necessárias conforme sua natureza. Observa-se que a participação dos participantes na pesquisa deve preceder de sua voluntária adesão e às assinaturas do TCLE por

<b>Endereço:</b>	Faculdade de Ciências da Saúde, Universidade de Brasília - Campus Darcy Ribeiro
<b>Bairro:</b>	Asa Norte
<b>UF:</b>	DF
<b>Município:</b>	BRASILIA
<b>Telefone:</b>	(61)3107-1947
<b>CEP:</b>	70.910-900
<b>E-mail:</b>	cepfsub@gmail.com



Continuação do Parecer: 6.926.497

seus responsáveis e do TALE pelo informante, após prévia explanação da pesquisadora aos componentes deste experimento, garantindo-se ainda que a voluntária participação na pesquisa não interferirá nas atividades e avaliações como discente da escola na qual o experimento será realizado."

#### Benefícios:

"A pesquisadora ao realizar as intervenções propostas na pesquisa tomará todos os cuidados para que as atividades desenvolvidas, sejam realizadas com o máximo de cuidado, visando garantir aos informantes da pesquisa (unidades amostrais) que não sejam submetidos à danos físicos ou mentais. Para isto, as etapas de coletas de dados e de realização das aulas teóricas e práticas, quando autorizadas pelo CEP via Parecer Consustanciado com status de APROVADO, devem preceder às assinaturas do TCLE por seus responsáveis e do TALE pelo informante e acontecer após prévia explanação para os componentes deste experimento que sua participação na pesquisa não interferirá em suas atividades e avaliações curriculares e que os resultados de sua participação serão mantidos em sigilo e terão uso exclusivo para fins de produção acadêmica da pesquisadora."

#### Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Trata-se de projeto de pesquisa de Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em Rede Nacional-PROFBIO, do Instituto de Ciências Biológicas, da Universidade Federal de Brasília da pesquisadora Pollyana Alves Caetano, sob orientação do Dr. Marcos Antônio dos Santos Silva Ferraz.

O projeto visa analisar a utilização das aulas práticas de Citologia como estratégia pedagógica eficiente no ensino de Biologia, uma vez que os alunos terão a oportunidade de manipular substâncias, utilizar equipamentos específicos e realizar técnicas laboratoriais, o que contribui para a compreensão dos conceitos teóricos e o desenvolvimento de habilidades científicas. O planejamento e organização das estratégias pedagógicas serão focadas na abordagem didática do ensino por investigação, que propõe aos estudantes o ensino baseado na resolução de problemas relacionados às temáticas abordadas, de maneira que eles serão protagonistas do seu processo de aprendizagem. Como produção final serão elaborados os cadernos de esboço pelos estudantes durante as aulas práticas e um manual de protocolo para aulas práticas de Citologia.

**Endereço:** Faculdade de Ciências da Saúde, Universidade de Brasília - Campus Darcy Ribeiro

**Bairro:** Asa Norte

**CEP:** 70.910-900

**UF:** DF

**Município:** BRASÍLIA

**Telefone:** (61)3107-1947

**E-mail:** cepfsunb@gmail.com



Continuação do Parecer: 6.926.497

O projeto tem como instituição co-participante o Colégio Estadual Criança Esperança, localizado em Palmas/TO. Esse local foi escolhido por se tratar da Instituição de Ensino no qual a pesquisadora está atualmente lotada e desenvolve suas atividades laborais, além disso, recentemente a escola foi equipada com laboratórios que viabilizarão a realização de todas as etapas da pesquisa proposta neste projeto.

O estudo envolverá a participação de alunos do ensino médio que responderão a questionários antes e depois das atividades da pesquisa. O recrutamento dos sujeitos da pesquisa será por conveniência, portanto, não probabilística e feito por convite a todos os alunos da 2ª série do ensino médio regular da referida Instituição de ensino. Os alunos que aceitarem o convite para participar da pesquisa terão suas características avaliadas de acordo com os critérios de inclusão e de exclusão da pesquisa. O estudo será realizado em 3 etapas:

Etapa 1 - A coleta de dados ocorrerá em sala de aula da escola na qual estão regularmente matriculados em data previamente informada. O grupo de sujeitos da pesquisa será dividido em turmas de no máximo 25 alunos para que esta ação seja realizada de forma confortável e tranquila. O tempo para responder o instrumento será de 50 (cinquenta) minutos, sem estipulação de tempo mínimo para sua realização.

Etapa 2 - Com base nos resultados da etapa 1, será feita a seleção dos conteúdos que serão apresentados aos participantes da pesquisa nas aulas teóricas e práticas durante esta etapa. Após a seleção dos conteúdos temáticos que serão ministrados, a pesquisadora realizará o planejamento e elaboração das aulas expositivas e das aulas práticas para abordar essas temáticas selecionadas, utilizando o ensino por investigação como estratégia pedagógica. Com isso, a pesquisadora deverá preparar dois planos de aula, um para as aulas expositivas e outro para as aulas práticas. As aulas expositivas serão programadas para acontecer em três momentos com intervalo de 01 (uma) semana entre cada exposição. As aulas terão duração de 50 minutos. A apresentação dos conteúdos selecionados na etapa anterior será realizada nos dois primeiros encontros, ficando o terceiro encontro para a aplicação do Questionário estruturado de avaliação PÓS-TESTE, com questões fechadas. As aulas práticas também irão acontecer em 03 (três) encontros, sendo 02 (duas) aulas para realização das atividades laboratoriais, as quais terão sua elaboração embasada em protocolos pré-existentes, ficando o terceiro encontro reservado para a aplicação do Questionário estruturado de avaliação PÓS-TESTE, com questões fechadas. O intervalo de tempo para a realização deste passo

**Endereço:** Faculdade de Ciências da Saúde, Universidade de Brasília - Campus Darcy Ribeiro

**Bairro:** Asa Norte

**CEP:** 70.910-900

**UF:** DF

**Município:** BRASÍLIA

**Telefone:** (61)3107-1947

**E-mail:** cepfsunb@gmail.com



Continuação do Parecer: 6.926.497

metodológico obedecerá ao disposto no parágrafo anterior para a aplicação das aulas expositivas. Espera-se executar um total de 06 (seis) aulas durante o semestre, sendo 02 (duas) aulas expositivas e 02 (duas) aulas práticas e 02 (duas) aulas para aplicação dos questionários. Esses questionários têm como objetivo verificar a compreensão dos alunos em relação aos assuntos abordados e avaliar a percepção de aprendizagem deles utilizando-se diferentes metodologias de ensino. As coletas de dados via instrumento avaliativo pós-intervenções teórica e prática serão realizadas após as aulas serem ministradas, duraram em torno de 50 (cinquenta) minutos sem tempo mínimo para sua realização e serão considerados atividades extracurriculares sem quaisquer vinculações com as composições das notas e demais atividades dos discentes em suas avaliações e atividades curriculares. A pesquisadora enviou termo em que firma o compromisso de que, após aplicação do Questionário estruturado de avaliação diagnóstica e identificação dos conteúdos com maior deficiência conhecimento pelos participantes e elaboração do Questionário estruturado de avaliação PÓS-TESTE a ser aplicado na segunda fase da pesquisa, anteriormente à sua aplicação como instrumento de coleta de dados, será submetido a este CEP para apreciação e emissão de avaliação ética. Com isso, a coleta de dados na segunda fase da pesquisa com o uso do Questionário estruturado de avaliação PÓS-TESTE será realizada apenas após apreciação e emissão de parecer substanciado complementar por este CEP.

**Etapa 3 - Qualitativa:** A pesquisadora também realizará coleta de dados dos sujeitos da pesquisa com a utilização de diário de campo. Nessa estratégia metodológica, anotará informações relativas ao comportamento dos participantes da pesquisa durante as aulas teórica e prática, como envolvimento dos estudantes com as metodologias propostas, interação nos debates, organização dos cadernos de esboços dos estudantes das aulas laboratoriais.

A pesquisa está prevista para ser realizada de março de 2024 a março de 2025, com a coleta dos dados prevista para iniciar em agosto de 2024. A duração da aplicação de questionários é de 6 meses.

A pesquisa tem um orçamento estimado de R\$ 4.110,00, que será financiado com recursos próprios.

<b>Endereço:</b>	Faculdade de Ciências da Saúde, Universidade de Brasília - Campus Darcy Ribeiro
<b>Bairro:</b>	Asa Norte
<b>UF:</b>	DF
<b>Telefone:</b>	(61)3107-1947
<b>CEP:</b>	70.910-900
<b>Município:</b>	BRASILIA
<b>E-mail:</b>	cepfunb@gmail.com



Continuação do Parecer: 6.926.497

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

Documentos acrescentados ao processo e avaliados para emissão deste parecer:

1. "PB\_INFORMAÇÕES\_BÁSICAS\_DO\_PROJETO\_2213450.pdf", postado em 05/06/2024.
2. Carta de Resposta às Pendências: "CARTA\_\_DE\_\_RESPOSTAS\_\_AS\_\_PENDENCIAS\_\_CEP.docx" e "CARTA\_\_DE\_\_RESPOSTAS\_\_AS\_\_PENDENCIAS.pdf", postados em 03/06/2024.
3. TCLE: "TCLE\_\_3CORRIGIDO.pdf", postado em 03/06/204.
4. Projeto detalhado: "TCMPED3.pdf" e "TCMPED3.docx", postados em 31/05/2024.
5. Instrumento de coleta de dados: "PRE.pdf", postado em 31/05/2024.
6. Cronograma: "CRONOGRAMAMOD.pdf", postado em 31/05/2024.
7. Termo de Assentimento: "TALE\_\_3CORRIGIDO.pdf", postado em 03/06/2024.

#### **Recomendações:**

Não se aplicam.

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

Análise das respostas às pendências apontadas no Parecer Consustanciado No. 6.858.523:

##### 1. Quanto ao cronograma:

Conforme documento "CRONOGRAMA\_\_CORRIGIDA.pdf", postado em 25/04/2024, a coleta de dados está prevista para ser iniciada em maio de 2024. Solicita-se atualizar o cronograma prevendo o início da pesquisa para período posterior à aprovação pelo CEP. Ressalta-se que cabe ao pesquisador responsável aguardar a decisão de aprovação ética, antes de iniciar a pesquisa (Res. CNS 466/2012, item XI.2.a). Tal modificação deverá ser realizada no documento referente ao cronograma e no Projeto Básico da Plataforma Brasil.

RESPOSTA: "O arquivo do cronograma foi alterado conforme solicitado e a coleta de dados foi alterada para iniciar em agosto/2024 e ser concluída em outubro/2024.

Para esta situação, foi incluído na página 12 da seção 4.2. Coleta de dados: A coleta de dados a ser realizada conforme deste projeto, terá início no mês de agosto/2024, desde que tenha Parecer Consustanciado com status de APROVADO pelo CEP e se encerrará em outubro/2024, distinguirá estratégias voltadas para a fase quantitativa da pesquisa e para a qualitativa, podendo para as distintas metodologias, acontecer simultaneamente.

ANÁLISE: O cronograma foi atualizado com início da coleta de dados em agosto de 2024, conforme documento "CRONOGRAMAMOD.pdf", postado em 31/05/2024, e no Projeto Básico da

**Endereço:** Faculdade de Ciências da Saúde, Universidade de Brasília - Campus Darcy Ribeiro

**Bairro:** Asa Norte

**CEP:** 70.910-900

**UF:** DF

**Município:** BRASÍLIA

**Telefone:** (61)3107-1947

**E-mail:** cepfsunb@gmail.com



Continuação do Parecer: 6.926.497

Plataforma Brasil.

PENDÊNCIA ATENDIDA

2. Quanto ao questionário "PRE\_TESTE.pdf":

Solicita-se remover o nome do aluno ou utilizar outra estratégia de identificação (código, número de matrícula ou outro) para garantir o anonimato dos dados coletados.

RESPOSTA: 'O campo nome do aluno foi modificado, sendo seu texto original substituído por "MATRÍCULA".'

ANÁLISE: O nome do aluno foi alterado, conforme documento "PRE.pdf", postado em 31/05/2024.

PENDÊNCIA ATENDIDA

3. Quanto ao TCLE:

3.1 Solicita-se trocar, sob o local de assinatura, o termo "Participante da pesquisa" por "Responsável pelo participante de pesquisa", já que será ele quem irá assinar o TCLE.

RESPOSTA: 'O termo "Participante da pesquisa" no TCLE foi substituído por Responsável pelo Participante de Pesquisa.'

ANÁLISE: A alteração foi realizada no TCLE, conforme documento "TCLE\_3CORRIGIDO.pdf", postado em 03/06/204.

PENDÊNCIA ATENDIDA

3.2 Solicita-se explicitar as formas de minimizar os riscos.

RESPOSTA: "Foi inserido no TCLE o seguinte texto:

Como forma de reduzir a ocorrência de dados físicos e emocionais ao seu tutelado, a pesquisadora tomará todos os cuidados durante a participação dele e realizará as seguintes estratégias para minimizar os riscos: *à* ao realizar as intervenções propostas na pesquisa tomará todos os cuidados para que as atividades desenvolvidas, sejam realizadas com o máximo de cuidado e segurança, visando garantir a você que não sofra quaisquer danos físicos ou mentais.

*à* a participação de seu tutelado na pesquisa acontecerá em ambiente seguro (salas de aula da instituição participante), totalmente adequado para exercício de atividades de ensino, contendo em sua infraestrutura salas de alvenaria totalmente isoladas do som ambiente exterior, com climatização de ambiente, cadeiras escolares adequadas para sua acomodação,

**Endereço:** Faculdade de Ciências da Saúde, Universidade de Brasília - Campus Darcy Ribeiro

**Bairro:** Asa Norte

**CEP:** 70.910-900

**UF:** DF

**Município:** BRASÍLIA

**Telefone:** (61)3107-1947

**E-mail:** cepfsunb@gmail.com



Continuação do Parecer: 6.926.497

sistema de iluminação, sistema de projeção de material pedagógico, banheiros individuais para meninos e meninas e bebedouros.

¿ Seu tutelado receberá total apoio da instituição coparticipante (Colégio Estadual Criança Esperança ) que fornecerá suporte profissional em todos os momentos de sua participação nas atividades da pesquisa, de forma de minimizar a possibilidade de quaisquer danos físicos.

¿ Quanto às condutas para evitar danos de ordem psicológica ou emocional, a participação de seu tutelado na pesquisa estará relacionada diretamente ao seu teor conceitual na qual ele assistirá a 01 (uma) aula teórica, 01 (uma) aula laboratorial e responderá a questionários de múltipla escolha sobre o que foi lecionado, onde cada atividade durará no máximo 50 minutos.

¿ Você receberá orientações detalhadas acerca da participação de seu tutelado na pesquisa, sempre será informado por telefone sobre data e horário da participação de seu tutelado na pesquisa, bem como, será informado por telefone sobre o horário de encerramento de cada atividade na qual seu tutelado estiver presente, além disso, sempre que solicitar, será atendido individualmente para tratar da participação de seu filho na pesquisa.

¿ Haverá possibilidades de seu tutelado ser recriminado quanto ao seu nível de conhecimento acerca dos temas da pesquisa. Os dados coletados durante a participação do seu tutelado na pesquisa serão armazenados em pasta protegida por senha pessoal em computador portátil da pesquisadora, também protegido por senha pessoal.

¿ Os questionários que seu tutelado responder e as anotações referentes à participação dele na pesquisa, da mesma forma que os arquivos digitais no computador da pesquisadora não terão identificação de nome do seu tutelado, apenas das iniciais do nome dele e funcionarão como código para a pesquisadora se referir aos dados dele.

¿ Os resultados individuais da participação de seu tutelado não serão publicamente divulgados, mas poderão ser informados a você, caso tenha interesse e solicite. Serão publicadas apenas as informações obtidas após as análises dos dados de todos os participantes da pesquisa."

**ANÁLISE:** As alterações foram realizadas no TCLE, conforme documento "TCLE\_3CORRIGIDO.pdf", postado em 03/06/204.

#### PENDÊNCIA ATENDIDA

3.3 Sugere-se rever a digitação do TCLE, pois apresenta alguns erros de ortografia e formatação.

**RESPOSTA:** "A revisão ortográfica e de formatação do TCLE foram realizadas."

**ANÁLISE:** As alterações foram realizadas no TCLE, conforme documento "TCLE\_3CORRIGIDO".

**Endereço:** Faculdade de Ciências da Saúde, Universidade de Brasília - Campus Darcy Ribeiro

**Bairro:** Asa Norte

**CEP:** 70.910-900

**UF:** DF

**Município:** BRASÍLIA

**Telefone:** (61)3107-1947

**E-mail:** cepfsunb@gmail.com



Continuação do Parecer: 6.926.497

pdf", postado em 03/06/204.

#### PENDÊNCIA ATENDIDA

##### 4. Quanto ao TALE:

4.1 Solicita-se descrever os riscos e descrever detalhadamente as formas de minimizá-los, tal como será feito no TCLE.

**RESPOSTA:** "Foi inserido no tale o texto abaixo informando ao participante da pesquisa sobre as estratégias utilizadas pela pesquisadora para minimizar os riscos de sua participação na pesquisa Estratégias para minimizar os riscos de sua participação na pesquisa: A pesquisadora ao realizar as intervenções propostas na pesquisa tomará todos os cuidados para que as atividades desenvolvidas, sejam realizadas com o máximo de cuidado e segurança, visando garantir a você que não sofra quaisquer danos físicos ou mentais.

Para isso, sua participação na pesquisa acontecerá em ambiente seguro (salas de aula da instituição participante), totalmente adequadas para exercício de atividades de ensino, contendo em sua infraestrutura salas de alvenaria totalmente isoladas do som ambiente exterior, com climatização de ambiente, cadeiras escolares adequadas para sua acomodação, sistema de iluminação, sistema de projeção de material pedagógico, banheiros individuais para meninos e meninas e bebedouros.

Você também estará apoiado pela instituição coparticipante (Colégio Estadual Criança Esperança) que fornecerá suporte profissional em todos os momentos de sua participação nas atividades da pesquisa, como forma de minimizar a possibilidade de quaisquer danos físicos. Caso, mesmo assim lhe aconteçam quaisquer danos físicos, a pesquisadora tomará todas as providências para cuidar de você, incluindo cuidados médicos em unidade pública de saúde.

Quanto às condutas para evitar danos de ordem psicológica ou emocional, a sua participação na pesquisa estará relacionada diretamente ao seu teor conceitual na qual você assistirá a 01 (uma) aula teórica, 01 (uma) aula laboratorial e responderá a questionários de múltipla escolha sobre o que foi lecionado. Cada atividade da qual participará terá duração máxima de 50 minutos.

Você receberá orientações detalhadas acerca de sua participação e sempre que solicitar, será atendido individualmente.

Haverá possibilidades mínimas de você ser recriminado quanto ao seu nível de conhecimento acerca dos temas da pesquisa. Os dados coletados durante sua participação na pesquisa serão

**Endereço:** Faculdade de Ciências da Saúde, Universidade de Brasília - Campus Darcy Ribeiro

**Bairro:** Asa Norte

**CEP:** 70.910-900

**UF:** DF

**Município:** BRASÍLIA

**Telefone:** (61)3107-1947

**E-mail:** cepfsunb@gmail.com



Continuação do Parecer: 6.926.497

armazenados em pasta protegida por senha pessoal em computador portátil da pesquisadora, também protegido por senha pessoal. Os questionários que você responder e as anotações referentes à sua participação na pesquisa, da mesma forma que os arquivos digitais no computador da pesquisadora não terão identificação de seu nome, apenas das iniciais de seu nome que funcionarão como código para a pesquisadora se referir aos seus dados.

Os resultados individuais de sua participação não serão publicamente divulgados, mas poderão ser informados a você, caso tenha interesse e solicite. Serão publicadas apenas as informações obtidas após as análises dos dados de todos os participantes da pesquisa."

**ANÁLISE:** As alterações foram realizadas no TALE, conforme documento "TALE\_3CORRIGIDO.pdf", postado em 03/06/2024.

**PENDÊNCIA ATENDIDA.**

4.2 Sugere-se rever a digitação do TALE, pois apresenta alguns erros de ortografia e formatação.

**RESPOSTA:** "O TALE foi revisado e as incorreções ortográficas e de formatação foram ajustadas."

**ANÁLISE:** As alterações foram realizadas no TALE, conforme documento "TALE\_3CORRIGIDO.pdf", postado em 03/06/2024.

**PENDÊNCIA ATENDIDA**

5. Sobre a aplicação dos questionários:

Solicita-se que outro pesquisador ou professor da escola faça o convite aos estudantes para participar da pesquisa, a fim de evitar a coação por parte do professor.

**RESPOSTA:** "Para esta situação, foi incluído na página 12 da seção 4.1. Participantes da pesquisa, amostra e amostragem o seguinte parágrafo. Para evitar que os alunos se sintam coagidos a participar da pesquisa, visto que a pesquisadora também é docente na Instituição coparticipante e local de realização da coleta de dados, o convite aos discentes será realizado por uma professora servidora da escola que não estará diretamente envolvida com a pesquisa. Desta forma, assegura-se a imparcialidade e voluntariedade na participação dos alunos, garantindo que a coleta de dados ocorra de maneira ética e respeitosa."

**ANÁLISE:** A informação foi acrescentada no projeto detalhado, conforme documento "TCMPED3.pdf", postado em 31/05/2024.

**PENDÊNCIA ATENDIDA**

**Endereço:** Faculdade de Ciências da Saúde, Universidade de Brasília - Campus Darcy Ribeiro

**Bairro:** Asa Norte

**CEP:** 70.910-900

**UF:** DF

**Município:** BRASÍLIA

**Telefone:** (61)3107-1947

**E-mail:** cepfsunb@gmail.com



Continuação do Parecer: 6.926.497

6. Solicita-se substituir o termo "sujeito de pesquisa" por "participante de pesquisa" ao longo do texto (Res. CNS 466/2012, item II.10). Tal modificação deverá ser realizada no projeto detalhado e no Projeto Básico da Plataforma Brasil.

**RESPOSTA:** "Foram realizadas as seguintes alterações de sujeito(s) da pesquisa para Participante(s) da pesquisa nas seguintes páginas do projeto de pesquisa:

Página 11 primeiro parágrafo da metodologia

Página 11 segundo parágrafo da metodologia

Página 11 terceiro parágrafo da metodologia

Página 11 subseção 4.1. Sujeitos da pesquisa, amostra e amostragem na página foi substituído por 4.1.

Participantes da pesquisa, amostra e amostragem

Página 11 último parágrafo da metodologia

Página 12 primeiro parágrafo da subseção 4.2. Critérios de Inclusão e de exclusão

Página 13 último parágrafo da subseção 4.3.1 Etapa 1

Páginas 14 e 15 penúltimo parágrafo da subseção 4.2.2 Etapa 2

Página 15 primeiro parágrafo da subseção 4.2.3 Etapa 3

Página 16 primeiro parágrafo da subseção 4.3.1 Análise quantitativa dos dados

Página 16 primeiro parágrafo da subseção 4.3.2 Análise qualitativa dos dados

Página 18 terceiro e quarto parágrafos da seção 5 COMPROVAÇÃO DE QUE OS ASPECTOS ÉTICOS E/OU AMBIENTAIS SERÃO DEVIDAMENTE CONSIDERADOS.

Página 18 no texto que descreve o princípio da autonomia

Página 18 no texto que descreve o princípio Da Não-maleficência

Página 19 no texto que descreve o princípio Da Justiça:

Página 21 no último parágrafo referente à subseção 5.1.1 Dos riscos

**ANÁLISE:** As substituições foram realizadas no projeto detalhado, conforme documento "TCMPED3.pdf", postado em 31/05/2024.

**PENDÊNCIA ATENDIDA**

Todas as Pendências foram atendidas. Não foram observados óbices éticos.

Protocolo de pesquisa em conformidade com as Resolução CNS 466/2012, 510/2016 e complementares.

**Endereço:** Faculdade de Ciências da Saúde, Universidade de Brasília - Campus Darcy Ribeiro

**Bairro:** Asa Norte

**CEP:** 70.910-900

**UF:** DF

**Município:** BRASÍLIA

**Telefone:** (61)3107-1947

**E-mail:** cepfsunb@gmail.com



Continuação do Parecer: 6.926.497

**Considerações Finais a critério do CEP:**

Conforme a Resolução CNS 466/2012, itens X.1.- 3.b. e XI.2.d, os pesquisadores responsáveis devem apresentar relatórios parciais semestrais, contados a partir da data de aprovação do protocolo de pesquisa; e um relatório final do projeto de pesquisa, após a conclusão da pesquisa.

**Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:**

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇOES_BASICAS_DO_PROJECTO_2213450.pdf	05/06/2024 22:37:36		Aceito
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇOES_BASICAS_DO_PROJECTO_2213450.pdf	03/06/2024 16:23:13		Aceito
Outros	CARTA_DE_RESPONTAS_AS_PENDENCIAS_CEP.docx	03/06/2024 16:21:44	POLLYANA ALVES CAETANO	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE_3CORRIGIDO.pdf	03/06/2024 16:18:33	POLLYANA ALVES CAETANO	Aceito
Outros	CARTA_DE_RESPONTAS_AS_PENDENCIAS.pdf	03/06/2024 16:16:11	POLLYANA ALVES CAETANO	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TALE_3CORRIGIDO.pdf	03/06/2024 16:15:38	POLLYANA ALVES CAETANO	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	TCMPED3.pdf	31/05/2024 23:55:01	POLLYANA ALVES CAETANO	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	TCMPED3.docx	31/05/2024 23:54:44	POLLYANA ALVES CAETANO	Aceito
Outros	PRE.pdf	31/05/2024 23:26:00	POLLYANA ALVES CAETANO	Aceito
Outros	CRONOGRAMAMOD.pdf	31/05/2024 23:16:51	POLLYANA ALVES CAETANO	Aceito
Outros	CRONOGRAMA_CORRIGIDA.pdf	25/04/2024 11:40:03	POLLYANA ALVES CAETANO	Aceito
Outros	CARTA_RESPONTE_FOLHAROSTO_a ssinado.pdf	23/04/2024 14:00:43	POLLYANA ALVES CAETANO	Aceito
Outros	TERMO_PROPONENTE.docx	23/04/2024 13:42:30	POLLYANA ALVES CAETANO	Aceito

**Endereço:** Faculdade de Ciências da Saúde, Universidade de Brasília - Campus Darcy Ribeiro

**Bairro:** Asa Norte

**CEP:** 70.910-900

**UF:** DF

**Município:** BRASILIA

**Telefone:** (61)3107-1947

**E-mail:** cepfsunb@gmail.com



Continuação do Parecer: 6.926.497

Outros	TERMO_assinado.pdf	23/04/2024 13:31:38	POLLYANA ALVES CAETANO	Aceito
Outros	TERMO_COPARTICIPACAO.docx	16/04/2024 13:00:40	POLLYANA ALVES CAETANO	Aceito
Outros	CARTA_ENCABINHAMENTO.docx	16/04/2024 12:58:36	POLLYANA ALVES CAETANO	Aceito
Outros	TERMO_DE_RESPONSABILIDADE_E_COMPROMISSO_DO_PESQUISADOR_RESPONSAVEL.docx	16/04/2024 12:56:51	POLLYANA ALVES CAETANO	Aceito
Outros	TALE_CORRIGIDO.pdf	16/04/2024 12:49:52	POLLYANA ALVES CAETANO	Aceito
Folha de Rosto	FRCEP.pdf	16/04/2024 12:25:11	POLLYANA ALVES CAETANO	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE_CORRIGIDO.pdf	16/04/2024 12:24:04	POLLYANA ALVES CAETANO	Aceito
Outros	TALE_assinado.pdf	14/04/2024 18:33:08	POLLYANA ALVES CAETANO	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE_FINAL_CORRIGIDO_assinado.pdf	14/04/2024 18:32:31	POLLYANA ALVES CAETANO	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	CEP_PROJETO_DE_PESQUISA_POLL YANA_CAETANO.pdf	14/04/2024 17:07:35	POLLYANA ALVES CAETANO	Aceito
Outros	PRE_TESTE.pdf	14/04/2024 14:33:14	POLLYANA ALVES CAETANO	Aceito
Outros	TERMO_DE_COMPROMISSO_DE_SU BMISSAO_COMPLEMENTAR_assinado. pdf	14/04/2024 14:31:43	POLLYANA ALVES CAETANO	Aceito
Outros	TERMO_RESPONSABILIDADE.pdf	14/04/2024 14:21:08	POLLYANA ALVES CAETANO	Aceito
Outros	CARTA_ENCABINHAMENTO.pdf	14/04/2024 14:19:26	POLLYANA ALVES CAETANO	Aceito
Outros	TERMO_COPARTICIPACAO_assinado. pdf	14/04/2024 14:15:13	POLLYANA ALVES CAETANO	Aceito
Declaração de concordância	TERMO_PROPONENTE.pdf	14/04/2024 14:13:57	POLLYANA ALVES CAETANO	Aceito
Outros	CURRICULO_POLLYANA.pdf	14/04/2024 14:08:25	POLLYANA ALVES CAETANO	Aceito
Cronograma	CRONOGRAMA.pdf	14/04/2024 13:55:34	POLLYANA ALVES CAETANO	Aceito
Outros	CV_Lattes_MarcosFerraz.pdf	11/04/2024 22:09:28	Marcos Antonio dos Santos Silva Ferraz	Aceito
Folha de Rosto	FRCEP.pdf	28/03/2024	POLLYANA ALVES	Aceito

**Endereço:** Faculdade de Ciências da Saúde, Universidade de Brasília - Campus Darcy Ribeiro

**Bairro:** Asa Norte

**CEP:** 70.910-900

**UF:** DF

**Município:** BRASILIA

**Telefone:** (61)3107-1947

**E-mail:** cepfsunb@gmail.com



Continuação do Parecer: 6.926.497

Folha de Rosto	FRCEP.pdf	14:02:40	CAETANO	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE.pdf	24/03/2024 20:46:34	POLLYANA ALVES CAETANO	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	TCM.pdf	24/03/2024 20:46:22	POLLYANA ALVES CAETANO	Aceito
Cronograma	CRONOGRAMA.pdf	24/03/2024 20:44:09	POLLYANA ALVES CAETANO	Aceito

**Situação do Parecer:**

Aprovado

**Necessita Apreciação da CONEP:**

Não

BRASILIA, 02 de Julho de 2024

---

**Assinado por:**  
**Cristiane Tomaz Rocha**  
**(Coordenador(a))**

<b>Endereço:</b> Faculdade de Ciências da Saúde, Universidade de Brasília - Campus Darcy Ribeiro	
<b>Bairro:</b> Asa Norte	<b>CEP:</b> 70.910-900
<b>UF:</b> DF	<b>Município:</b> BRASILIA
<b>Telefone:</b> (61)3107-1947	<b>E-mail:</b> cepfsunb@gmail.com