

UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS DA VIDA – ICV
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE BIOLOGIA EM REDE NACIONAL

Celso Evaldt

**Aplicação de Sequências Didáticas Investigativas e a construção de diferentes Modelos
Estruturais no ensino de Biologia Celular**

Governador Valadares – MG

2025

Celso Evaldt

Aplicação de Sequências Didáticas Investigativas e a construção de diferentes Modelos Estruturais no ensino de Biologia Celular

Dissertação apresentada ao Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em Rede Nacional – PROFBIO, Universidade Federal de Juiz de Fora, Instituto de Ciências da Vida – ICV, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ensino de Biologia.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Fernanda Souza de Oliveira Assis

Governador Valadares – MG

2025

Ficha catalográfica elaborada através do programa de geração automática da Biblioteca Universitária da UFJF, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

Evaldt, Celho .

Aplicação de sequências didáticas investigativas e a construção de diferentes modelos estruturais no ensino de biologia celular / Celho Evaldt. -- 2025.

104 p. : il.

Orientadora: Fernanda Souza de Oliveira Assis

Dissertação (mestrado profissional) - Universidade Federal de Juiz de Fora, Campus Avançado de Governador Valadares, Instituto de Ciências da Vida - ICV. Programa de Pós-Graduação em Ensino de Biologia em Rede Nacional, 2025.

1. biologia celular. 2. aulas práticas. 3. modelos estruturais. I. Assis, Fernanda Souza de Oliveira , orient. II. Título.

Celso Evaldt

Aplicação de seqüências didáticas investigativas e construção de diferentes modelos estruturais no ensino de Biologia Celular

Dissertação
apresentada ao
Mestrado
Profissional em
Ensino de Biologia
da Universidade
Federal de Juiz de
Fora como requisito
parcial à obtenção do
título de Mestre em
Ensino de Biologia.
Área de
concentração:
Ensino de Biologia.

Aprovada em 29 de maio de 2025.

BANCA EXAMINADORA

Profa. Dra. Fernanda Souza de Oliveira Assis - Orientadora
Universidade Federal de Juiz de Fora

Profa. Dra. Maria Gabriela Parenti Bicalho
Universidade Federal de Juiz de Fora

Profa. Dra. Fernanda Henrique Lyra Assis
Universidade Vale do Rio Doce

Juiz de Fora, 13/05/2025.



Documento assinado eletronicamente por **Fernanda Souza de Oliveira Assis, Servidor(a)**, em 29/05/2025, às 15:24, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Fernanda Henrique Lyra de Assis, Técnico Administrativo em Educação**, em 30/05/2025, às 12:48, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Maria Gabriela Parenti Bicalho, Professor(a)**, em 02/06/2025, às 06:46, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no Portal do SEI-Ufjf (www2.ufjf.br/SEI) através do ícone Conferência de Documentos, informando o código verificador **2392126** e o código CRC **4A819D8A**.

RELATO DO MESTRANDO

Nasci em Mantena, Minas Gerais, mas toda a minha vida foi construída em Barra de São Francisco, Espírito Santo. Foi aqui que cresci, estudei e comecei a trilhar os caminhos que me levariam à docência — profissão que, hoje, carrego com orgulho e profundo senso de missão.

Minha afinidade com a Biologia surgiu ainda na adolescência, motivada pela curiosidade sobre os processos da vida e pelo desejo de compreender o funcionamento do corpo humano e da natureza. Ao concluir o ensino médio, iniciei o curso de Bacharelado em Ciências Biológicas no Centro Universitário Newton Paiva, em Belo Horizonte. Contudo, por razões pessoais e familiares, retornei à minha cidade natal e, com maturidade e foco no meu propósito, optei por fazer a transferência para o curso de Licenciatura, redirecionando minha formação para a área da educação.

Essa mudança foi mais do que uma adequação curricular: foi uma decisão que resgatou minha identidade e meu compromisso com a educação pública. Como professor em Barra de São Francisco, atuei em diferentes instituições e contextos, aprendendo a lidar com realidades desafiadoras e descobrindo que, mesmo com recursos limitados, é possível promover aprendizagens potentes quando há criatividade, sensibilidade e escuta ativa dos estudantes.

Foi com esse espírito inquieto que, em 2023, ingressei no Mestrado Profissional em Ensino de Biologia (PROFBIO), da Universidade Federal de Juiz de Fora – Campus Governador Valadares. O programa ampliou minha visão sobre o ensino de Biologia e me permitiu refletir criticamente sobre minha própria prática docente. No PROFBIO, participei ativamente das Atividades de Aplicação de Sala de Aula (AASA), que incluíram leituras dirigidas, atividades práticas e reflexões coletivas que fortaleceram meu repertório didático e metodológico.

Durante o mestrado, desenvolvi uma proposta de ensino baseada em sequências didáticas investigativas com construção de modelos estruturais para o ensino de Biologia Celular. Essa pesquisa nasceu da realidade concreta enfrentada por muitas escolas públicas: a ausência de laboratórios e materiais adequados. Por meio de materiais acessíveis e recicláveis, como palitos e papelão, foi possível estimular o pensamento científico, a visualização de estruturas celulares e a autonomia intelectual dos estudantes.

A aplicação da proposta pedagógica foi realizada com turmas do ensino médio e os resultados demonstraram avanços significativos na aprendizagem, tanto nos dados obtidos

por meio dos testes aplicados quanto nas observações qualitativas: alunos mais engajados, mais participativos e com maior apropriação dos conceitos científicos.

Além da pesquisa, participei da II Mostra Nacional de Educação em Ciências da Vida, um momento de diálogo com outras realidades educacionais e de fortalecimento da minha identidade como pesquisador-professor.

Hoje, ao concluir este ciclo formativo, celebro não apenas um título, mas a consolidação de uma caminhada construída com esforço, apoio coletivo e paixão pela educação. Continuo acreditando que é possível transformar realidades por meio da ciência, do afeto e da educação comprometida com o bem comum. E é com essa certeza que sigo em frente, como educador e aprendiz, firme em meu propósito de contribuir com uma escola pública mais justa, criativa e significativa.

AGRADECIMENTOS

A Deus, elevo minha mais profunda gratidão. Em Sua presença encontrei amparo nos momentos mais solitários, consolo nas horas de cansaço e sabedoria diante das incertezas. Quando os dias se tornaram pesados e o caminho obscuro, foi Ele quem me sustentou, renovando minhas forças e acalmando meu espírito. Esta conquista é também fruto da fé que me acompanhou em silêncio, alimentando minha esperança e me fazendo acreditar, todos os dias, que era possível continuar.

À minha família, meu verdadeiro porto seguro, a base sobre a qual construí cada etapa desta caminhada. À minha mãe, Denira, mulher de fé e coragem, cujo amor e ensinamentos ecoam em tudo que sou. Ao meu pai, Rodolfo (*in memoriam*), cuja ausência física jamais apagará a presença constante em minha memória e em meu coração. Sua sabedoria silenciosa e seu exemplo continuam guiando meus passos.

À minha irmã, Raquel, que com sua generosidade e apoio incondicional foi presença firme em todos os momentos. Aos meus queridos sobrinhos, Levi e Vitória, minha inspiração cotidiana, que com suas presenças doces e alegres me lembraram da beleza do afeto e da simplicidade da vida.

Aos docentes do PROFBIO, agradeço profundamente pela partilha generosa do saber e pela condução humanizada do processo formativo. De forma especial, registro meu reconhecimento à minha orientadora, Profa. Dra. Fernanda Souza de Oliveira Assis, cuja escuta atenta, paciência e sensibilidade foram além do papel acadêmico. Seu compromisso com minha formação e sua capacidade de enxergar além das páginas escritas fizeram toda a diferença neste percurso.

Aos colegas de curso, que se tornaram amigos e companheiros de resistência e esperança, minha eterna gratidão. Em meio a tantas incertezas, foram suas palavras, escuta e partilha que me lembraram do valor da caminhada coletiva. Mesmo sem nomeá-los, cada um ocupa um lugar permanente na minha história.

Agradeço sinceramente aos avaliadores que acompanharam com zelo a construção deste trabalho, desde as primeiras etapas até a banca de qualificação. Suas intervenções foram fundamentais para ampliar meu olhar acadêmico e aprimorar a pesquisa em cada detalhe.

À equipe da EEEFM Governador Lindenberg, minha gratidão pelo acolhimento, parceria e incentivo constantes. Aos estudantes envolvidos, meu agradecimento especial pela entrega, curiosidade e compromisso com o processo de aprendizagem — vocês são o coração deste projeto.

Aos amigos que compreenderam minhas ausências, que torceram em silêncio, que acolheram meus silêncios e vibraram com minhas conquistas, deixo aqui meu afeto e reconhecimento.

Ao Programa de Mestrado Profissional em Ensino de Biologia — PROFBIO, minha gratidão pela oportunidade que transformou um sonho em realidade e abriu caminhos que vão além do conhecimento técnico — caminhos de sentido, pertencimento e transformação.

Agradeço profundamente a todos que, direta ou indiretamente, tornaram possível a concretização desta conquista.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) - Brasil - Código de Financiamento 001, a quem devo sinceros agradecimentos.

RESUMO

A observação das células reflete certa complexidade, principalmente por serem microscópicas. Por isso, seu estudo muitas vezes torna-se fascinante, despertando grande interesse nos estudantes. No Ensino Médio, de acordo com a Base Nacional Comum Curricular e o currículo do estado do Espírito Santo, a Biologia Celular permeia o eixo temático “Vida e evolução”. Contudo, um dos fatores que limita o ensino da Biologia Celular consiste na dificuldade ou até mesmo na impossibilidade de ministrar aulas práticas, seja pela ausência de laboratório e/ou equipamentos na escola. De acordo com o Censo Escolar realizado no Brasil em 2018 pelo Inep, apenas 37,5% das escolas estaduais possuíam laboratório de ciências. Diante destas observações, o presente estudo tem como objetivo principal promover, por meio do ensino investigativo, a aprendizagem dos estudantes a partir da elaboração de modelos estruturais para o ensino de Biologia Celular na Educação Básica. Para preparação dos modelos, foram utilizados materiais alternativos e recicláveis como estratégia de ensino. Este estudo foi aplicado na Escola Estadual de Ensino Fundamental e Médio Governador Lindenberg, situada no município de Barra de São Francisco-ES. Foram convidados 30 alunos do Ensino Médio regular para participar da pesquisa. Com a aplicação deste estudo, constatou-se que, por meio do ensino investigativo, com a elaboração dos modelos estruturais, os estudantes conseguiram assimilar melhor os conteúdos abordados, o que contribuiu para uma aprendizagem significativa, colocando os alunos como partícipes da construção do conhecimento. Ainda, o uso de modelos estruturais pode minimizar os efeitos negativos da ausência de laboratórios de ciências ou equipamentos adequados nas escolas, propiciando experiências práticas aos alunos.

Palavras-chave: Biologia celular. Aulas práticas. Modelos Estruturais.

ABSTRACT

The observation of cells reflects a certain complexity, mainly because they are microscopic. For this reason, their study often becomes fascinating, arousing great interest in students. In high school, according to the National Common Core Curriculum and the curriculum of the state of Espírito Santo, Cell Biology permeates the thematic axis “Life and Evolution”. However, one of the factors that limits the teaching of Cell Biology is the difficulty or even impossibility of teaching practical classes, either due to the lack of a laboratory and/or equipment in the school. According to the School Census carried out in Brazil in 2018 by Inep, only 37.5% of state schools had a science laboratory. Given these observations, the main objective of this study is to promote, through investigative teaching, student learning based on the development of structural models for teaching Cell Biology in Basic Education. To prepare the models, alternative and recyclable materials were used as a teaching strategy. This study was carried out at the Governador Lindenberg State Elementary and Secondary School, located in the municipality of Barra de São Francisco-ES. Thirty students of regular high school were invited to take part in the research. This study showed that through investigative teaching and the development of structural models, the students were better able to assimilate the content covered, which contributed to meaningful learning, making the students participants in the construction of knowledge. Furthermore, the use of structural models can minimize the negative effects of the lack of science laboratories or adequate equipment in schools, providing students with practical experiences.

Keywords: Cell biology. Practical lessons; Structural models.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Disponibilidade (%) de recursos relacionados à infraestrutura nas escolas públicas e privadas de Ensino Médio no Brasil	17
Figura 2 - Apresentação da temática desenvolvida ao longo da SDI	43
Figura 3 - Modelos estruturais em construção	44
Figura 4 - Apresentação da temática desenvolvida ao longo da SDI	45
Figura 5 - Modelos estruturais em construção	47
Figura 6 - Modelos estruturais finalizados	48
Figura 7 - Modelos estruturais em construção	49
Figura 8 - Modelos estruturais em construção	51
Figura 9 - Modelos estruturais finalizados	51

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Professor (a), as aulas práticas fazem parte da sua rotina de ensino?.....	36
Gráfico 2 - A escola em que trabalha possui laboratório para realização de aulas práticas/experimentos?.....	37
Gráfico 3 - Localização da Escola: zona rural ou zona urbana	38
Gráfico 4 - Como é a jornada de tempo na escola em que leciona?.....	39
Gráfico 5 - Distribuição das Preferências Temáticas entre os Participantes (n = 10).....	39

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Localização das escolas onde atuam os professores colaboradores da pesquisa...	36
Tabela 2 - Avaliação aplicada aos estudantes participantes da pesquisa	54

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

BNCC	Base Nacional Comum Curricular
ENEM	Exame Nacional do Ensino Médio
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
INEP	Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira
LDB	Lei de Diretrizes e Bases
LDBEN	Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional
PCN	Parâmetros Curriculares Nacionais
PCNEF	Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Fundamental
PCNEM	Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio
MEC	Ministério da Educação
SD	Sequência Didática
SDI	Sequência Didática Investigativa
SEI	Sequências de Ensino Investigativo
UFJF	Universidade Federal de Juiz de Fora

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
2 REFERENCIAL TEÓRICO	14
2.1 O ENSINO DE BIOLOGIA NA EDUCAÇÃO BÁSICA: ALGUMAS REFLEXÕES	14
2.2 A IMPORTÂNCIA DO ENSINO POR INVESTIGAÇÃO NO PROCESSO DE APRENDIZAGEM.....	19
2.3 O USO DE MODELOS ESTRUTURAIS NO ENSINO DE BIOLOGIA CELULAR.	21
2.4 ENSINO POR INVESTIGAÇÃO EM BIOLOGIA	23
3 OBJETIVOS	25
3.1 OBJETIVO GERAL	25
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	25
4 METODOLOGIA	26
4.1 <i>LOCUS</i> DA PESQUISA	26
4.2 SUJEITOS DA PESQUISA.....	26
4.3 CARACTERIZAÇÃO DA METODOLOGIA E DOS PROCEDIMENTOS	27
4.3.1 Aplicação de um Quiz para professores de Biologia	29
4.3.2 Aplicação de sequências didáticas	29
5 RESULTADOS E DISCUSSÕES	35
5.1 RESULTADOS OBTIDOS: QUIZ.....	36
5.2 RESULTADOS: SEQUÊNCIAS DIDÁTICAS	40
5.2.1 Sequência Didática I – Tipos e Funções das Principais Moléculas e Macromoléculas nas Células (Lipídios, Proteínas e Carboidratos).....	41
5.2.2 Sequência Didática II – Células Procariontes (Bactérias e Arqueias).....	43
5.2.3 Sequência Didática III – Células Eucariontes Animal e Vegetal (Organelas Membranosas).....	45
5.2.4 Sequência Didática IV – Células Animais e Vegetais: Locais de Ocorrência da Replicação, Transcrição e Tradução	48
5.2.5 Sequência Didática V – Processo de Divisão Celular (Mitose e Meiose) na Célula Animal	50
5.3 AVALIAÇÃO DA CONSTRUÇÃO DO CONHECIMENTO E DA METODOLOGIA APLICADA	52
5.3.1 Avaliação da construção do conhecimento	53
5.3.2 Avaliação da metodologia	54
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	55
REFERÊNCIAS	57
APÊNDICES	61

APÊNDICE A – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO/RESPONSÁVEIS	61
APÊNDICE B - TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO	63
APÊNDICE C – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO	65
APÊNDICE D – QUIZ REALIZADO COM PROFESSORES DE BIOLOGIA	66
APÊNDICE E – QUESTÕES DO PRÉ E PÓS-TESTE	67
APÊNDICE F – AVALIAÇÃO APLICADA AOS ESTUDANTES PARTICIPANTES DA PESQUISA	72
APÊNDICE G – EBOOK	74
ANEXOS.....	98
ANEXO A – AUTORIZAÇÃO DO COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA	99
ANEXO B – AUTORIZAÇÃO PARA REALIZAÇÃO DA PESQUISA NA ESCOLA .	100

1 INTRODUÇÃO

A Lei nº 13.415, de 16 de fevereiro de 2017, alterou a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDBEN), estabelecendo mudanças na estrutura do Ensino Médio. Dentre as alterações estabelecidas, estão a ampliação do tempo mínimo de permanência do estudante na escola, passando de 800 horas para 1.000 horas anuais, sendo definida, também, uma nova organização curricular, mais flexível, condizendo com a Base Nacional Comum Curricular (BNCC). Ainda, aponta-se a oferta de itinerários formativos¹ aos estudantes, com foco nas áreas de conhecimento e na formação técnica e profissional, tendo como objetivo a promoção de uma educação de qualidade, aproximando a escola da realidade dos estudantes (Brasil, 2017).

Diante das recentes mudanças curriculares previstas no novo ensino médio, algumas questões se instituem empecilhos para a efetivação de um ensino de qualidade, como a ausência de laboratórios para o ensino de biologia na maioria das escolas públicas. Dessa forma, ressalta-se a importância da utilização de metodologias e materiais alternativos que favoreçam a aprendizagem dos estudantes, auxiliando a assimilação dos conteúdos de Ciências da Natureza, incluindo a biologia celular. Para atender essa nova proposta, devem ser utilizadas estratégias eficazes como ferramentas adicionais nas aulas teóricas.

Os documentos normativos do currículo do estado do Espírito Santo e a BNCC (Brasil, 2018) trazem os estudos das células inseridos no eixo temático de Vida e Evolução, em que devem ser trabalhados objetos de conhecimento referentes à estrutura celular. Assim, faz-se necessário o uso de estratégias e métodos de ensino inovadores, que vão além das aulas expositivas, uma vez que somente estas aulas não atendem à plena demanda correspondente ao ensino e à aprendizagem significativa.

A carência de laboratórios e equipamentos nas escolas para as aulas práticas de biologia celular, decerto, é um dos fatores que dificultam o aprendizado dos alunos sobre as células. Desta forma, nota-se que as aulas expositivas, os livros didáticos, as videoaulas e metodologias semelhantes, comumente utilizadas, não são suficientes para a demonstração da estrutura celular, havendo, ainda, dificuldades na assiduidade das aulas práticas, que variam de acordo com a realidade escolar e as mudanças impostas pelo novo currículo do ensino médio.

¹ Itinerários formativos são um conjunto de atividades e disciplinas, como projetos, oficinas e núcleos de estudo, que os estudantes podem escolher para aprofundar conhecimentos em áreas específicas de seu interesse (Brasil, 2018).

Nessa perspectiva, entende-se que o saber científico perceptível no cotidiano do estudante enriquece o processo de ensino e aprendizagem, aproximando o aluno dos conteúdos ministrados, fazendo-o construir conhecimentos a partir das experiências práticas, o que favorece o entendimento sobre o conteúdo abordado.

Em vista do exposto, escolheu-se como tema desta pesquisa o uso de modelos estruturais para o ensino de Biologia Celular, considerando que, após experiências em sala de aula em escolas públicas do município de Barra de São Francisco – ES, ficou evidente que a ausência de laboratórios de ciências dificulta significativamente o ensino e a aprendizagem de conteúdos da biologia. Como professor de Biologia em início de carreira, jovem e atuante nas redes públicas de ensino, vivenciei de perto os desafios enfrentados pelos estudantes, especialmente no que se refere à defasagem de conteúdos básicos, à desmotivação e à dificuldade de se conectar com os temas propostos nas aulas. Essa realidade, muitas vezes marcada pela descontinuidade no acesso a recursos pedagógicos adequados e pelo desinteresse generalizado, exigiu de mim a constante busca por estratégias didáticas que pudessem tornar o conteúdo mais acessível e atrativo. Além disso, ao observar os resultados das avaliações somativas nas turmas do Ensino Médio, tornou-se claro um expressivo número de estudantes com notas abaixo do mínimo estipulado. Esses padrões reiteram os desafios enfrentados por muitos jovens no entendimento e na interpretação do letramento científico, não apenas na Biologia, mas em toda a área das Ciências da Natureza (Biologia, Física e Química). Isso se agrava ainda mais quando se consideram as limitações estruturais das escolas e a complexidade dos diferentes itinerários formativos regionais, os quais complementam a carga horária dos três anos do Ensino Médio, conforme estipulado pela Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional.

No caso da Biologia celular, muitos estudantes chegam ao Ensino Médio com visões deturpadas sobre o conteúdo aprendido nos anos anteriores, percebendo-se a fragmentação dos conceitos que, por vezes, são descontinuados e ministrados sem uma sequência didática lógica. Nesse sentido, a busca por estratégias voltadas para o sucesso escolar dos estudantes deve ser norteada visando a sua autonomia de forma crítica e reflexiva. Para tanto, o desenvolvimento do estudante de forma ativa implica na construção do seu processo de aprendizagem, ou seja, aprender a aprender, para que, dessa forma, a assimilação dos temas abordados não ocorra de forma mecânica e/ou repetitiva.

Assim, por meio deste estudo, pretende-se proporcionar aos alunos experiências que contribuam para o desenvolvimento de habilidades como criatividade e autonomia na construção do seu próprio conhecimento, tornando os conteúdos mais atrativos a partir da

associação entre objetos de conhecimento da disciplina de Biologia Celular com suas vivências, facilitando o processo de aprendizagem e assimilação da temática proposta. Ainda, o presente estudo busca posicionar o aluno como protagonista no processo de aprendizagem, de maneira mais aprofundada e didática, a partir de metodologias alternativas para promover um ensino significativo, focado nas diferentes formas de aprender.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

O ensino de Biologia na Educação Básica demanda uma reflexão crítica sobre os fundamentos teóricos que sustentam a prática pedagógica nesse campo do saber. As transformações nas diretrizes curriculares brasileiras, aliadas à necessidade de metodologias que favoreçam a aprendizagem significativa, tornam imprescindível uma análise aprofundada das políticas educacionais, das abordagens metodológicas e dos desafios específicos do ensino dessa disciplina. Assim, este capítulo tem como objetivo discutir os documentos normativos que orientam a organização curricular, explorar o ensino por investigação como alternativa ao modelo tradicional e apresentar estratégias didáticas voltadas para o ensino de conteúdos abstratos, como os da Biologia Celular. A intenção é oferecer subsídios teóricos que fortaleçam a prática docente e contribuam para a formação de sujeitos mais autônomos, críticos e cientificamente letrados.

2.1 O ENSINO DE BIOLOGIA NA EDUCAÇÃO BÁSICA: ALGUMAS REFLEXÕES

De acordo com a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDBEN – Lei nº 9.394/1996), a Educação Básica é um direito de todo cidadão brasileiro, sendo dever do Estado ofertá-la, e é formada pela educação infantil, pelo ensino fundamental e ensino médio. Para assegurar o cumprimento de parâmetros e indicar diretrizes para a Educação Básica no país, alguns documentos foram desenvolvidos desde a criação da LDBEN, como os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) e mais recentemente a Base Nacional Comum Curricular (BNCC).

À luz das concepções de Larroyd e Duso (2022), esses documentos são extremamente relevantes no cenário da Educação brasileira, uma vez que constituem a base legal para a construção dos currículos das escolas do país, gerando influência na organização dessas instituições. Em suas pesquisas, Larroyd e Duso (2022) averiguaram que o termo currículo é oriundo do latim *scurrere*, cujo significado é correr, curso, percurso, trajetória ou caminho, sendo normalmente utilizado para indicar a grade de disciplinas escolares e temas a serem abordados pelos docentes durante o ano letivo. Conforme os autores supracitados, quando o currículo é pensado, nem todos os grupos são contemplados em sua organização, haja vista que são considerados aspectos como questões culturais relacionadas à sociedade, o que pode favorecer alguns grupos e criar barreiras para outros.

A criação dos PCN pelo Ministério da Educação (MEC) foi uma estratégia do Governo Federal de implantar um currículo nacional para o ensino fundamental e médio.

Nesse sentido, os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Fundamental (PCNEF) têm como intuito ampliar e aprofundar os debates educacionais, envolvendo não só as escolas, mas os pais, governos e sociedade, transformando a educação do país, enquanto os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM) objetiva promover reforma curricular, ressignificando esta modalidade de ensino e orientando os docentes sobre as novas abordagens de ensino e metodologias – isso impactou na organização das disciplinas em grandes áreas: Linguagens, Códigos e suas Tecnologias; Ciências da Natureza; Matemática e suas tecnologias; e Ciências Humanas e suas tecnologias, buscando assegurar a formação global, científica e tecnológica dos sujeitos por meio do trabalho interdisciplinar (Larroyd; Duso, 2022).

Quanto à BNCC, este é um documento único que contempla as modalidades de ensino da Educação Básica, trazendo orientações sobre habilidades e competências a serem desenvolvidas pelos alunos. Segundo Wommer, Michelotti e Loreto (2019), a BNCC é um documento normativo norteado por princípios éticos, políticos e estéticos que traz como proposta a definição de aprendizagens essenciais que todos os alunos devem desenvolver no decorrer de seu processo formativo na educação básica. No entanto, de acordo com Larroyd e Duso (2022), comparando-a aos PCN, pode-se dizer que a BNCC é um documento menos completo no que se refere às discussões sobre o contexto social e educacional do Brasil.

Especificamente sobre o ensino de Ciências/Biologia na Educação Básica, ambos os documentos supramencionados trazem orientações para que os professores elaborem suas aulas e organizem os conteúdos a serem contemplados em cada ano de ensino, tanto no ensino fundamental quanto no ensino médio (Larroyd; Duso, 2022). Nessa perspectiva, segundo Pizzarro e Farias (2022), os PCN e a BNCC têm a função de orientar a educação nas escolas brasileiras, constituindo-se em referenciais para asseverar a qualidade da formação escolar dos alunos.

Conforme Leite *et al.* (2017), entende-se por Biologia a ciência direcionada ao estudo dos seres vivos, considerando tanto aqueles em escala molecular quanto o mais complexo dos organismos, bem como a sua interação com o ambiente físico. Esta ciência divide-se em diversas áreas de estudo, estando presente em quase todas as atividades diárias dos sujeitos, influenciando as sociedades e a vida dos indivíduos (Leite *et al.*, 2017).

Desta forma, a Biologia é uma ciência importante, de modo que o seu entendimento e de suas áreas torna-se cada vez mais relevante, haja vista que possibilita a compreensão de fenômenos biológicos e questões sobre a vida, favorecendo, também, a construção de uma identidade social (Leite *et al.*, 2017). Corroborando Leite *et al.* (2017), Salgado e Gautério

(2020) analisam que o ensino de Biologia contribui para a contextualização de temáticas presentes no cotidiano dos sujeitos, fazendo-os entender e refletir sobre informações divulgadas nos meios digitais, por exemplo. No entanto, de acordo com os autores, é preciso estar atento para que o ensino de Ciências/Biologia nas escolas não se restrinja em preparar os alunos para vestibulares ou para o Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM), tornando-se um ensino conteudista, alicerçado apenas em livros didáticos, sem que haja a preocupação com a problematização dos conceitos, associados à realidade dos alunos ou da escola.

Para Leite *et al.* (2017), quando voltado apenas para a transmissão de conteúdos, sem relacioná-los às questões sociais, o ensino de ciências biológicas se torna desinteressante e previsível, cabendo ao professor, por meio de sua prática pedagógica, utilizar metodologias diversificadas que tornem as aulas mais interessantes, dinâmicas, contribuindo para a participação dos alunos no processo de construção do conhecimento, despertando a sua criticidade.

No que diz respeito às orientações sobre o ensino de Ciências Naturais no ensino fundamental, os PCN apontam que o objetivo primordial é ofertar condições para que o aluno identifique problemas a partir de observações sobre um determinado fato, sendo capaz de levantar hipóteses, testá-las, refutá-las e abandoná-las quando necessário (Brasil, 1997). Ainda, no processo de ensino-aprendizado, deve-se considerar não só os conhecimentos do professor e da Ciência, mas do aluno; ou seja, os seus conhecimentos prévios, suas vivências, sua cultura e, também, o senso comum (Brasil, 1997). Já a BNCC traz objetos de conhecimento e habilidades a serem desenvolvidas em cada ano de ensino, organizando-os em três unidades temáticas: Matéria e Energia; Vida e Evolução; e Terra e Universo.

Quanto ao ensino médio, os PCN trazem a proposta de seis temas estruturadores para a área de Biologia, apontando que os principais temas se referem à compreensão da vida na Terra, às consequências dos avanços tecnológicos e à intervenção humana. Os PCN+ sintetizam esses seis temas estruturadores da seguinte forma: “1. interação entre os seres vivos; 2. qualidade de vida das populações humanas; 3. identidade dos seres vivos; 4. diversidade da vida; 5. transmissão da vida, ética e manipulação gênica; e 6. origem e evolução da vida” (Brasil, 2006, p. 21). Para o ensino médio, a BNCC traz a área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, apontando os eixos: Material e Energia e Vida e Terra e Cosmos (Brasil, 2018). Do mesmo modo que para o ensino fundamental, são apresentadas habilidades e competências a serem desenvolvidas nesta modalidade de ensino, de acordo com o ano de aprendizagem.

Na BNCC (Brasil, 2018), a área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, composta pela Biologia, Física e Química, tem como proposta promover a ampliação e

sistematização das aprendizagens essenciais desenvolvidas nos anos finais do Ensino Fundamental, o que requer interpretar fenômenos naturais e processos tecnológicos, possibilitando que os estudantes se apropriem de conceitos, procedimentos e teorias dos diferentes campos das Ciências da Natureza. Ainda, de acordo com este documento, é necessário criar condições para que os estudantes explorem formas diferenciadas de falar sobre a cultura científica, compreendendo a organização de conhecimentos produzidos em contextos históricos e sociais diversificados (Brasil, 2018).

Apesar das orientações dos documentos norteadores, como os PCN e a BNCC, e dos avanços relacionados à Educação no Brasil, incluindo o uso de tecnologias da informação e as possibilidades de acesso a metodologias diferenciadas para enriquecer o trabalho em sala de aula, pode-se dizer que o ensino na atualidade, incluindo o ensino de Biologia, enfrenta desafios que exigem dedicação e reflexão por parte dos docentes. Questões que envolvem dificuldades de assimilação dos conteúdos pelos alunos, bem como a persistência, em muitos casos, em desenvolver um ensino memorístico, sem que se estabeleça uma relação entre os conteúdos abordados e a realidade dos estudantes, exigem atenção e a adoção de uma postura contrária por parte do professor, com vistas a tornar o processo de aprendizagem significativo (Paim; Goldschmidt; Loreto, 2021).

Desafios como os supracitados se tornam ainda mais preocupantes quando se pensa na estrutura das escolas para atender às necessidades do ensino de Biologia, haja vista que muitas instituições não contam com recursos didáticos, equipamentos e laboratórios de Ciências, e muitos alunos concluirão a Educação Básica sem ter tido contato algum ou de forma significativa com aulas práticas.

Dados do Censo Escolar, divulgados pelo Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (Inep), revelam que o Brasil contava, em 2018, com 181.939 escolas de educação básica. Dessas, 28.673 (15,8%) ofertavam o Ensino Médio (Figura 1). O laboratório de ciências foi encontrado em apenas 44,1% das escolas de Ensino Médio, sendo 38,8% da rede pública, e 57,2% da rede privada.

Figura 1 - Disponibilidade (%) de recursos relacionados à infraestrutura nas escolas públicas e privadas de Ensino Médio no Brasil

Recurso	DEPENDÊNCIA ADMINISTRATIVA					
	Total	Pública	Federal	Estadual	Municipal	Privada
Bib./sala de leitura	87,5%	85,7%	98,1%	85,4%	82,7%	91,9%
Banheiro (dentro/fora)	97,1%	96,4%	99,8%	96,3%	99,5%	98,8%
Banheiro PNE	62,5%	60,0%	93,8%	59,1%	57,6%	68,7%
Dependências PNE	46,8%	44,3%	79,5%	43,4%	37,7%	52,7%
Lab. de ciências	44,1%	38,8%	83,4%	37,5%	28,8%	57,2%
Lab. de informática	78,1%	82,1%	98,8%	81,8%	64,4%	68,4%
Internet	95,1%	93,6%	99,3%	93,5%	85,9%	98,7%
Banda larga	84,9%	81,1%	95,1%	80,8%	70,2%	94,1%
Pátio (cob./desc.)	79,2%	74,8%	89,9%	74,2%	88,0%	90,1%
Quad. esp. (cob./desc.)	75,9%	72,8%	70,0%	72,8%	73,3%	83,6%

Fonte: Inep/Censo Escolar (2018).

Neste mesmo censo escolar, observa-se que 83,4% das escolas federais têm laboratório de ciências no Ensino Médio. A estrutura das escolas estaduais e municipais, por outro lado, afeta a cobertura, com 37,5% e 28,8% respectivamente (Inep, 2018).

Diante do exposto, verifica-se a necessidade de ações que não estejam voltadas apenas à espera de investimentos públicos, mas que sejam acessíveis aos docentes, sem ultrapassar sua demanda profissional, que por si só é saturada de ações administrativas. O espaço inapropriado ou a falta de recursos para a realização das aulas práticas também destoa do foco da gestão pública, primordialmente nos espaços escolares, visto que, mesmo em grandes escolas, como aquelas que são de tempo integral, por exemplo, há poucos laboratórios, ou os profissionais não costumam utilizá-los com frequência.

Ainda, alguns livros didáticos apresentam materiais de difícil acesso ou as escolas não possuem verba para adquiri-los; a burocracia na esfera pública afeta a agilidade para a sincronização do abastecimento dos itens que os profissionais listam com os cronogramas de suas aulas; algumas máquinas sequer são de conhecimento dos professores ou os mesmos não conhecem muitas das aparelhagens que poderiam ser facilmente utilizadas no decorrer de suas aulas, o que poderia acontecer com maior frequência do que apenas como uma novidade corriqueira para os estudantes que estão entediados com horas a fio sentados em cadeiras desconfortáveis, ouvindo explicações impossíveis de assimilar em seu dia a dia ou longínquas de sua realidade local. Na verdade,

[...] não deveria haver distinção entre sala de aula e laboratório, uma vez que, diante de um problema, o estudante deve fazer mais do que simples observações e medidas experimentais, pois as possíveis hipóteses por eles criadas, na tentativa de solucionar o problema, deveriam ser discutidas com o objetivo de se avaliar a pertinência, a viabilidade e, se for o caso, propor procedimentos que possam verificar as diferentes propostas de solução (Giani, 2010, p. 12).

A interação entre estudantes e professor, bem como a formulação de hipóteses e o aprofundamento das discussões, pode ser potencializada quando o ambiente tradicional da sala de aula é complementado com espaços que favoreçam a experimentação, como bancadas e o uso de materiais específicos — jalecos, luvas, microscópios ópticos, entre outros. No entanto, é importante reconhecer que a qualidade da educação não se restringe à infraestrutura física da escola, mas também envolve o papel ativo do docente e o engajamento dos alunos no processo de aprendizagem. Isso pode ser favorecido pelo uso de metodologias diversificadas, que estimulem a participação e a construção do conhecimento de forma mais significativa. Destaca-se ainda que as práticas pedagógicas devem ser guiadas por documentos orientadores como os Parâmetros Curriculares Nacionais, a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), os currículos estaduais e municipais, além das diretrizes estabelecidas pelo Conselho Nacional de Educação.

2.2 A IMPORTÂNCIA DO ENSINO POR INVESTIGAÇÃO NO PROCESSO DE APRENDIZAGEM

Entre os séculos XIX e XXI, a Educação no Brasil passou por grandes mudanças quanto às metodologias de ensino adotadas, rompendo-se gradativamente – um processo que ainda perdura na contemporaneidade – com uma educação baseada na transmissão de conteúdos (em que o professor é visto como detentor do conhecimento), para se adotar métodos de ensino nos quais o aluno participe (professor mediador).

Segundo Marques Vidal, Affonseca Jardim e Pereira de Queiros (2022), apesar de a organização do currículo e dos espaços escolares ser determinada por diversas instâncias, na sala de aula, o professor tem maior autonomia para conduzir o processo de ensino e aprendizagem, podendo escolher com maior liberdade as metodologias a serem utilizadas. Assim, conforme os autores supracitados, há dois atores de grande relevância nesse processo: o aluno, que deve atuar como agente ativo e participativo do processo da sua aprendizagem; e o professor, que atua como mediador desse processo.

Para tal, o professor mediador deve estar comprometido com a aprendizagem dos alunos, fazendo-os perceber a relação entre os conteúdos abordados em sala de aula e o seu cotidiano, favorecendo a sua atuação na sociedade. Isso porque a escola tem um papel social importante na formação dos sujeitos, e o professor deve auxiliar este processo, contribuindo para a construção de conhecimentos dos estudantes (Silva, 2021). Nessa perspectiva, é muito

importante que este último conheça metodologias diversificadas e eleja aquelas que melhor atenderão aos seus objetivos de ensino, propiciando o aprendizado dos alunos, ao tempo em que são contempladas as suas especificidades (Marques Vidal; Affonseca Jardim; Pereira de Queiros, 2022).

Como analisam Mourão e Sales (2018, p. 429): “Discussões sobre metodologias de ensino de ciências são sempre relevantes, pois é comum encontrar cenários de práticas de ensino com aulas conteudistas e meramente expositivas, onde o aluno é tido como um sujeito passivo no processo de ensino-aprendizagem”. Isso não quer dizer, conforme os autores supracitados, que essa abordagem deve ser abolida, mas que pode ser melhorada, agregando-se ao ensino metodologias mais dinâmicas, mais atrativas para os alunos, haja vista que, no ensino de ciências, boa parte dos estudantes não conseguem desenvolver habilidades necessárias com o uso de um ensino apontando como tradicional.

Para que ocorra a alfabetização científica entre os alunos, é necessário que o professor crie um ambiente propício, contemplando o ensino por investigação, haja vista que este pode contribuir para a efetivação de uma aprendizagem significativa, havendo a real assimilação dos conteúdos. Em relação a isso, Carvalho (2013) afirma que as Sequências de Ensino Investigativo (SEI) objetivam trazer os conhecimentos prévios dos alunos para as discussões, gerando, a partir daí, outros conhecimentos, estimulando-os a ter ideias próprias, discuti-las com seus colegas e professor, avançando do conhecimento espontâneo ao científico.

Nesse sentido, Sasseron (2015) avalia que o ensino por investigação é uma abordagem didática que promove o desenvolvimento de estudantes autônomos, não só no que diz respeito aos aspectos curriculares, relacionados aos conteúdos, mas morais e éticos. Por meio do ensino investigativo, usa-se um problema de interesse dos alunos como ponto de partida, sendo promovidas, assim, discussões sobre as ideias explicitadas, buscando-se solucionar a questão investigada, promovendo-se, ao mesmo tempo, a alfabetização científica desses estudantes (Sasseron, 2015).

Na mesma perspectiva de Sasseron (2015), Mourão e Sales (2018) afirmam que o ensino por investigação consiste em uma estratégia didática que propõe atividades onde o aluno é o centro, desenvolvendo, dessa forma, a sua autonomia, bem como a capacidade de tomar decisões e solucionar problemas. Desse modo, de acordo com os autores supracitados, o princípio é propor a investigação de uma questão de interesse dos alunos, a qual seja adequada para abordar o conteúdo que se deseja ensinar.

É importante salientar que atividades relacionadas ao ensino por investigação podem ser desenvolvidas com os alunos durante toda a Educação Básica, incluindo todas as

modalidades de ensino. Contudo, interessa que o professor busque estratégias metodológicas condizentes com o perfil e a realidade dos seus alunos, adaptando-as às situações vivenciadas pelos estudantes, assegurando a sua autonomia e criticidade.

2.3 O USO DE MODELOS ESTRUTURAIS NO ENSINO DE BIOLOGIA CELULAR

De acordo com Leite *et al.* (2017), atualmente, a educação no Brasil enfrenta grandes desafios, ao mesmo tempo em que passa por inovações, de modo que a escola reflete essa situação. Algumas questões, como a fragmentação do conhecimento em disciplinas, bem como o volume de informações dos currículos, por vezes, promove o distanciamento entre as práticas escolares e as experiências e o pensamento crítico. No ensino de Ciências, de acordo com os autores, essas questões podem ser constatadas ao se observar as dificuldades de assimilação apresentadas pelo estudante, que não consegue, muitas vezes, relacionar os conteúdos abordados com a sua realidade, não reconhecendo o conhecimento científico em seu cotidiano (Leite *et al.*, 2017). Nesse sentido, torna-se um desafio para o docente fazer com que o ensino de Ciências/Biologia seja mais prazeroso, mais dinâmico e, dentre outras questões, alicerçado em atividades que tornem o aluno participe na construção do conhecimento.

Segundo Vigario e Cicillini (2019), o espaço da sala de aula é dinâmico e seus atores (professores/as e alunos/as) vivenciam a contínua articulação entre o currículo e o conhecimento. Por ser um cenário sócio-histórico, a sala de aula é permeada por conflitos políticos e econômicos em nível local e global, sendo importante entender que o campo disciplinar da Biologia está imbricado nessa estruturação da educação básica, sofrendo suas influências. Pensando a organização do currículo de Biologia e as dinâmicas ocorridas na sala de aula, Paim, Goldschmidt e Loreto (2021) afirmam que uma das áreas que os estudantes mais apresentam dificuldades é a da biologia celular. Isso porque, na concepção desses autores, a biologia celular envolve conceitos abstratos que muitas vezes requer o conhecimento sobre conhecimentos prévios; estes, por sua vez, encontram-se ausentes em muitos casos, pois não foram trabalhados nas séries anteriores, ou foram discutidos de forma reducionista, equivocada, e os alunos não conseguiram assimilá-los.

Ao encontro dos autores supracitados, Santos, Shigunov e Lorenzetti (2022) defendem que a Biologia Celular e Molecular têm por finalidade estudar as macromoléculas e micromoléculas, além das interações que controlam as atividades celulares e as características dos organismos vivos, de modo que seu estudo é complexo para os estudantes, que sentem

dificuldades para correlacionar as funções celulares e moleculares com os tecidos, associando-as a um organismo pluricelular.

Considerando que todos os seres vivos são compostos por células, constituindo-se em suas unidades funcionais, para entender as funções básicas da vida, importa conhecer as células, de modo que esse estudo não pode ser realizado considerando-a, apenas, uma unidade independente; é preciso compreender as relações existentes, como o fato de as células formarem os tecidos, estes formarem os órgãos, que formam os sistemas, os organismos, e, por fim, refletir sobre a relação desses organismos com o ambiente ao redor (Rocha *et al.*, 2018).

Nesse sentido, ao estudar biologia celular, é necessário que o professor crie possibilidades de o aluno compreender os diversos aspectos associados a este campo, considerando, ainda, os seus conhecimentos prévios e construindo novos saberes a partir daí (Paim; Goldschmidt; Loreto, 2021). Como avaliam Silva, Rodrigues e Campos (2021), a Biologia Celular se institui uma das disciplinas básicas para o entendimento da relação entre a morfologia e a composição da célula, de forma que o seu ensino representa não só a abordagem de conceitos, mas um direcionamento para o interesse científico.

Para romper as barreiras do processo de ensino e aprendizado de Biologia, favorecendo a construção de conhecimentos pelos estudantes, é importante que o professor utilize metodologias diferenciadas, capazes de inserir o aluno verdadeiramente neste processo. Sobre isso, Marques (2018) analisa que é necessário modificar o ensino enciclopédico, utilizando, por exemplo, recursos didáticos diferentes no ensino de Biologia, colaborando para a aprendizagem dos alunos, especialmente quando são observadas dificuldades em relação ao conteúdo. A autora afirma que uma das possibilidades de tornar a aprendizagem significativa é utilizar modelos didáticos no ensino para representar estruturas microscópicas. Esses modelos, de acordo com Marques (2018), são valiosos para representar para os estudantes estruturas não visíveis, o que, se bem discutido, poderá contribuir para o seu aprendizado.

Corroborando Marques (2018), Wommer, Michelotti e Loreto (2019, p. 192) analisam que:

Nas salas de aula, hoje em dia, contamos com alunos com diferentes níveis cognitivos, onde a aprendizagem por meio de modelos didáticos pode auxiliar no ensino destas estruturas microscópicas, pois oportunizam sua modelagem de maneira que as tornam macroscópicas, tornando mais acessível à compreensão das características e diferenças estruturais que seriam de difícil entendimento quando expostas apenas através de métodos tradicionais.

Assim, pode-se dizer que os modelos didáticos, também conhecidos como modelos estruturais, especialmente se construídos pelos próprios alunos, favorecem a compreensão do conteúdo abordado de forma mais facilitada, uma vez que permitem a visualização de aspectos que muitas vezes não são vistos ou são bem definidos por meio de outras metodologias, como o livro didático e discussões pouco problematizadoras e aprofundadas, sem recursos visuais.

Ainda, sobre o ensino de Biologia nas escolas públicas brasileiras, segundo Lima e Garcia (2011, p. 72):

A ausência de um espaço adequado não deve ser algo que impeça a realização de aulas práticas, uma vez que as mesmas podem ser feitas a qualquer momento e em qualquer lugar, como no pátio da escola, em contato com a natureza e até mesmo no funcionamento cotidiano do nosso corpo.

Nessa perspectiva, entende-se que o uso de modelos estruturais é relevante, inclusive quando se pensa em escolas que não possuem laboratório de ciências e equipamentos adequados ao ensino de Biologia Celular, como microscópios ópticos. Embora nem sempre a escola conte com recursos didáticos e financeiros que possam ser direcionados às aulas práticas, é importante destacar que, no caso dos modelos estruturais para as aulas de biologia celular, estes podem ser confeccionados com materiais que já estejam disponíveis na escola, bem como outros recicláveis e de fácil acesso pelos alunos, como tinta guache, papelão e isopor. Assim, além de facilitar a aprendizagem dos estudantes, a elaboração e manipulação desses modelos podem contribuir para o desenvolvimento de habilidades como a criatividade, a criticidade, favorecendo, ainda, as relações interpessoais, a participação ativa dos alunos e, dentre outras questões, o ensino por investigação.

2.4 ENSINO POR INVESTIGAÇÃO EM BIOLOGIA

O ensino por investigação tem se consolidado como uma alternativa metodológica que rompe com o modelo tradicional de transmissão de conteúdos, propondo uma dinâmica de sala de aula centrada na construção ativa do conhecimento. No campo da Biologia, essa abordagem assume especial importância, pois aproxima os estudantes dos modos de pensar e agir próprios da prática científica, ao estimular a curiosidade, o levantamento de hipóteses, a análise de evidências e a elaboração de explicações fundamentadas.

Segundo Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2011), o ensino de Ciências por investigação busca articular a aprendizagem conceitual à resolução de problemas reais ou

simulados, situando o conhecimento científico no contexto da experiência humana e social. Em vez de receber informações prontas, os alunos são convidados a problematizar fenômenos biológicos, propor soluções, planejar investigações, testar hipóteses e construir interpretações a partir da análise crítica dos dados obtidos.

Nessa perspectiva, o papel do professor transforma-se de mero transmissor para mediador da aprendizagem, criando condições para que o estudante participe ativamente da construção do conhecimento. Como aponta Carvalho (2013), ensinar Biologia por investigação implica valorizar a formulação de boas perguntas, a argumentação baseada em evidências e a autonomia intelectual, práticas essenciais para a formação de cidadãos críticos e cientificamente letrados.

Além de promover o domínio de conceitos específicos — como genética, evolução, fisiologia e ecologia —, o ensino por investigação contribui para o desenvolvimento de competências transversais, tais como a capacidade de análise, a resolução de problemas e a comunicação científica. Nesse sentido, a metodologia investigativa não apenas favorece a compreensão dos conteúdos biológicos, mas também potencializa a formação de sujeitos capazes de compreender e intervir nas questões científicas e tecnológicas que atravessam a sociedade contemporânea (Sasseron; Carvalho, 2008).

Assim, o ensino por investigação em Biologia configura-se como uma prática educativa que, ao mesmo tempo em que promove aprendizagens significativas, reafirma o compromisso da educação científica com a formação integral dos estudantes, articulando conhecimento, criticidade e ação transformadora.

3 OBJETIVOS

Diante das constantes dificuldades observadas no processo de ensino-aprendizagem da Biologia Celular no contexto da Educação Básica, especialmente no que diz respeito à complexidade dos conteúdos e à sua natureza abstrata, torna-se necessário o desenvolvimento de propostas metodológicas que favoreçam a construção ativa do conhecimento. A presente pesquisa pauta-se na concepção de que estratégias didáticas pautadas no ensino por investigação, articuladas à elaboração de modelos estruturais, podem contribuir significativamente para a compreensão de conceitos biológicos por parte dos estudantes. Assim, os objetivos delineados a seguir foram estruturados com vistas a orientar a investigação acerca das potencialidades dessa abordagem no processo formativo discente, considerando os pressupostos da prática pedagógica crítica e significativa.

3.1 OBJETIVO GERAL

- Investigar de que maneira o uso do ensino investigativo, associado à construção de modelos estruturais, contribui para a aprendizagem de conceitos de Biologia Celular por estudantes da Educação Básica.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analisar o impacto da construção de modelos estruturais na compreensão de conteúdos de Biologia Celular pelos estudantes;
- Identificar indícios de aprendizagem significativa a partir das atividades investigativas realizadas durante a sequência didática;
- Verificar o engajamento e a participação dos estudantes na elaboração e apresentação dos modelos estruturais;
- Avaliar a eficácia da estratégia de ensino investigativo na consolidação de conceitos sobre estruturas e processos celulares.

4 METODOLOGIA

Nesta seção será apresentado o caminho metodológico percorrido neste estudo, descrevendo-se o *locus* e os sujeitos da pesquisa, bem como a metodologia adotada e os procedimentos utilizados para coleta de dados.

4.1 LOCUS DA PESQUISA

Este estudo foi realizado na Escola Estadual Governador Lindenberg, localizada na zona urbana do município de Barra de São Francisco, situado na mesorregião noroeste do estado do Espírito Santo, a 264 km da capital (Governo do Estado do Espírito Santo, 2025). O município de Barra de São Francisco possui 42.498 mil habitantes (IBGE, 2023), sendo considerado de pequeno porte II.

A Escola Estadual Governador Lindenberg atende estudantes do Ensino Fundamental e Médio no período diurno, além da Educação de Jovens e Adultos (EJA) no período noturno. De acordo com o Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP, 2023), em 2023 havia 437 alunos matriculados nos anos finais do Ensino Fundamental, 412 no Ensino Médio e 428 na Educação de Jovens e Adultos.

4.2 SUJEITOS DA PESQUISA

Participaram da pesquisa 30 estudantes, sendo 6 de cada uma das cinco turmas do Ensino Médio da instituição, que possuíam, em média, 36 alunos cada. A escolha se deu por amostragem intencional, considerando a disponibilidade, o interesse e a viabilidade de acompanhamento dos participantes durante todas as etapas do estudo.

Todos os alunos convidados foram devidamente informados sobre os objetivos da pesquisa e participaram voluntariamente. Apenas aqueles que assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) foram incluídos como sujeitos da pesquisa, conforme as diretrizes éticas da Resolução CNS nº 510/2016.

Os demais alunos participaram das atividades regulares em sala, mas seus dados não foram utilizados na análise.

4.3 CARACTERIZAÇÃO DA METODOLOGIA E DOS PROCEDIMENTOS

O presente estudo foi submetido ao Comitê de Ética em Pesquisas com Seres Humanos da Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF), conforme parecer de número 7.183.077 (ANEXO A). A autorização para realização desta pesquisa foi concedida pela Escola Estadual Governador Lindenberg (ANEXO B). Os estudantes com idade inferior a 18 anos convidados a participar da pesquisa receberam o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) (Apêndice A), que foi assinado pelos seus responsáveis, e o Termo de Assentimento Livre e Esclarecido (TALE) (Apêndice B), assinado pelo próprio estudante menor. Os estudantes com idade igual ou superior a 18 anos convidados a participar da pesquisa receberam o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) (Apêndice C). Estes documentos foram lidos junto com os alunos para que fossem sanadas quaisquer dúvidas, de modo que ambos os termos esclarecem os objetivos científicos deste estudo e sobre a divulgação dos resultados da pesquisa.

O presente estudo, de caráter intervencional, longitudinal e investigativo, apresenta uma abordagem qualitativa e quantitativa, com amostragem de conveniência. Por amostragem de conveniência, compreende-se a seleção deliberada dos participantes com base em sua acessibilidade e disponibilidade (Amatuzzi et al., 2006).

A dimensão qualitativa da pesquisa concentrou-se na análise das percepções dos estudantes sobre as atividades vivenciadas durante a sequência didática, especialmente quanto à construção e apresentação de modelos estruturais relacionados à Biologia Celular. Já a dimensão quantitativa esteve presente na aplicação de avaliações diagnósticas (pré e pós-teste), com o objetivo de mensurar a aprendizagem conceitual ao longo da intervenção.

O estudo foi desenvolvido com alunos do Ensino Médio, que participaram ativamente da elaboração de modelos representando estruturas e processos celulares, integrando saberes científicos e experiências práticas por meio do ensino investigativo.

A escolha por uma abordagem qualitativa justifica-se pela natureza interpretativa da investigação, que busca compreender como os sujeitos constroem conhecimentos e atribuem significados a partir da interação com os conteúdos, materiais pedagógicos e atividades propostas.

Os dados foram produzidos por meio de um questionário diagnóstico inicial denominado de pré-teste (APÊNDICE D), aplicado para os estudantes participante da pesquisa com o objetivo de identificar concepções prévias, seguido da implementação de sequências didáticas envolvendo atividades práticas e colaborativas, como a elaboração de

modelos tridimensionais de estruturas celulares. Ao final, o mesmo questionário foi reaplicado como pós-teste, composto exclusivamente por questões objetivas, com a finalidade de verificar possíveis avanços conceituais. A análise dos dados concentrou-se nas respostas aos questionários aplicados, considerando categorias elaboradas com base nos objetivos da pesquisa e na literatura de referência. Essa abordagem permitiu interpretar os resultados de forma crítica e reflexiva, em consonância com os princípios da pesquisa qualitativa em educação.

Quanto ao estudo intervencional, caracteriza-se desta forma, pois o pesquisador não se limitará à simples observação, intervindo na realidade observada (Hochman *et al.*, 2005) por meio da realização de uma sequência didática, que será descrita mais adiante. Ainda, é considerado longitudinal, pois direciona-se ao estudo de um grupo por um determinado tempo para investigar mudanças a partir de uma sequência de fatos (Hochman *et al.*, 2005), e investigativo por oportunizar ao estudante a experiência de investigar um problema em um determinado meio, sendo esta uma prática pedagógica que contempla um ou mais conteúdos curriculares de maneira disciplinar ou interdisciplinar (Santana; Farias, 2020).

No que corresponde à abordagem qualitativa, conforme Ludke e André (2018), esta dedica-se a compreender o significado de determinadas questões na vidas dos sujeitos em seus contextos reais, sendo exploradas aspirações, valores, atitudes, sendo o foco mantido em entender o processo como um todo. Dentre as principais características desse tipo de pesquisa, de acordo com os autores supracitados, estão o fato de o ambiente natural ser uma fonte direta de dados, e os dados coletados serem predominantemente descritivos, havendo uma preocupação maior com todo o processo do que apenas com o produto (Ludke; André, 2018).

Anteriormente a aplicação das sequências didáticas, buscou-se a colaboração espontânea de professores² de Biologia, por meio de um Quiz (APÊNDICE E) para compreender as estruturas celulares ou conteúdos de Biologia Celular que mais geravam dificuldades entre os alunos, com o intuito de identificar, ainda, quantas escolas, dentre aquelas que esses professores lecionam, possuem laboratório de ciências/biologia e se estes espaços estão organizados adequadamente para a realização de aulas práticas.

Na segunda etapa (realização das sequências didáticas), foram pensadas atividades envolvendo temas da Biologia Celular, que foram aplicadas na escola pública estadual Governador Lindenberg, localizada em Barra de São Francisco-ES, considerando as

² A fim de preservar a identidade dos participantes, informações como nomes dos docentes colaboradores da pesquisa relacionadas às unidades escolares em que atuam não serão divulgadas neste estudo. No entanto, isso não implicará na análise e discussão dos resultados.

necessidades perpassadas pelos professores, como o elevado contingente de estudantes em sala e a carência de recursos financeiros e didáticos. As atividades foram desenvolvidas ao longo de seis aulas de 50 minutos cada: uma aula foi destinada à aplicação do pré-teste, quatro aulas à execução da sequência didática propriamente dita, e uma aula à aplicação do pós-teste. Assim, o tempo reservado exclusivamente para a realização da sequência didática foi de quatro aulas, sendo os testes aplicados em momentos adicionais. A partir dessas atividades, foi elaborada uma proposta de e-book (APÊNDICE F), apresentada ao final deste estudo, a ser compartilhada com professores de Biologia que tenham interesse no tema.

4.3.1 Aplicação de um Quiz para professores de Biologia

Com o objetivo de conhecer a percepção de professores de Biologia sobre o ensino de conteúdos de Biologia Celular e identificar quais temas dessa área são considerados mais desafiadores no contexto escolar, foi aplicado um quiz diagnóstico (APÊNDICE F).

O instrumento foi elaborado pelo próprio pesquisador, contendo perguntas objetivas e dissertativas, com o intuito de levantar informações sobre as principais dificuldades enfrentadas no ensino de tópicos como organelas, membranas, biomoléculas, divisão celular, entre outros.

A aplicação do quiz ocorreu com professores da rede pública estadual, que atuam como colegas do pesquisador na escola onde leciona, bem como com docentes participantes da mesma turma do Mestrado Profissional em Biologia (PROFBIO).

A seleção dos participantes ocorreu por conveniência, considerando o vínculo direto e a disponibilidade para colaborar com a pesquisa. O quiz foi disponibilizado por meio de formulários digitais, enviados via e-mail e aplicativos de mensagens instantâneas. As respostas foram anônimas e voluntárias, sendo utilizadas como subsídio para a construção de propostas didáticas alinhadas à realidade enfrentada por professores de Biologia em sala de aula.

4.3.2 Aplicação de sequências didáticas

Foram realizadas 5 SD nas turmas do Ensino Médio da Escola Governador Lindenberg. Cada sequência didática (SD) foi aplicada em uma turma distinta do ensino médio, com o objetivo de observar os efeitos específicos de cada proposta pedagógica em diferentes contextos escolares. Para fins de análise, foi retirada uma amostragem de seis alunos por

turma, selecionados de forma a representar a diversidade do grupo. A escolha das turmas considerou a adequação entre os conteúdos previstos no currículo vigente do Espírito Santo e as temáticas abordadas no contexto do Mestrado Profissional em Ensino de Biologia (ProfBio), com ênfase em Biologia Celular. A distribuição foi organizada da seguinte forma: SD 01 com seis alunos da turma do 2º ano V04; SD 02 com seis alunos do 2º ano V01; SD 03 com seis alunos do 2º ano V02; SD 04 com seis alunos do 3º ano V02; e SD 05 com seis alunos do 3º ano V03. Antes da implementação de cada SD, os alunos selecionados responderam a um questionário diagnóstico, denominado pré-teste, com o objetivo de identificar suas concepções iniciais sobre os conteúdos abordados. Após a realização da SD, o mesmo instrumento foi reaplicado como pós-teste, com a finalidade de verificar possíveis avanços conceituais. Tanto o pré-teste quanto o pós-teste foram compostos pelas mesmas questões objetivas relacionadas à Biologia Celular geral, e aplicados presencialmente sob a mediação do pesquisador. As sequências didáticas foram realizadas de acordo com o seguinte caminho:

Sequência Didática I: Tipos e Funções das Principais Moléculas e Macromoléculas nas Células (Lipídios, Proteínas e Carboidratos)

1ª Aula (50 min): A aula foi iniciada com uma escuta ativa por meio de uma conversa aberta com os estudantes, com o objetivo de realizar uma sondagem diagnóstica sobre seus conhecimentos prévios.

A partir dessas trocas, o professor formalizou o conteúdo, explicando os principais tipos e funções das moléculas estudadas, ao mesmo tempo em que promovia conexões com o cotidiano dos alunos. Essa estratégia metodológica permitiu iniciar o processo de ressignificação do conhecimento, mantendo o interesse dos estudantes e favorecendo a aprendizagem significativa.

2ª Aula (50 min): Reflexão Crítica dos Estudantes

- Foram exibidos os vídeos introdutórios (disponíveis no link <https://eaulas.usp.br/portal/video.action;jsessionid=85BBE3388D707A30FABBB38B9856C46F?idPlaylist=1120> e <https://eaulas.usp.br/portal/video.action?idItem=9901>) que mostram a importância das macromoléculas no funcionamento celular;

- Foi estimulada a discussão do tema a partir de uma pergunta norteadora: "Quais macromoléculas são essenciais para o funcionamento do organismo humano e por quê?";
- Foram estimulados a criação de hipóteses e os questionamentos sobre como cada macromolécula contribui para a célula.

3ª Aula (50 min): Confeção de Modelos de Macromoléculas

- Os alunos realizaram a construção de modelos 3D de lipídios, proteínas e carboidratos usando materiais simples como argila, palitos, massinha e cordas;
- Cada integrante ficou responsável por um tipo de macromolécula, destacando sua função e estrutura básica.

4ª Aula (50 min): Finalização e Apresentação dos Modelos

- Os alunos apresentaram os modelos construídos e explicaram a importância e a função do tipo de macromolécula representada, discutindo como cada uma contribui para o funcionamento celular. Posteriormente, responderam novamente ao questionário para avaliação da consolidação dos conhecimentos.

Sequência Didática II: Células Procariontes (Principais Diferenças entre Bactérias e Arqueias)

1ª Aula (50 min): Apresentação do Tema e Sondagem Diagnóstica dos Conhecimentos Prévios

A aula foi iniciada com uma abordagem diagnóstica, buscando identificar os conhecimentos prévios dos alunos sobre as células procariontes. A sondagem foi realizada por meio de uma pergunta disparadora oral: "O que vocês sabem sobre bactérias?"

A partir desse levantamento inicial, foi apresentado formalmente o tema da sequência didática, destacando que tanto as bactérias quanto as arqueias são organismos procariontes, embora apresentem **diferenças importantes**. Para instigar a curiosidade dos alunos e motivá-los para as aulas seguintes, foram propostos questionamentos como: "Será que existem seres vivos que conseguem sobreviver em ambientes extremos, como gêiseres ou locais com alto teor de sal?"

Essa estratégia metodológica permitiu a valorização dos saberes espontâneos dos alunos, estabelecer conexões com o conhecimento científico e criar um ambiente favorável para a construção de novas aprendizagens.

2ª Aula (50 min): Reflexão Crítica dos Estudantes

- Foi apresentada uma imagem comparativa entre células bacterianas e arqueias, questionando os alunos sobre as diferenças e adaptações desses organismos;
- Os alunos foram convidados a discutir questões como "Como as características de bactérias e arqueias as tornam adaptadas a seus ambientes?", entre outras questões;
- Os alunos elaboraram suas ideias e hipóteses para aprofundar a compreensão sobre adaptações e funções das procariontes.

3ª Aula (50 min): Confecção de Modelos de Células Procariontes

- Os alunos confeccionaram modelos simples de células procariontes, representando uma bactéria e uma arqueia;
- Foram utilizados materiais como argila, papelão e canetas para desenhar as estruturas celulares e suas particularidades.

4ª Aula (50 min): Finalização e Discussão sobre os Modelos

- Neste momento, os alunos explicaram a célula procarionte representada e as adaptações que permitem a sobrevivência em ambientes variados, com mediação do professor. Após este momento, os alunos responderam novamente ao questionário para avaliação da consolidação dos conhecimentos.

Sequência Didática III: Células Eucariontes Animal e Vegetal (Organelas Celulares Membranosas)

1ª Aula (50 min): Apresentação do Tema e Sondagem Diagnóstica dos Conhecimentos Prévios

Na primeira aula da sequência didática sobre Células Eucariontes Animal e Vegetal, optou-se por uma metodologia de sondagem informal dos conhecimentos prévios dos alunos, promovendo um diálogo aberto e espontâneo sobre o tema. A conversa foi iniciada com a pergunta geral: “O que vocês sabem sobre células?”

Entre as perguntas mobilizadoras estavam:

- “Por que só as plantas fazem fotossíntese?”
- “As células animais têm vacúolo grande como as vegetais?”

Esses questionamentos funcionaram como eixos condutores da sequência didática, promovendo uma abordagem ativa, investigativa e conectada com os saberes dos alunos. A valorização do conhecimento prévio foi essencial para contextualizar os conceitos das organelas celulares membranosas e para direcionar o aprofundamento dos conteúdos de forma significativa e participativa.

2ª Aula (50 min): Reflexão Crítica dos Estudantes

- Foi exibido o vídeo (disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=cLyD_i4KkJQ&t=4s) comparando células animais e vegetais, focando nas organelas membranosas;
- Os alunos foram estimulados a discutirem as funções de cada organela e sua importância na célula, por meio de questões como "Por que algumas organelas estão presentes apenas em células vegetais?".

3ª Aula (50 min): Confecção de Modelos de Organelas

- Os alunos representaram uma organela específica (ex.: mitocôndria, cloroplasto, complexo de Golgi) usando materiais de fácil acesso tendo como objetivo o destaque da função da organela representada para a célula.

4ª Aula (50 min): Finalização e Apresentação dos Modelos

- Os modelos construídos pelos alunos foram apresentados destacando-se a função e importância da organela na célula eucarionte animal e vegetal. Após este momento, os alunos responderam novamente ao questionário.

Sequência Didática IV: Células Animais e Vegetais (Locais de Ocorrência da Replicação, Transcrição e Tradução)

1ª Aula (50 min): Apresentação do Tema e Sondagem Diagnóstica dos Conhecimentos Prévios

Na aula inaugural da Sequência Didática IV, cujo foco foi a compreensão dos locais de ocorrência da replicação, transcrição e tradução nas células animais e vegetais, foi adotada uma abordagem metodológica baseada no diálogo exploratório. A sondagem inicial dos conhecimentos prévios foi feita por meio de uma conversa orientada por duas perguntas-chave:

- “O que acontece quando a célula precisa se multiplicar?”
- “Como o DNA vira proteína?”

Essas questões funcionaram como disparadoras para a construção coletiva do tema, incentivando os alunos a acessarem e compartilharem conhecimentos prévios, ainda que de forma fragmentada, sobre os processos fundamentais da biologia celular.

2ª Aula (50 min): Reflexão Crítica dos Estudantes

- Foi utilizado o vídeo (disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=VI8KIsKzV0s>) sobre os processos de replicação, transcrição e tradução;
- Os alunos discutiram como cada processo contribui para a manutenção e funcionamento da célula.

3ª Aula (50 min): Confeção de Modelos sobre os Processos

- Os alunos construíram representações visuais desses processos com materiais como barbante, papel colorido e massa de modelar para representar o DNA, RNA e proteínas;

4ª Aula (50 min): Finalização e Discussão sobre os Modelos

- As representações feitas foram apresentadas discutindo-se o processo de replicação, transcrição ou tradução, com explicações sobre sua importância. Posteriormente foi aplicado o pós-teste.

Sequência Didática V: Processo de Divisão Celular (Mitose e Meiose) na Célula Animal

1ª Aula (50 min): 1ª Aula – Apresentação do Tema e Sondagem (50 min)

A aula foi iniciada com uma conversa orientadora sobre o processo de divisão celular, buscando identificar o que os alunos já sabiam sobre mitose e meiose. Foram propostas questões disparadoras como: “Por que as células precisam se dividir?” e “Existe diferença entre os tipos de divisão celular?”.

2ª Aula (50 min): Reflexão Crítica dos Estudantes

- Foi apresentado a animação (disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=p4qTpjtJS4o>) sobre mitose e meiose, levantando

questões como "Qual a importância da mitose e da meiose para os organismos multicelulares?";

- Os alunos debateram os estágios de cada tipo de divisão celular e sua importância para a reprodução e crescimento.

3ª Aula (50 min): Confeção de Modelos de Estágios da Divisão Celular

- Os alunos criaram modelos para representar cada fase da mitose e da meiose;
- Os modelos confeccionados representaram uma fase específica, como prófase, metáfase, anáfase e telófase, utilizando materiais alternativos.

4ª Aula (50 min): Finalização e Discussão sobre os Modelos

- Os alunos apresentaram os modelos estruturais confeccionados detalhando o que ocorre em cada etapa e sua importância no processo de divisão celular. Após este momento, os alunos responderam novamente ao questionário para avaliação da consolidação dos conhecimentos.
- Cada sequência didática foi aplicada em uma turma do ensino médio da escola tal, considerando as especificidades e realidades de cada grupo. Após a realização das sequências, os alunos foram convidados a responder a um questionário de avaliação da metodologia (APÊNDICE G), com o objetivo de avaliar a metodologia utilizada ao longo da intervenção pedagógica. Essa avaliação constituiu a terceira etapa da pesquisa e teve como foco a percepção dos estudantes quanto à motivação, imersão, desafio, habilidades desenvolvidas, interação social e conhecimento construído a partir das atividades realizadas.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

O presente estudo foi realizado em duas etapas: aplicação de um quiz para professores de Biologia e realização de cinco sequências didáticas com estudantes da Educação Básica da Escola Estadual Governador Lindenberg, localizada em Barra de São Francisco-ES. Ainda, ao final da proposta, considerou-se importante avaliar a metodologia aplicada, de modo que foi realizada uma avaliação com os alunos para coletar informações nesse sentido. Dessa forma, para melhor organização dos resultados obtidos, estes serão apresentados separadamente, contemplando, inicialmente, as informações coletadas na primeira etapa deste estudo (quiz) e, em seguida, as informações obtidas na segunda etapa (sequências didáticas), além da avaliação supracitada, acerca da metodologia adotada.

5.1 RESULTADOS OBTIDOS: QUIZ

Na aplicação do quiz, esperou-se que os professores pudessem contribuir sinalizando questões como existência de laboratório de ciências nas escolas em que atuam e temas com os quais os alunos apresentam maior dificuldade de aprendizado. Ao todo, participaram do quiz 10 (dez) professores de Biologia, e todas as respostas recebidas advêm da região sudeste brasileira, conforme apresentado na Tabela 1, a seguir.

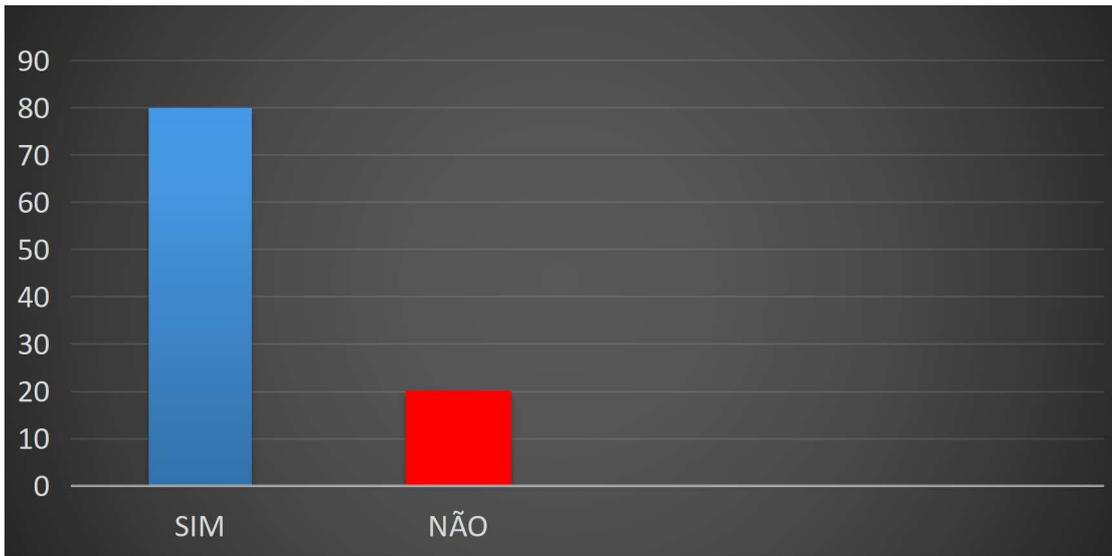
Tabela 1 - Localização das escolas onde atuam os professores colaboradores da pesquisa

Localização da Escola - Município/Estado	Quantitativo
Barra de São Francisco-ES	1
Central de Minas-MG	1
Governador Valadares-MG	3
Mantena-MG	1
Nova Venécia-ES	1
Ouro Verde de Minas-MG	1
São José da Safira-MG	1
Teófilo Otoni-MG	1

Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

Ao serem indagados por meio do quiz se realizam aulas práticas, os resultados obtidos foram os seguintes:

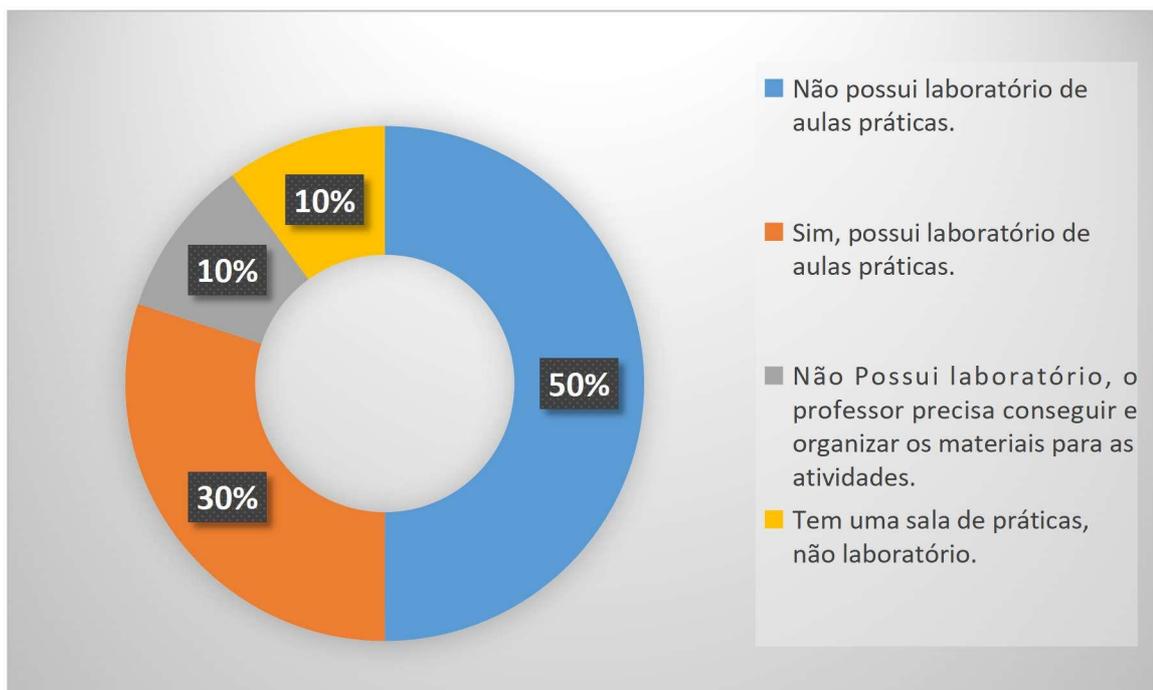
Gráfico 1 - Professor (a), as aulas práticas fazem parte da sua rotina de ensino?



Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

Como é possível constatar, a maioria dos professores (80%) participantes da pesquisa realizam aulas práticas, o que se constitui fator positivo, tendo em vista que estas aulas podem contribuir para o processo de ensino-aprendizado, possibilitando ao aluno a melhor assimilação dos conteúdos. Contudo, com relação à existência de laboratório para realização de aulas práticas/experimentos nas escolas, os participantes sinalizaram o seguinte:

Gráfico 2 - A escola em que trabalha possui laboratório para realização de aulas práticas/experimentos?

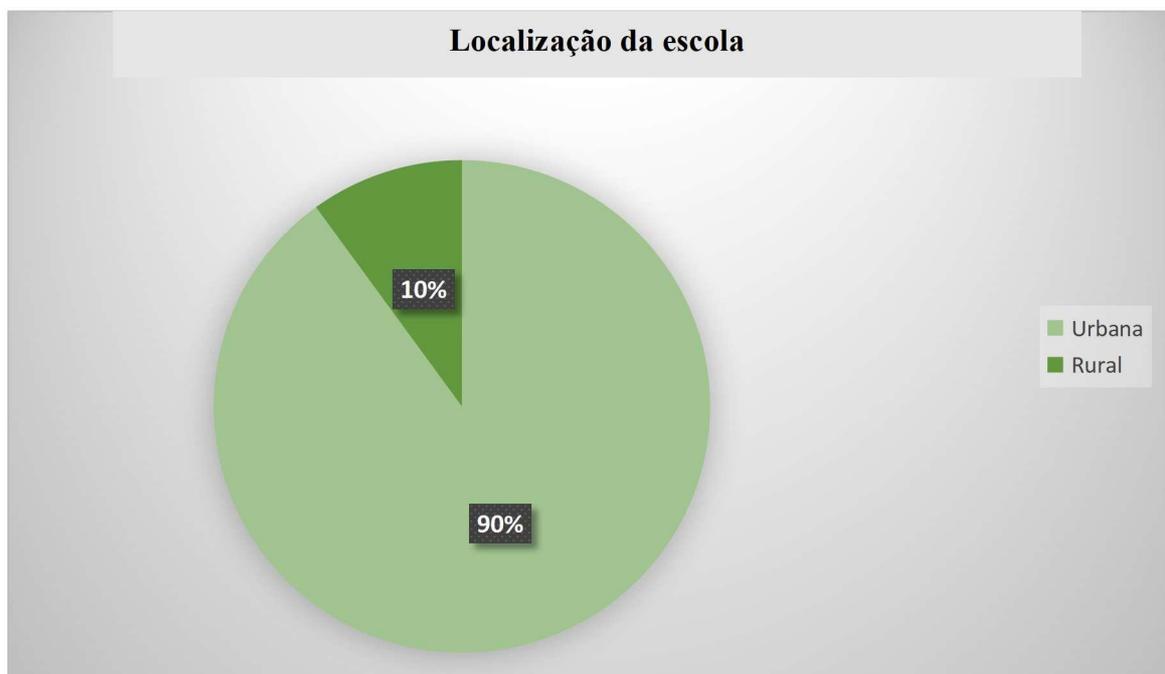


Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

Apenas 30% dos respondentes afirmaram a existência de laboratório para aulas práticas de Biologia, evidenciando a necessidade urgente de políticas públicas voltadas ao investimento em infraestrutura escolar. A falta de equipamentos e espaços adequados compromete o ensino, limitando metodologias investigativas e o contato dos alunos com experiências científicas — como o uso de microscópios. Ainda assim, 80% dos professores disseram realizar aulas práticas (Gráfico 1), o que revela uma contradição: muitas dessas atividades ocorrem graças ao esforço individual dos docentes, que improvisam com materiais alternativos ou custeiam do próprio bolso. Alves (2024) defende que os laboratórios são essenciais para uma aprendizagem ativa e significativa, aproximando os estudantes do fazer científico. A autora reconhece, porém, que esses espaços ainda enfrentam desafios e ressalta a importância do investimento público para garantir condições que favoreçam a criatividade, a participação e a integração entre teoria e prática no ensino de Ciências.

Sobre a localização das escolas e a jornada de tempo na instituição, a maioria está situada na zona urbana (Gráfico 3), sendo a jornada parcial (Gráfico 4), como pode ser constatado a seguir:

Gráfico 3 - Localização da Escola: zona rural ou zona urbana



Fonte: Elaboração própria com base nos resultados do quiz (2024) n = 10.

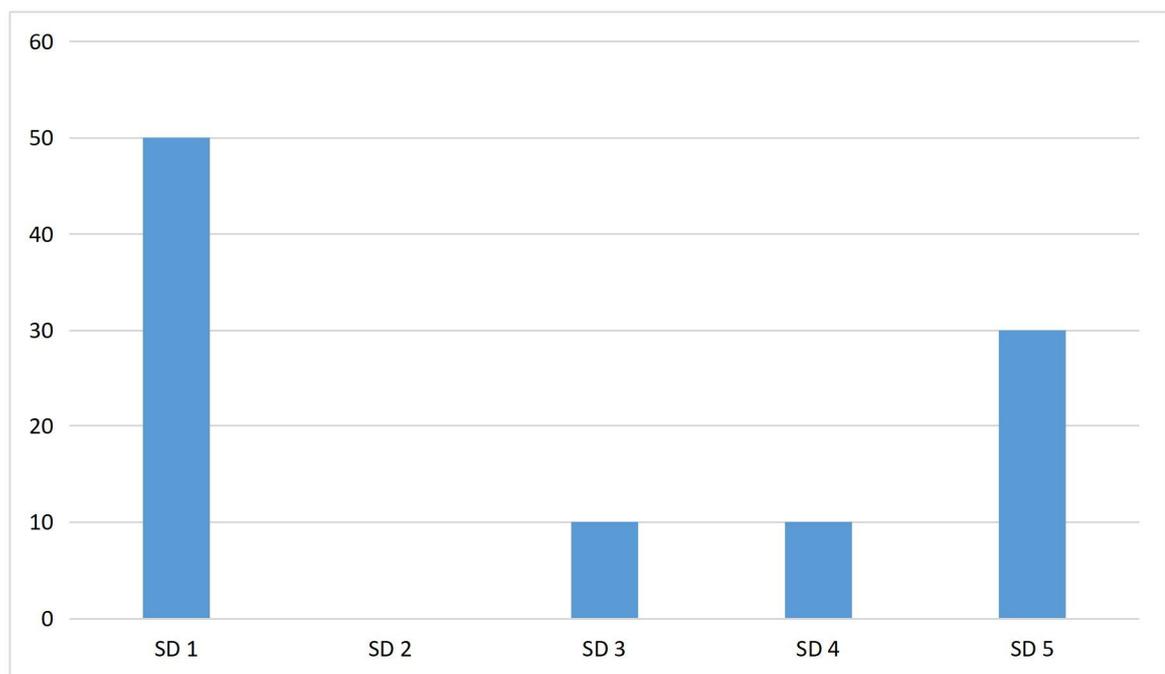
Gráfico 4 - Como é a jornada de tempo na escola em que leciona?



Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

Quanto às dificuldades de aprendizagem em Biologia Celular, os participantes apontaram os temas com maior grau de dificuldade para serem assimilados pelos alunos (Gráfico 5).

Gráfico 5 - Distribuição das Preferências Temáticas entre os Participantes (n = 10)



Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

Salgado e Gautério (2020) discutem que, embora o ensino de biologia seja muito importante para os indivíduos, a aprendizagem de determinados conceitos da Biologia, como Biologia Celular, é considerada muito complicada pelos alunos. Um dos fatores que dificultam a assimilação dos conteúdos. Segundo as autoras, é a visualização desses processos abstratos, o que torna o processo de aprendizado frustrante e desestimulante, devido à complexidade para compreendê-los, sem entendê-los, visualizá-los.

Nesse sentido, Vigario e Cicillini (2019) afirmam que as experiências vividas pelos alunos fazem parte do processo de aprendizagem, sendo importante valorizá-las, bem como o conjunto de ações inter-relacionadas. Assim, o professor deve deixar o lugar transmissor de conteúdos para contribuir com a construção de conhecimentos pelos alunos. Um passo nessa direção é estabelecer relações entre o conhecimento científico e aspectos do cotidiano, gerando a problematização do saber, incluindo o estudante no processo de ensino-aprendizagem, a fim de favorecer o seu desenvolvimento intelectual no contexto escolar.

Em vista do exposto, pode-se dizer que o ensino de Biologia, especificamente de Biologia Celular, pode ser realizado nas escolas por meio do uso de modelos estruturais, os quais aproximam o aluno dos conceitos abordados, facilitando a compreensão dos conteúdos por meio da visualização. Como avaliam Duarte e Santos (2022), por se tratarem de estruturas microscópicas e conteúdo complexo, o estudo da Biologia Celular por meio destes modelos pode promover a interação e melhor compreensão do aluno, sendo, também, um recurso viável para o professor, alunos e escola, haja vista que podem ser confeccionados com materiais acessíveis.

5.2 RESULTADOS: SEQUÊNCIAS DIDÁTICAS

A segunda etapa da pesquisa consistiu na realização de cinco sequências didáticas, sendo 5 aulas (50 min/aula) para cada tema sinalizados no quiz. Os recursos utilizados para a construção dos modelos estruturais em sala de aula foram materiais alternativos de fácil acesso, como papelão, isopor, tinta guache, papel brochura e biscuit, além de outros disponíveis no contexto escolar. A construção dos modelos foi executada de forma investigativa com os alunos, que participaram da criação do produto.

Na aplicação da aula prática, foram propostas sequências didáticas investigativas, apresentadas a seguir, envolvendo problematização inicial, levantamento de hipóteses e apresentação dos resultados/relatório. O objetivo foi avaliar se o uso de modelos estruturais por meio do ensino investigativo para o estudo de Biologia Celular é efetivo.

5.2.1 Sequência Didática I – Tipos e Funções das Principais Moléculas e Macromoléculas nas Células (Lipídios, Proteínas e Carboidratos)

1ª Aula – Sondagem e Introdução ao Tema (50 min)

A aula iniciou com uma conversa aberta para levantamento dos conhecimentos prévios dos alunos. Os estudantes associaram lipídios, proteínas e carboidratos a alimentos industrializados, dietas e rotinas alimentares. Essa escuta permitiu valorizar os saberes espontâneos e lançar questionamentos sobre a importância dessas moléculas para o corpo humano e para o funcionamento das células. Dentre os questionamentos que surgiram, destacaram-se: “Se o carboidrato dá energia, por que dizem que devemos cortar ele nas dietas?”, “As proteínas só servem para ganhar músculo?”, “Por que a gordura é considerada ruim se o nosso corpo também precisa dela?” e “Essas substâncias estão nas células ou só nos alimentos?”. Durante a conversa, os alunos espontaneamente relacionaram lipídios, proteínas e carboidratos a elementos presentes em alimentos industrializados, dietas alimentares e práticas do dia a dia. Esse momento foi essencial para valorizar os saberes prévios e culturais da turma, possibilitando ao professor lançar perguntas instigantes sobre a função dessas substâncias no corpo humano e no funcionamento celular. O tema foi formalizado pelo professor, promovendo conexões com o cotidiano e abrindo caminho para o aprofundamento dos conteúdos nas aulas seguintes.

2ª Aula – Reflexão Crítica dos Estudantes (50 min)

Após a exibição dos vídeos sugeridos, os alunos manifestaram surpresa ao descobrirem a presença das macromoléculas em funções vitais, como a formação das membranas celulares, a atuação das enzimas e a produção de energia. Em grupos, discutiram questões como: “Por que precisamos consumir proteínas todos os dias?” e “Como os carboidratos nos dão energia?”. Surgiram hipóteses como: “A proteína deve acabar rápido no corpo, por isso precisa repor todo dia” ou “Talvez o açúcar vire energia porque ele é doce e dá ânimo”. Além disso, os estudantes compartilharam relatos pessoais, como mudanças alimentares em casa por recomendação médica, dietas com restrição de gordura e o uso de suplementos por familiares que praticam musculação. A mediação do professor estimulou reflexões mais profundas, ajudando os alunos a relacionarem os conteúdos com a estrutura e o funcionamento celular, como o papel dos carboidratos na respiração celular, das proteínas na construção de tecidos e dos lipídios na formação da membrana plasmática.

3ª Aula – Construção de Modelos (50 min)

O grupo construiu modelos 3D das macromoléculas usando argila, palitos e massinha. Durante a montagem, os estudantes levantaram dúvidas como: “A forma enrolada da proteína ajuda a função dela?” e “Lipídios deixam a membrana flexível?”. A atividade manual favoreceu a construção de conceitos a partir da observação e da experimentação, com ênfase na colaboração entre os pares.

4ª Aula – Apresentação dos Modelos (50 min)

Na última aula da sequência, o grupo com seis integrantes apresentou o modelo tridimensional elaborado com argila, palitos e massinha, representando as estruturas das macromoléculas – lipídios, proteínas e carboidratos. Cada estudante ficou responsável por explicar uma parte da construção, destacando características estruturais e funcionais de cada molécula. Para tornar a apresentação mais concreta, os alunos trouxeram exemplares de alimentos que representam essas substâncias: óleo de soja (lipídios), clara de ovo e carne cozida (proteínas), além de pão e banana (carboidratos). As falas revelaram uma boa apropriação dos conceitos, com articulações pertinentes com o cotidiano. Um dos alunos relacionou a flexibilidade da membrana celular à função dos lipídios, explicando que a gordura presente nos óleos vegetais ajuda na formação dessa estrutura. Outro destacou o papel das proteínas na regeneração muscular, citando o uso de ovos e carnes em dietas de atletas locais. Também foi discutido o efeito dos carboidratos simples, como o pão branco, no aumento rápido da energia e na queda de concentração após o intervalo escolar. A apresentação demonstrou envolvimento, criatividade e capacidade de transpor o conhecimento científico para a realidade dos estudantes. Neste momento, foram registradas fotografias do modelo finalizado, da exposição oral e dos exemplares de alimentos utilizados, compondo parte do portfólio da prática pedagógica.

Figura 2 - Apresentação da temática desenvolvida ao longo da SDI



Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

5.2.2 Sequência Didática II – Células Procariontes (Bactérias e Arqueias)

1ª Aula – Sondagem e Introdução ao Tema (50 min)

A aula teve início com uma pergunta disparadora: *“O que vocês sabem sobre bactérias?”*. As respostas espontâneas dos alunos revelaram concepções ligadas principalmente à ideia de sujeira e doença. Entre as falas, destacaram-se: *“Bactéria é o que faz a gente ficar gripado”*, *“Tem que lavar bem as mãos para não pegar bactéria”* e *“Bactéria é o que estraga os alimentos”*. Quase nenhum estudante conhecia as arqueias, e quando perguntados, muitos responderam: *“Nunca ouvi falar disso”*. Esse momento inicial permitiu ao professor apresentar o tema da aula e despertar a curiosidade para explorar as diferenças entre esses dois grupos de seres vivos nas próximas atividades.

2ª Aula – Reflexão Crítica dos Estudantes (50 min)

Os alunos foram divididos em grupos e receberam imagens comparativas de bactérias e arqueias. A pergunta norteadora foi: *“Como as características desses seres os ajudam a sobreviver em seus ambientes?”*. A partir disso, surgiram hipóteses como: *“A forma delas deve influenciar na adaptação”*, *“Talvez a arqueia aguento calor porque tem uma parede celular diferente”*, *“Bactéria a gente conhece porque vive no nosso corpo, mas arqueia deve*

viver onde não tem nada”. Os alunos também relacionaram a discussão com o cotidiano, citando situações como a conservação de alimentos, a produção de iogurtes e as bactérias presentes no intestino. O debate favoreceu conexões entre aspectos morfológicos e ambientais, e ampliou a percepção dos estudantes sobre a diversidade da vida.

3ª Aula – Construção de Modelos (50 min)

Utilizando materiais simples como argila, palitos, tampinhas, EVA e papelão, os grupos construíram modelos tridimensionais de células procariontes. Alguns representaram bactérias, outros, arqueias. Durante a montagem, surgiram dúvidas e comparações, o que gerou ricas discussões entre os alunos. Um estudante comentou: *“A arqueia vive em lugar quente, então deve ter uma parede celular mais resistente”*. Outro completou: *“Por isso ela não morre no vulcão, igual mostraram na imagem”*. A atividade favoreceu a aprendizagem ativa e colaborativa, com os alunos manipulando materiais para representar estruturas celulares e refletindo sobre suas funções.

Figura 3 - Modelos estruturais em construção



Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

4ª Aula – Apresentação dos Modelos (50 min)

Cada grupo apresentou o modelo confeccionado, explicando as estruturas celulares representadas e destacando as diferenças entre bactérias e arqueias. Durante as apresentações,

os alunos utilizaram vocabulário científico em construção, com expressões como: *“Essa parte aqui é o material genético, que fica solto na célula”*, *“A arqueia tem membrana lipídica diferente, por isso sobrevive em lugares extremos”*, *“A bactéria tem parede de peptidoglicano, que é outra substância”*. As falas evidenciaram apropriação dos conceitos de forma significativa e conectada com os conteúdos trabalhados nas aulas anteriores. O professor mediou as explicações, sistematizando as informações e potencializando a análise feita pelos estudantes, sem desconsiderar suas formas de expressão.

Figura 4 - Apresentação da temática desenvolvida ao longo da SDI



Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

5.2.3 Sequência Didática III – Células Eucariontes Animal e Vegetal (Organelas Membranosas)

1ª Aula – Sondagem e Introdução ao Tema (50 min)

A aula foi iniciada com uma conversa informal sobre o que os estudantes já sabiam a respeito das células. Muitos já haviam ouvido falar do núcleo e o associaram à *“parte que comanda tudo na célula”*. Também mencionaram que a parede celular estaria presente apenas nas plantas. Um dos alunos comentou: *“A parede celular é tipo uma casca protetora que só a planta tem”*. Outro acrescentou: *“A célula animal deve ser mais mole, porque não tem essa parede”*. Com base nessas manifestações, o integrante responsável lançou perguntas

investigativas para estimular o pensamento científico: *“Por que será que só as plantas fazem fotossíntese?”* e *“Será que a célula animal tem vacúolo grande igual à vegetal?”*. As perguntas serviram como ponto de partida para as aulas seguintes e despertaram a curiosidade dos alunos. Uma resposta interessante foi: *“A planta faz fotossíntese porque tem clorofila, e a célula animal não”*.

2ª Aula – Reflexão Crítica dos Estudantes (50 min)

A continuidade da sequência envolveu a exibição de um vídeo educativo que abordava as organelas presentes nas células eucariontes. Após assistirem ao conteúdo audiovisual, os alunos foram estimulados a refletir e discutir oralmente com o integrante responsável pelas atividades. A conversa gerou inferências significativas. Um dos estudantes comentou: *“Se o cloroplasto faz energia com luz, então a planta não precisa comer igual a gente”*. Outro disse: *“A mitocôndria é tipo uma fábrica de energia e toda célula tem uma dessas”*. Essas falas demonstraram o início da apropriação dos conceitos e o reconhecimento da função especializada de cada organela. O integrante atuou como mediador, valorizando as inferências e incentivando novas perguntas que enriquecessem o debate.

3ª Aula – Construção de Modelos de Organelas (50 min)

Nesta etapa, os alunos foram convidados a construir modelos representando uma organela membranosas, como mitocôndria, cloroplasto ou complexo de Golgi. O integrante forneceu materiais acessíveis, como EVA, tampinhas, papelão, palitos e miçangas. Durante a confecção, os alunos faziam comentários e perguntas que revelavam conexões com os vídeos e discussões anteriores. Um estudante disse: *“A mitocôndria tem essas dobras para caber mais energia lá dentro, né?”*. Outro afirmou: *“O cloroplasto tem uns disquinhos empilhados, que acho que são os tilacoides”*. A atividade foi marcada por criatividade e envolvimento dos alunos, que colaboraram entre si na construção do conhecimento de forma concreta e significativa.

Figura 5 - Modelos estruturais em construção



Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

4ª Aula – Apresentações e Síntese (50 min)

Nesta etapa final da sequência, os alunos apresentaram os modelos das organelas que haviam construído nas aulas anteriores. Cada estudante explicou de forma breve o que aquela organela fazia e por que a representaram daquele jeito. Apesar da participação ser tímida, alguns alunos conseguiram relacionar as funções com o que tinham visto no vídeo. Um aluno disse, apontando para o modelo da mitocôndria: *“Ela serve pra dar energia pra célula”*. Outro comentou sobre o cloroplasto: *“É o que faz a planta usar luz pra fazer comida”*. As falas, mesmo simples, indicaram que alguns conceitos principais foram assimilados.

Durante as apresentações, o integrante responsável ajudou os alunos a completar suas ideias, fazendo perguntas diretas e incentivando-os a explicar com suas próprias palavras. Quando havia dúvidas, ele retomava trechos do vídeo ou usava o modelo para mostrar visualmente.

Figura 6 - Modelos estruturais finalizados



Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

5.2.4 Sequência Didática IV – Células Animais e Vegetais: Locais de Ocorrência da Replicação, Transcrição e Tradução

1ª Aula – Apresentação do Tema e Sondagem (50 min)

A aula teve início com uma conversa exploratória, em que o professor perguntou: “O que acontece quando a célula precisa se multiplicar?” e “Como o DNA vira proteína?”. Os alunos apresentaram respostas fragmentadas, mencionando “células se dividindo”, “formação do corpo” e “o DNA manda as coisas”. A escuta dessas falas permitiu ao professor identificar a necessidade de trabalhar os processos de replicação, transcrição e tradução de forma integrada, com linguagem acessível e visual. O objetivo era fazer com que os alunos percebessem como essas etapas se relacionam e garantem o funcionamento da célula.

2ª Aula – Reflexão Crítica dos Estudantes (50 min)

Na segunda aula, foi exibido um vídeo explicativo sobre os processos de replicação, transcrição e tradução. As animações despertaram a curiosidade dos alunos, que se surpreenderam ao perceber que a célula é capaz de produzir suas próprias proteínas. Um dos comentários foi: “Achei que proteína era só o que a gente comia, não sabia que a célula fazia isso também”. Outro estudante perguntou: “Se errar na cópia do DNA, a célula nasce com defeito?”. Essas observações mostraram que, apesar das dificuldades, os alunos estavam atentos e começavam a construir relações entre os conteúdos.

Durante o diálogo, alguns alunos se lembraram de uma atividade anterior, também conduzida pelo professor, em que esse mesmo tema foi abordado por meio de uma sequência didática investigativa com o simulador virtual PhET Colorado. Essa recordação favoreceu a retomada dos conceitos e facilitou a compreensão dos processos apresentados no vídeo. O professor utilizou essas conexões para reforçar os principais pontos, esclarecer dúvidas e incentivar novas perguntas.

3ª Aula – Construção de Modelos (50 min)

Os estudantes, organizados em grupos, criaram representações visuais dos processos de replicação, transcrição e tradução usando barbante, papel e massa de modelar. A criatividade dos modelos refletia a compreensão em construção. Um grupo usou dois fios entrelaçados com letras para representar o DNA sendo “aberto” na replicação. Durante a montagem, alunos comentaram: “A gente tá desenrolando o DNA igual no vídeo!”.

Figura 7 - Modelos estruturais em construção



Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

4ª Aula – Apresentações e Discussão (50 min)

Na apresentação dos modelos, os grupos explicaram onde ocorrem os processos e como eles se articulam. As falas revelaram apropriação do conteúdo, ainda que com linguagem em transição entre o cotidiano e o científico. A mediação do professor valorizou cada

apresentação, ampliando os conceitos e destacando os acertos e conexões feitas pelos alunos, reforçando a importância da escuta e da validação dos saberes em construção.

5.2.5 Sequência Didática V – Processo de Divisão Celular (Mitose e Meiose) na Célula Animal

1ª Aula – Apresentação do Tema e Sondagem (50 min)

A aula teve início com a apresentação do tema “divisão celular” por meio de uma conversa exploratória. Foram lançadas perguntas instigantes como: “O que faz uma célula se dividir?” e “Será que todas as células se dividem da mesma forma?”, com o objetivo de ativar os saberes prévios dos estudantes e estimular a reflexão crítica sobre o tema.

Alguns alunos participaram timidamente, demonstrando conhecimentos fragmentados. Um estudante respondeu: “É quando a célula se parte em duas”, enquanto outro mencionou: “Acho que isso acontece quando a gente cresce”. Poucos souberam diferenciar mitose de meiose, mas um aluno comentou: “Já ouvi falar que uma é pra fazer filho e outra é pra crescer”.

Essas contribuições foram registradas oralmente pelo professor e anotadas brevemente para uso no planejamento das próximas aulas. Foi possível perceber que a maioria dos alunos ainda não compreendia claramente os conceitos nem a importância dos processos de divisão celular. Com base nessa escuta, organizou-se um grupo com os seis estudantes da turma para uma futura atividade investigativa. A aula foi finalizada com a contextualização do desafio que será aprofundado em colaboração pelo grupo, sem antecipar explicações conceituais, mantendo o foco no levantamento de hipóteses e na construção ativa do conhecimento.

2ª Aula – Reflexão Crítica dos Estudantes (50 min)

Os estudantes assistiram à animação indicada e foram convidados a discutir, em grupos, a pergunta geradora: “Por que a mitose e a meiose são essenciais para a vida dos organismos?”. As respostas revelaram o entendimento de que a mitose está relacionada ao crescimento e à regeneração e que a meiose é fundamental para a formação dos gametas. Surgiram falas como: “A mitose é quando a célula se copia” e “Na meiose mistura tudo pra formar o bebê”, apontando uma compreensão inicial dos conceitos.

3ª Aula – Construção de Modelos das Fases da Divisão Celular (50 min)

Cada grupo ficou responsável por representar uma fase específica da mitose ou da meiose (prófase, metáfase, anáfase, telófase), utilizando materiais recicláveis e acessíveis. Durante a atividade, os alunos comparavam as fases e identificavam suas diferenças: “Na meiose tem duas divisões, né?”, “Na mitose não mistura os cromossomos da mãe e do pai”. A construção dos modelos favoreceu a aprendizagem visual e colaborativa.

Figura 8 - Modelos estruturais em construção



Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

4ª Aula – Apresentações e Debate Final (50 min)

Na finalização da sequência, os grupos apresentaram seus modelos estruturais e explicaram os eventos celulares representados. O professor mediou as falas, incentivando a comparação entre mitose e meiose e destacando os avanços na linguagem e na articulação conceitual dos alunos. O uso de exemplos cotidianos, como cicatrização e reprodução, ajudou a consolidar o aprendizado de forma significativa e contextualizada.

Figura 9 - Modelos estruturais finalizados



Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

Ao longo da aplicação das cinco Sequências Didáticas investigativas, foi possível perceber que metodologias ativas, como a construção de modelos estruturais e o trabalho colaborativo, contribuíram significativamente para o engajamento e a compreensão dos conteúdos de Biologia Celular por parte dos estudantes envolvidos, oriundos de diferentes turmas. A diversidade do grupo, inicialmente um desafio, acabou por enriquecer as trocas e reflexões, já que cada aluno trouxe diferentes vivências escolares e interpretações. O uso de materiais simples, combinados a uma linguagem acessível e a propostas concretas, facilitou o entendimento de temas abstratos e promoveu maior participação nas atividades.

A experiência também evidenciou a importância de criar espaços em que os estudantes possam experimentar, questionar, errar e reconstruir ideias coletivamente. A abordagem investigativa incentivou a autonomia e o pensamento crítico, promovendo não apenas a assimilação de conteúdos, mas também o envolvimento com o processo de aprendizagem. Com base nessa vivência, reforça-se a necessidade de um ensino que valorize a experimentação, a escuta e a construção conjunta do conhecimento, respeitando o ritmo e o contexto dos estudantes.

5.3 AVALIAÇÃO DA CONSTRUÇÃO DO CONHECIMENTO E DA METODOLOGIA APLICADA

A fim de compreender os impactos da proposta didática desenvolvida, esta seção apresenta uma análise detalhada dos efeitos da Sequência Didática (SD) tanto na construção do conhecimento dos estudantes quanto na percepção dos mesmos sobre a metodologia utilizada. Considerando que o ensino de Biologia Celular apresenta desafios relacionados à

abstração dos conteúdos e à falta de recursos práticos no cotidiano escolar, torna-se essencial investigar em que medida estratégias baseadas em metodologias ativas, como a construção de modelos estruturais, podem favorecer uma aprendizagem mais significativa. Para isso, foram realizados instrumentos avaliativos quantitativos e qualitativos que permitiram observar a evolução do desempenho dos alunos, bem como sua percepção quanto à efetividade, à clareza e à aplicabilidade da abordagem adotada.

5.3.1 Avaliação da construção do conhecimento

Como forma de avaliar se houve construção significativa do conhecimento a partir da aplicação da Sequência Didática (SD), os estudantes foram convidados a responder um questionário com 20 questões objetivas sobre diferentes aspectos da Biologia Celular. A atividade avaliativa foi aplicada em dois momentos: antes do início das aulas práticas (pré-teste) e após sua finalização (pós-teste), com o objetivo de mensurar avanços na aprendizagem dos participantes.

No pré-teste, 11 alunos — o equivalente a 37% do total de participantes ($n = 30$) — obtiveram acertos satisfatórios. Esse resultado inicial evidenciava dificuldades na compreensão de temas complexos, como síntese proteica, diferenciação entre tipos celulares e funcionamento das organelas. Após a vivência prática com a SD, no entanto, o número de alunos com bom desempenho dobrou, alcançando 22 estudantes (73%) no pós-teste, o que representa um crescimento de 36 pontos percentuais.

Esse avanço significativo está diretamente relacionado à proposta metodológica adotada, que utilizou a construção de modelos estruturais como recurso central. Ao manipular materiais acessíveis (como papelão, barbante e palitos) e representar processos celulares — como mitose, meiose, replicação, transcrição e tradução — os alunos conseguiram visualizar e internalizar conceitos abstratos que antes pareciam distantes de sua realidade.

Além disso, observou-se que os temas com maior incremento de acertos no pós-teste foram justamente aqueles que, segundo respostas fornecidas por professores em questionário prévio, foram considerados mais adequados para o uso de aulas práticas. Essa coincidência reforça a ideia de que metodologias ativas, com foco em experiências concretas, favorecem a compreensão de conteúdos que apresentam maior complexidade conceitual.

A correspondência entre a percepção dos professores e os resultados dos alunos evidencia a relevância de alinhar estratégias metodológicas ao perfil dos conteúdos trabalhados. Aulas práticas, mesmo em contextos com pouca infraestrutura laboratorial, mostraram-se eficazes ao promoverem participação ativa, colaboração entre os estudantes e reflexão crítica. Assim, o

desempenho no pós-teste não só valida a proposta da SD, mas também reforça a importância do uso de recursos visuais e táteis na promoção da aprendizagem significativa em Biologia Celular.

Tabela 2 – Comparativo de desempenho dos alunos nos testes de avaliação antes e após a aplicação da Sequência Didática (SD)

Etapa da Avaliação	Alunos que Acertaram (n)	Percentual de Acertos (%)
Pré-teste	11 alunos	37%
Pós-teste	22 alunos	73%

Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

Dessa maneira, os dados sugerem que a opinião dos professores no quiz sobre a viabilidade de certos temas para aulas práticas se refletiu nos melhores resultados de aprendizagem dos alunos, destacando a importância de considerar a percepção docente no planejamento de sequências didáticas eficazes.

5.3.2 Avaliação da metodologia

Ainda, após a realização das sequências didáticas, foi realizada uma terceira etapa, correspondente à avaliação sobre a metodologia aplicada na pesquisa, na qual os alunos responderam ao questionário apresentado a seguir (Tabela 2). Abaixo, o questionário foi preenchido com a média apresentada pela turma.

Tabela 3 - Avaliação aplicada aos estudantes participantes da pesquisa

<i>Categoria</i>	<i>Questão resumida</i>	<i>Média</i>
<i>MOTIVAÇÃO</i>	A metodologia capturou minha atenção	6,3
	A temática ampliou meus conhecimentos prévios	6,1
	O conteúdo apresentado é relevante para meus interesses	5,9
	A metodologia foi difícil de compreender	2,0
	Tive dificuldades para entender a proposta	2,2
	Senti realização ao participar da proposta	6,4
	Aprendi coisas inesperadas	6,0
<i>EXPERIÊNCIA DO USUÁRIO</i>	Me senti bem ao completar a proposta	6,5
	Não percebi o tempo passar durante as aulas	5,7
	Me esforcei para ter bons resultados	5,9
	Tive vontade de desistir	2,5
	Me senti estimulado a aprender mais	6,2
	Não me senti ansioso ou entediado	5,8
	O trabalho com modelos me manteve curioso e	6,3

CONHECIMENTO	motivado	
	A proposta foi desafiadora na medida certa	6,0
	Alcancei os objetivos do trabalho	6,1
	Me senti competente	5,8
	Percebi progresso durante as práticas	6,0
	Colaborei no desenvolvimento do trabalho	6,4
	Lembro mais informações sobre células após o trabalho	6,2
	Compreendo melhor a importância de disseminar esse conhecimento como cidadão	6,0

Fonte: Adaptado de Savi *et al.* (2020).

Em vista do exposto, pode-se afirmar que os alunos participantes da pesquisa ficaram satisfeitos com a metodologia aplicada, sentindo-se confiantes durante o processo e, dentre outras questões, conseguiram assimilar bem os conteúdos abordados, traçando a relação entre os temas e a realidade da qual fazem parte. Nessa perspectiva, entende-se que o uso de modelos estruturais no ensino de Biologia Celular contribui para o melhor entendimento dos conteúdos pelos estudantes, tendo em vista a possibilidade de visualização de estruturas que, por métodos tradicionalmente utilizados (como uso do caderno e livro didático), não é possível perceber com tanta nitidez e riqueza de detalhes.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Por meio desta pesquisa, que teve como principal objetivo promover, por meio do ensino investigativo, a aprendizagem dos estudantes a partir da elaboração de modelos estruturais para o ensino de Biologia Celular na Educação Básica, buscou-se responder à seguinte questão: como o uso de modelos estruturais no ensino de Biologia, por meio de uma proposta de ensino investigativo, pode contribuir para a aprendizagem dos alunos na Educação Básica, considerando os conteúdos de Biologia Celular?

A partir do estudo realizado, que contou com duas etapas investigativas (quiz virtual aplicado com professores de Biologia e realização de sequências didáticas com alunos do Ensino Médio regular), pôde-se constatar que a maioria das escolas não conta com laboratório de ciências e/ou equipamentos adequados para as aulas de Biologia, o que dificulta a assimilação dos conteúdos por parte dos alunos, tendo em vista a ausência ou pouca frequência de aulas práticas.

Apesar de os laboratórios de ciências serem muito importantes para a promoção da aprendizagem significativa, o uso de modelos estruturais se constitui em alternativa promissora para o ensino de Biologia Celular, promovendo a melhor assimilação dos

conteúdos pelos alunos, que, uma vez envolvidos no processo de elaboração destes modelos, conseguem visualizar estruturas antes consideradas complexas, o que facilita a construção do conhecimento. Além disso, a partir da elaboração desses modelos, aliada a um ensino por investigação, é possível desenvolver habilidades como criatividade, criticidade e problematização dos conteúdos pelos estudantes, colocando o aluno na posição de partícipe do processo de ensino-aprendizagem.

No entanto, para que esses modelos sejam efetivos, importa que o professor atue como mediador do conhecimento, criando estratégias para envolver os alunos nas discussões. O uso de metodologias consideradas tradicionais, sem que haja o aprofundamento dos debates e a contextualização dos conteúdos, por exemplo, ainda é muito comum nas escolas, o que torna o ensino pouco interessante para os discentes. Nesse sentido, é preciso romper com esses métodos de ensino, compreendendo o processo de aprendizagem como uma troca, sem descartar nenhum tipo de contribuição – seja os conhecimentos prévios dos alunos, os saberes do senso comum ou as informações trazidas pelos professores e pela ciência.

Em vista do exposto, entende-se que o uso de modelos estruturais pode favorecer o ensino de Biologia Celular, tornando-se um recurso atrativo e enriquecedor para as aulas de Biologia. Como possibilidades de desdobramentos da pesquisa, pode-se propor novas investigações sobre a elaboração de modelos estruturais digitais, explorando-se o uso das tecnologias na sala de aula; o uso de modelos estruturais para o ensino de outros conteúdos, como Biologia Molecular; e a viabilidade de formações continuadas para professores da área, interessados em aplicar esta metodologia em sala de aula.

Longe de esgotar os debates sobre o tema, espera-se que esta pesquisa possa contribuir com professores de Biologia que atuam em escolas onde não há laboratórios e/ou equipamentos adequados, favorecendo a dinamização das suas aulas, promovendo a aprendizagem dos alunos por meio do ensino por investigação e uso de modelos estruturais para o ensino de Biologia Celular.

RERÊNCIAS

- ALVES, B. S. **A importância do uso do laboratório de ciências no ensino fundamental.** Ciências Biológicas, v. 28, n. 131, fev. 2024. Disponível em: <https://revistaft.com.br/a-importancia-do-uso-do-laboratorio-de-ciencias-no-ensino-fundamental%C2%B9/>. Acesso em: 18 jan. 2025.
- AMATUZZI, M. L. L.; BARRETO, M. do C. C.; LITVOC, J.; LEME, L. E. G. **Linguagem metodológica – parte 1.** Acta Ortopédica Brasileira, v. 14, n. 1, p. 53-56, 2006. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/aob/a/MpfjcFTVDyHrCHzyXYBxJ3b/?format=pdf>. Acesso em: 18 jan. 2025.
- ANDRADE, T. Y. I.; COSTA, M. B. **O laboratório de ciências e a realidade dos docentes das escolas estaduais de São Carlos – SP.** Química Nova na Escola, v. 38, n. 3, p. 208-214, 2016.
- BELOTTI, S. H. A.; FARIA, M. A. **Relação professor-aluno.** Saberes da Educação, v. 1, n. 1, p. 01-12, 2010.
- BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular (BNCC).** Brasília: MEC/CONSED/UNDIME, 2018. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/>. Acesso em: 26 ago. 2023.
- BRASIL. Lei n. 13.415, de 16 de fevereiro de 2017. **Presidência da República, Secretaria-Geral, Subchefia para Assuntos Jurídicos,** 2017. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2017/lei/113415.htm. Acesso em: 22 jan. 2025.
- BRASIL. Lei n. 9.394, de 20 de dezembro de 1996. **Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. Presidência da República, Casa Civil,** 1996. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19394.htm. Acesso em: 07 jan. 2025.
- BRASIL. **Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica.** Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio. Brasília: MEC/SEMTEC, 1999.
- BRASIL. **Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica.** PCN+ Ensino Médio: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais – Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília: MEC/SEMTEC, 2002.
- BRASIL. **Secretaria de Educação Básica.** Orientações curriculares para o ensino médio: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília: MEC/SEMTEC, 2006. v. 2. 135 p. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/book_volume_02_internet.pdf. Acesso em: 18 jan. 2025.
- BRASIL. **Secretaria de Educação Fundamental.** Parâmetros Curriculares Nacionais: Ciências Naturais. Brasília: MEC/SEF, 1997. 136 p.

- CARVALHO, A. M. P.** O ensino de Ciências e a proposição de sequências de ensino investigativas. In: CARVALHO, A. M. P. (org.). **Ensino de Ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula**. São Paulo: Cengage Learning, 2013. p. 1-20.
- COSTA, A. C. G.** Protagonismo juvenil: adolescência, educação e participação democrática. Salvador: Fundação Odebrecht, 2000.
- DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A. P.; PERNAMBUCO, M. M.** Ensino de Ciências: fundamentos e métodos. 4. ed. São Paulo: Cortez, 2011.
- DUARTE, A. C. O.; SANTOS, L. C.** Uso de modelos tridimensionais no ensino superior nas disciplinas de embriologia, citologia, genética e biologia molecular. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 12, e590111235215, p. 1-19, 2022. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/35215/29412>. Acesso em: 18 jan. 2025.
- GIANI, K.** A experimentação no ensino de ciências: possibilidades e limites na busca de uma aprendizagem significativa. 2010. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) – **Universidade de Brasília**, Brasília, 2010.
- GOVERNO DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO.** Barra de São Francisco. **Descubra o Espírito Santo**, 2025. Disponível em: <https://descubraoespiritosanto.es.gov.br/cidades/barra-de-sao-francisco>. Acesso em: 18 jan. 2025.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.** Barra de São Francisco. **Cidades e Estados**, 2023. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/es/barra-de-sao-francisco.html>. Acesso em: 18 jan. 2025.
- INEP. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira.** EEEFM Governador Lindenberg. **QEdu**, 2023. Disponível em: <https://qedu.org.br/escola/32000979-eeefm-governador-lindenberg/censo-escolar>. Acesso em: 18 jan. 2025.
- LARROYD, L. M.; DUSO, L.** Os documentos curriculares nacionais e o ensino de Ciências e Biologia. **Revista Insignare Scientia**, v. 5, n. 3, p. 174-191, maio/ago. 2022.
- LEITE, P. R. M.; ANDRADE, A. O. de.** Importância do ensino prático nas aulas de ciências no ensino fundamental. **Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento**, v. 4, n. 7, p. 136-152, jul. 2019. Disponível em: <https://www.nucleodoconhecimento.com.br/educacao/ensino-pratico-nas-aulas>. Acesso em: 18 jan. 2025.
- LIMA, L. R. et al.** A experimentação como método de ensino no ensino de ciências e biologia. **Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento**, v. 6, n. 9, p. 1-16, set. 2021. Disponível em: <https://www.nucleodoconhecimento.com.br/educacao/ensino-de-ciencias-e-biologia>. Acesso em: 18 jan. 2025.

- LORENZETTI, L.; DELIZOICOV, D.** O ensino por investigação no contexto da abordagem CTS. In: **DELIZOICOV, D.; SILVA JUNIOR, C. L.; MORAES, R.** (org.). **Ensino de Ciências: fundamentos e métodos**. 3. ed. São Paulo: Cortez, 2009. p. 111-131.
- LUZ, M. R. M. P.** Metodologias de ensino na formação de professores de ciências: a abordagem da história e filosofia da ciência. **Ciência & Educação**, v. 8, n. 1, p. 23-36, jan./jun. 2002. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ciedu/a/4KqnMqXpT7HpYFgiptmZ6Hp/?format=pdf>. Acesso em: 18 jan. 2025.
- MENDONÇA, A. V. R.** A experimentação no ensino de ciências e biologia: aspectos históricos e tendências. **Revista Ciência em Extensão**, v. 9, n. 1, p. 111-120, jan./jun. 2013. Disponível em: https://ojs.unesp.br/index.php/revista_proex/article/view/905/953. Acesso em: 18 jan. 2025.
- MOURA, C. B. P.** A construção do conhecimento científico por meio do ensino investigativo: reflexões sobre a prática docente. **Revista Ensino de Ciências e Humanidades**, v. 23, n. 2, p. 65-82, 2022. Disponível em: <https://revistas.uneb.br/index.php/cienciasehumanidades/article/view/15702>. Acesso em: 18 jan. 2025.
- MUNFORD, D.** Aprendizagem baseada em investigação. In: **MUNFORD, D.; GARRAFFONI, R.** (org.). **Educação em Ciências: fundamentos e práticas baseadas em pesquisa**. São Paulo: Loyola, 2013. p. 73-94.
- NUNES, A. R. D.; NASCIMENTO, L. R. S. do.** A experimentação no ensino de ciências: uma revisão sistemática da literatura brasileira (2009–2018). **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 21, e35012, p. 1-23, 2021. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbpec/a/9FfQpq8HnQWZmRn Cz3rq88H/?lang=pt>. Acesso em: 18 jan. 2025.
- PEREIRA, J. E. et al.** A experimentação no ensino de ciências como estratégia para a aprendizagem significativa. **Revista Educação e Fronteiras**, v. 11, n. 32, p. 106-125, maio/ago. 2021. Disponível em: <https://periodicosonline.uems.br/index.php/fronteiras/article/view/6037/4577>. Acesso em: 18 jan. 2025.
- PONTUSCHKA, N. N.** A experimentação no ensino de ciências: uma proposta para o ensino fundamental. **Ciência & Ensino**, v. 1, p. 1-10, 2019.
- ROSA, D. M.; SANTOS, C. C.** Ensino de biologia celular: uma proposta investigativa com uso de modelos tridimensionais. **Revista Ensino em Perspectivas**, v. 2, n. 1, p. 22-34, 2021. Disponível em: <https://revistas.ufpi.br/index.php/revistaensinoemperspectivas/article/view/10732/6947>. Acesso em: 18 jan. 2025.

SANTOS, M. F. B. dos et al. A importância da experimentação no processo ensino-aprendizagem de ciências. **Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento**, v. 6, n. 11, p. 1-18, nov. 2021. Disponível em:

<https://www.nucleodoconhecimento.com.br/educacao/ensino-aprendizagem-de-ciencias>.

Acesso em: 18 jan. 2025.

SANTOS, N. R. et al. O uso de modelos didáticos tridimensionais no ensino de ciências e biologia. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, v. 14, n. 2, p. 111-124, 2021. Disponível em: <https://revistas.utfpr.edu.br/rbect/article/view/14263>. Acesso em: 18 jan. 2025.

SOUZA, D. N. de. Sequência didática investigativa no ensino de ciências: contribuições para a aprendizagem significativa. **Revista Educação em Questão**, v. 59, n. 57, p. 1-24, jan./abr. 2021. Disponível em: <https://periodicos.ufrn.br/educacaoemquestao/article/view/20379>.

Acesso em: 18 jan. 2025.

TIBALLI, E.; LEAL, M. C. Ensino de Ciências por investigação: possibilidades de ressignificar práticas escolares. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 20, n. 2, p. 112-134, 2015. Disponível em: <https://www.if.ufrgs.br/ienci/article/view/663/464>. Acesso em: 18 jan. 2025.

APÊNDICES

APÊNDICE A – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO/RESPONSÁVEIS

O menor _____, sob sua responsabilidade, está sendo convidado (a) como voluntário(a) a participar da pesquisa “**CONSTRUÇÃO DE MODELOS ESTRUTURAIS NO ENSINO DE BIOLOGIA CELULAR**”. O motivo que nos leva a realizar esta pesquisa é propor melhorias no ensino. Nesta pesquisa pretendemos buscar melhorias no ensino de novas práticas e estratégias pedagógicas para o ensino de Biologia, através de uma perspectiva investigativa de aprendizagem.

Caso você concorde na participação do menor ele terá participação ativa na confecção de material didático de aulas práticas juntamente com o professor de Biologia para estudo e representação: 1) Dos diferentes tipos de células; 2) Das moléculas e macromoléculas encontradas nas células; 3) Dos processos de replicação, transcrição e tradução; 4) Da divisão celular (mitose) da célula animal e vegetal, destacando as principais diferenças entre os dois tipos celulares durante este processo; 5) Da divisão celular (meiose) da célula animal, destacando o papel da molécula de DNA no armazenamento das informações genéticas, bem como a relação entre material genético e as semelhanças físicas compartilhadas entre pais e seus descendentes, destacando a importância dos eventos de crossing over e a segregação cromossomal no processo de divisão celular para geração de variabilidade genética animal. Para confecção do material didático o menor trabalhará com papelão, tinta guache, papel brochura e biscoito.

Esta pesquisa tem alguns riscos mínimos, que são: 1) A possibilidade de identificação dos participantes; 2) Trazer contrariedade e despertar o desejo da não participação do menor; 3) Risco do menor apresentar algum tipo de alergia dos materiais utilizados na confecção do material didático (tinta guache e massinha de biscoito). Para diminuir a chance desses riscos numerados anteriormente acontecerem, as formas de minimização (medidas adotadas serão): 1) Os materiais que possam identificar o menor serão mantidos sob sigilo pelos pesquisadores; 2) Caso a pesquisa traga contrariedade e desperte o desejo da não participação do menor, ele poderá deixar a pesquisa quando desejar, bastando o responsável retirar seu consentimento ou interromper a sua participação a qualquer momento; 3) Caso ocorra algum tipo de alergia do material utilizado (tinta guache e massinha de biscoito), no ambiente escolar, o aluno que estará sob supervisão da professora de Biologia encerrará imediatamente a atividade com o referido material e será orientado a lavar imediatamente as suas mãos e não manipulará mais estes materiais.

A pesquisa pode ajudar a facilitar o processo de ensino aprendizagem de forma lúdica na construção do conhecimento em relação ao estudo da Biologia Celular. Além disso, irá proporcionar ao menor o protagonismo na construção do seu próprio conhecimento, tornando, as aulas mais prazerosas e atrativas, despertar o interesse do menor pela Biologia, melhorando seu desempenho acadêmico.

Para participar desta pesquisa, o menor sob sua responsabilidade e você não irão ter nenhum custo, nem receberão qualquer vantagem financeira. Apesar disso, se o menor tiver algum dano por causa das atividades que fizemos com ele nesta pesquisa, ele tem direito a buscar indenização.

O menor e você terão todas as informações que quiser sobre esta pesquisa e estará livre para participar ou recusar-se a participar. Você como responsável pelo menor poderá retirar seu consentimento ou interromper a participação dele a qualquer momento. Mesmo que você queira deixá-lo participar agora, você pode voltar atrás e parar a participação a qualquer momento. A participação dele é voluntária e o fato em não o deixar participar não vai trazer qualquer penalidade ou mudança na forma em que ele é atendido. Os resultados da pesquisa estarão à sua disposição quando finalizada. O nome ou o material que indique a participação do menor não será liberado sem a sua permissão. O menor não será identificado em nenhuma publicação.

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

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

Barra de São Francisco, _____ de _____ 2024.

Assinatura do (a) participante

Assinatura do (a) Pesquisador

Pesquisador Responsável: Professora Dr^a. Fernanda Souza de Oliveira Assis

E-mail: fernanda.oliveira@ufjf.br

Universidade Federal de Juiz de Fora - *Campus* Governador Valadares

Avenida Moacir Paleta, 1.167 - São Pedro, Governador Valadares - MG, CEP: 35020-360

APÊNDICE B - TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Você está sendo convidado (a) como voluntário (a) a participar da pesquisa **“CONSTRUÇÃO DE MODELOS ESTRUTURAIS NO ENSINO DE BIOLOGIA CELULAR”**. O motivo que nos leva a realizar esta pesquisa é propor melhorias no ensino. Nesta pesquisa pretendemos buscar melhorias no ensino da educação em saúde através de uma perspectiva investigativa de aprendizagem.

Caso você concorde em participar, você terá participação ativa na confecção de material didático de aulas práticas juntamente com o professor de Biologia para estudo e representação: 1) Dos diferentes tipos de células; 2) Das moléculas e macromoléculas encontradas nas células; 3) Dos processos de replicação, transcrição e tradução; 4) Da divisão celular (mitose) da célula animal e vegetal, destacando as principais diferenças entre os dois tipos celulares durante este processo; 5) Da divisão celular (meiose) da célula animal, destacando o papel da molécula de DNA no armazenamento das informações genéticas, bem como a relação entre material genético e as semelhanças físicas compartilhadas entre pais e seus descendentes, destacando a importância dos eventos de crossing over e a segregação cromossomal no processo de divisão celular para geração de variabilidade genética animal. Para confecção do material didático o menor trabalhará com papelão, tinta guache, papel brochura e biscuit.

Esta pesquisa tem alguns riscos mínimos, que são: 1) A possibilidade de identificação dos participantes; 2) Trazer contrariedade e despertar o desejo da não participação do menor; 3) Risco do menor apresentar algum tipo de alergia dos materiais utilizados na confecção do material didático (tinta guache e massinha de biscuit). Para diminuir a chance desses riscos numerados anteriormente acontecerem, as formas de minimização (medidas adotadas serão): 1) Os materiais que possam identificar o menor serão mantidos sob sigilo pelos pesquisadores; 2) Caso a pesquisa traga contrariedade e desperte o desejo da não participação do menor, ele poderá deixar a pesquisa quando desejar, bastando o responsável retirar seu consentimento ou interromper a sua participação a qualquer momento; 3) Caso ocorra algum tipo de alergia do material utilizado (tinta guache e massinha de biscuit), no ambiente escolar, o aluno que estará sob supervisão da professora de Biologia encerrará imediatamente a atividade com o referido material e será orientado a lavar imediatamente às suas mãos e não manipulará mais estes materiais.

A pesquisa pode ajudar a facilitar o processo de ensino aprendizagem de forma lúdica na construção do conhecimento em relação ao estudo da Biologia Celular. Além disso, irá proporcionar ao menor o protagonismo na construção do seu próprio conhecimento, tornando, as aulas mais prazerosas e atrativas, despertar o interesse do menor pela Biologia, melhorando seu desempenho acadêmico.

Para participar desta pesquisa, o menor sob sua responsabilidade e você não irão ter nenhum custo, nem receberão qualquer vantagem financeira. Apesar disso, se o menor tiver algum dano por causa das atividades que fizemos com ele nesta pesquisa, ele tem direito a buscar indenização.

Você terá todas as informações que quiser sobre esta pesquisa e estará livre para participar ou recusar-se a participar. Você poderá interromper a sua participação a qualquer momento. Mesmo que você aceite participar agora, você pode voltar atrás e parar a participação a qualquer momento. A sua participação é voluntária e o fato de não querer participar não vai trazer qualquer penalidade ou mudança na forma como você é atendido. Os resultados da pesquisa estarão à sua disposição quando finalizada. O seu nome ou o

material que indique a sua participação não será liberado sem a sua permissão ou do seu responsável. Você não será identificado em nenhuma publicação.

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

Declaro que concordo em participar da pesquisa e que me foi dada a oportunidade de ler e esclarecer as minhas dúvidas.

Barra de São Francisco, _____ de _____ 2024.

Assinatura do (a) participante

Assinatura do (a) Pesquisador

Pesquisador Responsável: Professora Dr^a. Fernanda Souza de Oliveira Assis

E-mail: fernanda.oliveira@ufjf.br

Universidade Federal de Juiz de Fora - *Campus* Governador Valadares

Avenida Moacir Paleta, 1.167 - São Pedro, Governador Valadares - MG, CEP: 35020-360

APÊNDICE C – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Gostaríamos de convidar você a participar como voluntário (a) da pesquisa “**CONSTRUÇÃO DE MODELOS ESTRUTURAIS NO ENSINO DE BIOLOGIA CELULAR**”. O motivo que nos leva a realizar esta pesquisa é a necessidade de se promover um ensino cada vez mais interdisciplinar, uma vez que a inter-relação entre os conteúdos vistos em diferentes disciplinas, que já é objeto de estudo de vários pesquisadores, vem sendo discutida e mencionada em vários documentos oficiais que norteiam o currículo das instituições de ensino. Neste trabalho pretendemos desenvolver um ebook com exemplares de modelos estruturais envolvendo Biologia celular.

Caso você concorde em participar, você responderá a um questionário que envolverá o preenchimento de alguns dados pessoais e também perguntas relacionadas ao material didático utilizado em suas aulas, bem como as referências das Bases Curriculares adotadas pela Secretaria de Estado de Educação do seu Estado. Os riscos envolvidos neste processo são a estigmatização e o constrangimento a partir das respostas apresentadas. Há ainda o risco de quebra de sigilo das informações obtidas com os questionários. Para prevenção de tais riscos e minimizar os possíveis desconfortos gerados para responder ao questionário, você ficará em local reservado e terá liberdade para não responder as questões que julgar como constrangedoras ou que causem algum desconforto. Também será limitado o acesso aos prontuários apenas pelo tempo, quantidade e qualidade das informações específicas para a pesquisa.

Para participar deste estudo você não vai ter nenhum custo, nem receberá qualquer vantagem financeira. Apesar disso, se você tiver algum dano por causa das atividades que fizemos com você nesta pesquisa, você tem direito a indenização. Você terá todas as informações que quiser sobre esta pesquisa e estará livre para participar ou recusar-se a participar. Mesmo que você queira participar agora, você pode voltar atrás ou parar de participar a qualquer momento. A sua participação é voluntária e o fato de não querer participar não vai trazer qualquer penalidade ou mudança na forma em que você é atendido (a). O pesquisador não vai divulgar seu nome. Os resultados da pesquisa estarão à sua disposição quando finalizada. Seu nome ou o material que indique sua participação não será liberado sem a sua permissão. Você não será identificado (a) em nenhuma publicação que possa resultar.

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

Declaro que concordo em participar da pesquisa e que me foi dada a oportunidade de ler e esclarecer as minhas dúvidas.

Governador Valadares, _____ de _____ de 2024.

Assinatura do Participante

Assinatura do (a) Pesquisador (a)

Nome do Pesquisador Responsável: Fernanda Souza de Oliveira Assis
Pesquisador colaborador: Celho Evaldt
Instituição: Universidade Federal de Juiz de Fora/Campus Avançado de Governador Valadares/Programa de Mestrado Profissional em Biologia (Profbio)
Fone: (33) 98899-9122 / E-mail: fernanda.oliveira@uff.edu.br

Em caso de dúvidas, com respeito aos aspectos éticos desta pesquisa, você poderá consultar:

CEP - Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos - UFJF Campus

Universitário da UFJF

Pró-Reitoria de Pós-Graduação e Pesquisa CEP:

36036-900

Fone: (32) 2102- 3788 / E-mail: cep.propesq@uff.edu.br

APÊNDICE D – QUIZ REALIZADO COM PROFESSORES DE BIOLOGIA

- 1) **Atenção: Este quiz é voltado APENAS para Professores de Biologia!**
- 2) Nome completo (opcional):
- 3) Nome da Escola que leciona:
- 4) Localização: Município/Estado:
- 5) Você ministra aulas práticas?
- 6) Caso você ministre, como são realizadas as aulas práticas? Qual a sua maior dificuldade em realizá-las?
- 7) A escola em que trabalha, possui laboratório para realização de aulas práticas / experimentos?
 - a) Sim b) não
- 8) A(s) escola(s) que trabalha, se enquadra(am) em qual(is) tipologia(s)?
 - a) Rural b) Urbana
- 9) Como é a jornada de ensino na sua escola?
 - a) Jornada de tempo parcial b) Jornada de tempo integral
- 10) Diante das dificuldades de aprendizagem em Biologia celular, escolha um dos temas a seguir:
 - I) Tipos e funções das principais moléculas e macromoléculas nas células (Lipídios, Proteínas e Carboidratos);
 - II) Células procariontes (principais diferenças entre bactérias e arqueias);
 - III) Células eucariontes animal e vegetal (Organelas celulares membranosas);
 - IV) Células animais e vegetais (locais de ocorrência da replicação, transcrição e tradução e as funções desses processos);
 - V) Processo de divisão celular (mitose e meiose) da célula animal.

APÊNDICE E – QUESTÕES DO PRÉ E PÓS-TESTE

**AVALIAÇÃO DE BIOLOGIA CELULAR A SER APLICADA PARA OS
ESTUDANTES (1h/aula)**

1. Qual é a principal característica que diferencia as células procarióticas das células eucarióticas?
 - a) Presença de núcleo.
 - b) Ausência de membrana plasmática.
 - c) Tamanho reduzido.
 - d) Presença de mitocôndrias.
 - e) Capacidade de fotossíntese.

2. Qual é a função principal dos ribossomos na célula?
 - a) Produção de ATP.
 - b) Síntese de proteínas.
 - c) Armazenamento de lipídios.
 - d) Fotossíntese.
 - e) Replicação do DNA.

3. Qual organela celular é responsável pela produção de energia na forma de ATP?
 - a) Lisossomo.
 - b) Núcleo.
 - c) Retículo endoplasmático.
 - d) Mitocôndria.
 - e) Peroxissomo.

4. Qual é a principal função do complexo de Golgi na célula?
 - a) Síntese de proteínas.
 - b) Respiração celular.
 - c) Armazenamento de glicose.
 - d) Modificação e empacotamento de proteínas.
 - e) Fotossíntese.

5. Qual processo celular é responsável pela divisão de uma célula em duas células filhas idênticas?

- a) Meiose.
- b) Mitose.
- c) Endocitose.
- d) Osmose.
- e) Fagocitose.

6. Qual tipo de transporte celular envolve a passagem de moléculas através de proteínas de membrana, sem gasto de energia?

- a) Difusão simples.
- b) Difusão facilitada.
- c) Transporte ativo.
- d) Endocitose.
- e) Exocitose.

7. O processo de síntese de proteínas ocorre principalmente em qual local e quem realiza essa síntese?

- a) Na mitocôndria pela ATP-sintase.
- b) No lisossomo pela hidrolase ácida.
- c) No complexo de Golgi pela manosidase.
- d) No citoplasma e no retículo endoplasmático rugoso pelos ribossomos.
- e) No núcleo pela endonuclease.

8. Qual é a principal função dos lisossomos nas células?

- a) Produção de energia.
- b) Síntese de proteínas.
- c) Divisão celular.
- d) Digestão intracelular.
- e) Fotossíntese.

9. Qual é a principal função dos centríolos nas células animais?

- a) Produção de ATP.
- b) Organizar a matriz pericentriolar nos centrossomos que formarão o fuso mitótico e formar cílios (célula do epitélio da traquéia) e flagelos (espermatozoides).

- c) Síntese de lipídios.
- d) Armazenamento de glicose.
- e) Digestão intracelular.

10. O que é a meiose e qual é a sua principal contribuição para os organismos multicelulares?

- a) Divisão celular que forma células filhas idênticas.
- b) Divisão celular que gera quatro células filhas com metade do número de cromossomos originando os gametas feminino e masculino.
- c) Processo de transporte ativo de íons.
- d) Formação de células-tronco.
- e) Síntese de proteínas.

11. Qual é a principal diferença entre difusão simples e difusão facilitada?

- a) Difusão simples requer energia, enquanto a difusão facilitada não.
- b) Difusão facilitada ocorre apenas em células vegetais e requer proteína do tipo transportador ou canal.
- c) Difusão simples envolve o transporte através de proteínas do tipo transportador e canal.
- d) Difusão simples envolve a passagem de moléculas diretamente através da bicamada lipídica.
- e) Difusão simples ocorre apenas em células procarióticas.

12. Qual é a importância da mitose na regeneração de tecidos em um organismo multicelular?

- a) A mitose produz células reprodutivas.
- b) A mitose está envolvida na formação de gametas.
- c) A mitose gera diversidade genética.
- d) A mitose gera células especializadas, sendo realizada durante o crescimento de um organismo, renovação celular e reconstituição de partes lesadas.
- e) A mitose substitui a meiose na reprodução.

13. Quais são os componentes básicos da membrana plasmática e qual é sua função principal?

- a) Carboidratos e ácidos nucleicos; transporte de proteínas.
- b) Fosfolipídios, glicolipídios e proteínas; barreira seletiva (lipídios e proteínas), transportadores, âncoras, enzimas e receptores para comunicação celular (proteínas).
- c) Colesterol e lipídeos; produção de energia.
- d) Carboidratos e glicogênio; armazenamento de água.

e) Ácidos graxos e nucleotídeos; síntese de ATP.

14. Qual é a relação entre a mitose e a capacidade de crescimento de um organismo multicelular?

a) A mitose não está relacionada ao crescimento.

b) A mitose diminui o tamanho do organismo.

c) A mitose gera células-tronco.

d) A mitose permite a formação de novas células para o crescimento e reparação.

e) A mitose ocorre apenas em células adultas.

15. Durante uma aula sobre reprodução celular, você aprende sobre a importância da recombinação genética. Em qual processo a recombinação genética ocorre?

a) Mitose.

b) Meiose.

c) Fotossíntese.

d) Osmose.

e) Difusão.

16. Qual é o papel das mitocôndrias na célula?

a) Produção de ATP.

b) Síntese de proteínas.

c) Digestão de resíduos celulares.

d) Transporte de substâncias.

e) Replicação do DNA.

17. Qual é a diferença entre células-tronco embrionárias e células-tronco adultas?

a) Células-tronco embrionárias têm maior potencial de diferenciação.

b) Células-tronco embrionárias estão presentes apenas em animais.

c) Células-tronco adultas têm maior capacidade de autorrenovação.

d) Células-tronco adultas são produzidas durante a meiose.

e) Células-tronco embrionárias estão presentes apenas em plantas.

18. Qual é a função principal do retículo endoplasmático rugoso (RER)?

a) Produção de ATP.

b) Síntese de proteínas.

- c) Armazenamento de glicose.
- d) Digestão intracelular.
- e) Divisão celular.

19. Qual é a importância da membrana plasmática para a sobrevivência da célula?

- a) A membrana plasmática não tem função importante.
- b) A membrana plasmática armazena água.
- c) A membrana plasmática regula a entrada e saída de substâncias da célula.
- d) A membrana plasmática é responsável pela síntese de proteínas.
- e) A membrana plasmática armazena energia.

20. Qual é a relação entre a estrutura do citoesqueleto e sua função nas células?

- a) O citoesqueleto tem como principal função a manutenção da forma das células vegetais.
- b) O citoesqueleto é responsável pela produção de ATP e calor.
- c) O citoesqueleto está envolvido na síntese de enzimas digestivas intracelulares.
- d) O citoesqueleto é formado por microtúbulos, filamentos intermediários e filamentos de actina, tendo como função realizar a divisão celular em bactérias.
- e) O citoesqueleto oferece suporte estrutural, facilita o transporte intracelular, atua na locomoção e na contração celular, além de participar do processo de divisão celular.

APÊNDICE F – AVALIAÇÃO APLICADA AOS ESTUDANTES PARTICIPANTES DA PESQUISA

MOTIVAÇÃO

Atenção Escala (0 a 7)*

A metodologia aplicada capturou minha atenção na efetiva participação?

0 1 2 3 4 5 6 7

Relevância Escala (0 a 7)*

- Ficou claro para mim como a temática está além dos meus conhecimentos prévios sobre a Biologia Celular?

0 1 2 3 4 5 6 7

- O conteúdo apresentado é relevante para meus interesses?

0 1 2 3 4 5 6 7

Confiança Escala (0 a 7)*

- A metodologia foi difícil para compreensão e realização das etapas?

0 1 2 3 4 5 6 7

- Eu não consegui entender boa parte da proposta aplicada?

0 1 2 3 4 5 6 7

Satisfação Escala (0 a 7)*

- Participar das etapas metodológicas me trouxe sentimento de realização como cidadão que deve compreender e conscientizar-se da importância do estudo das células?

0 1 2 3 4 5 6 7

- Eu aprendi algumas coisas com as etapas do trabalho que foram inesperadas?

0 1 2 3 4 5 6 7

- Eu me senti bem ao completar a proposta de trabalho com minha turma?

0 1 2 3 4 5 6 7

EXPERIÊNCIA DO USUÁRIO

Imersão Escala (0 a 7)*

- Eu não percebi o tempo passar nas aulas propostas?

0 1 2 3 4 5 6 7

- Me esforcei para ter bons resultados no trabalho?

0 1 2 3 4 5 6 7

- Houve momentos em que eu queria desistir da proposta aplicada?

0 1 2 3 4 5 6 7

- Me senti estimulado a aprender mais sobre as células?

0 1 2 3 4 5 6 7

Desafio Escala (0 a 7)*

- Não me senti ansioso ou entediado nas propostas desenvolvidas?

0 1 2 3 4 5 6 7

- O trabalho com a confecção dos modelos estruturais me manteve curioso e motivado a continuar? 0

1 2 3 4 5 6 7

- A proposta é adequadamente desafiadora para mim, as tarefas não são muito fáceis nem muito difíceis. 0

1 2 3 4 5 6 7

Habilidade / Competência Escala (0 a 7)*

- Alcancei os objetivos do trabalho?

0 1 2 3 4 5 6 7

- Me senti competente?

0 1 2 3 4 5 6 7

- Senti que estava tendo progresso em conhecimento durante o desenvolvimento das práticas?

0 1 2 3 4 5 6 7

Interação Social Escala (0 a 7)*

- Me senti integrante na colaboração do desenvolvimento do trabalho?

0 1 2 3 4 5 6 7

CONHECIMENTO

- Depois do trabalho consigo lembrar de mais informações relacionadas as células?

0 1 2 3 4 5 6 7

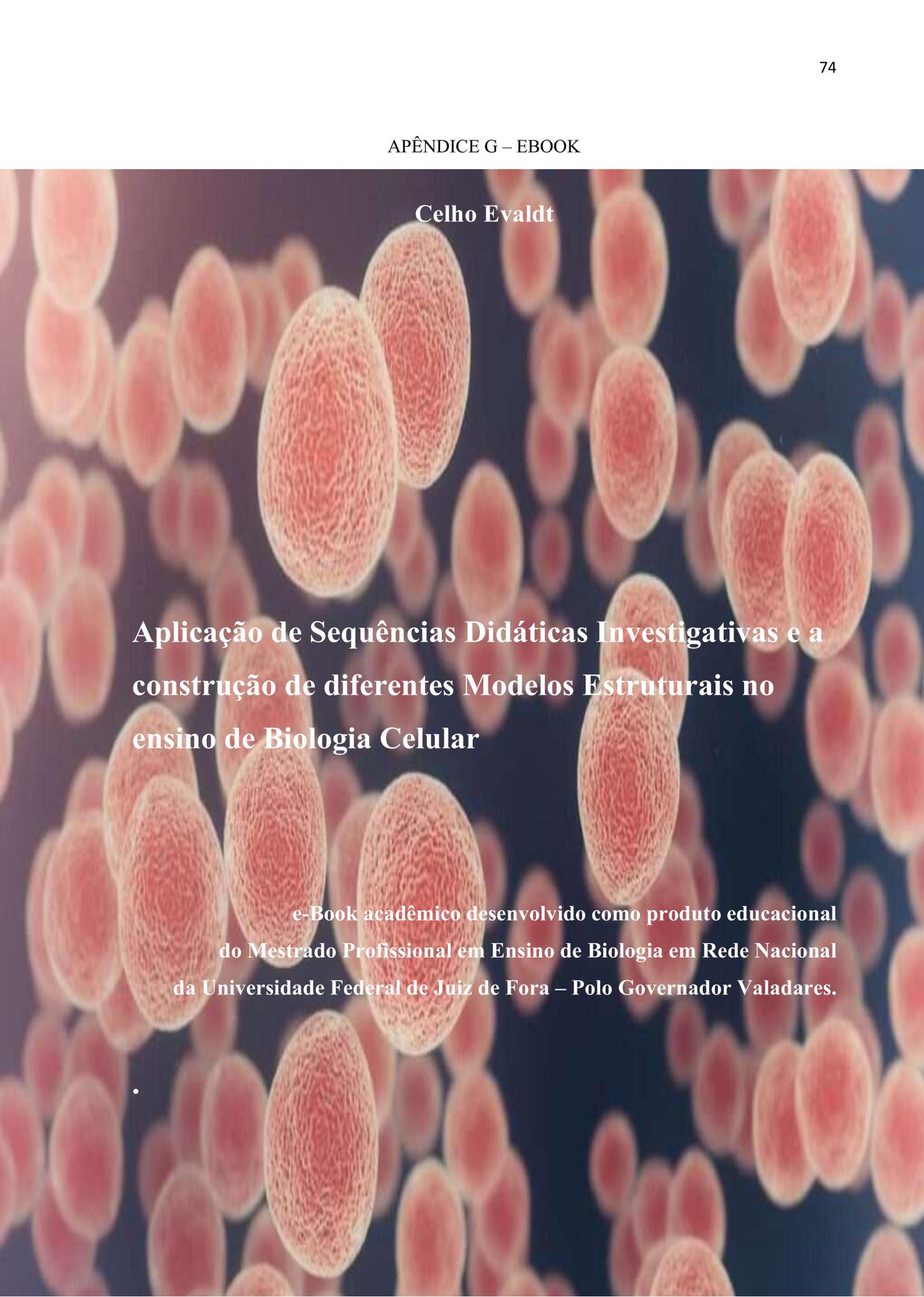
- Depois do trabalho consigo compreender melhor a importância enquanto cidadão para disseminar informações a outras pessoas sobre as células?

0 1 2 3 4 5 6 7

*Escala Likert de 0 a 7 pontos: 0 = discordo fortemente; 7 = concordo fortemente.

Fonte: Adaptado de Savi *et al.* (2020).

APÊNDICE G – EBOOK



Celso Evaldt

**Aplicação de Sequências Didáticas Investigativas e a
construção de diferentes Modelos Estruturais no
ensino de Biologia Celular**

**e-Book acadêmico desenvolvido como produto educacional
do Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em Rede Nacional
da Universidade Federal de Juiz de Fora – Polo Governador Valadares.**

UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS DA VIDA – ICV
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE BIOLOGIA EM REDE NACIONAL

Celso Evaldt

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Fernanda Souza de Oliveira Assis

**Aplicação de Sequências Didáticas Investigativas e a construção de diferentes Modelos
Estruturais no ensino de Biologia Celular**

e-Book acadêmico desenvolvido como produto educacional
do Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em Rede Nacional
da Universidade Federal de Juiz de Fora – Polo Governador Valadares.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal
de Nível Superior (CAPES) - Brasil - Código de Financiamento 001, a quem devo sinceros
agradecimentos.

Governador Valadares – MG

2025

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO.....	2
O USO DE MODELOS ESTRUTURAIS NO ENSINO DE BIOLOGIA CELULAR.....	4
SEQUÊNCIAS DIDÁTICAS.....	6
ALGUMAS CONSIDERAÇÕES.....	14
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	15

APRESENTAÇÃO

O saber científico perceptível no cotidiano do estudante enriquece o processo de ensino e aprendizagem, aproximando o aluno dos conteúdos ministrados, fazendo-o construir conhecimentos a partir das experiências práticas, o que favorece o entendimento sobre o conteúdo abordado.

Apesar das orientações dos documentos norteadores, como os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) e a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), e dos avanços relacionados à Educação no Brasil, incluindo o uso de tecnologias da informação e as possibilidades de acesso a metodologias diferenciadas para enriquecer o trabalho em sala de aula, pode-se dizer que o ensino na atualidade, incluindo o ensino de Biologia, enfrenta desafios que exigem dedicação e reflexão por parte dos docentes. Questões que envolvem dificuldades de assimilação dos conteúdos pelos alunos, bem como a persistência, em muitos casos, em desenvolver um ensino memorístico, sem que se estabeleça uma relação entre os conteúdos abordados e a realidade dos estudantes, exigem atenção e a adoção de uma postura contrária por parte do professor, com vistas a tornar o processo de aprendizagem significativo (Paim; Goldschmidt; Loreto, 2021).

Desafios como os supracitados se tornam ainda mais preocupantes quando se pensa na estrutura das escolas para atender às necessidades do ensino de Biologia, haja vista que muitas instituições não contam com recursos didáticos, equipamentos e laboratórios de Ciências, e muitos alunos concluirão a Educação Básica sem ter tido contato algum ou de forma significativa com aulas práticas.

Dados do Censo Escolar, divulgados pelo Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (Inep), revelam que o Brasil contava, em 2018, com 181.939 escolas de educação básica. Dessas, 28.673 (15,8%) ofertavam o Ensino Médio. O laboratório de ciências foi encontrado em apenas 44,1% das escolas de Ensino Médio, sendo 38,8% da rede pública, e 57,2% da rede privada.

Em vista do exposto, este e-book tem como finalidade apresentar sequências didáticas que utilizam modelos estruturais para o ensino de Biologia Celular, as quais podem ser trabalhadas por professores cujas escolas em que atuam não contam com laboratórios e equipamentos adequados. As sequências didáticas apresentadas neste material foram

desenvolvidas com estudantes do 3º ano do Ensino Médio regular, podendo ser adaptadas, se for do interesse do professor, para outras turmas.

No caso da Biologia celular, muitos estudantes chegam ao Ensino Médio com visões deturpadas sobre o conteúdo aprendido nos anos anteriores, percebendo-se a fragmentação dos conceitos que, por vezes, são descontinuados e ministrados sem uma sequência didática lógica. Nesse sentido, a busca por estratégias voltadas para o sucesso escolar dos estudantes deve ser norteada visando a sua autonomia de forma crítica e reflexiva. Para tanto, o desenvolvimento do estudante de forma ativa implica na construção do seu processo de aprendizagem, ou seja, aprender a aprender, para que, dessa forma, a assimilação dos temas abordados não ocorra de forma mecânica e/ou repetitiva.

Assim, por meio desta proposta, pretende-se proporcionar aos alunos experiências que contribuam para o desenvolvimento de habilidades como criatividade e autonomia na construção do seu próprio conhecimento, tornando os conteúdos mais atrativos a partir da associação entre objetos de conhecimento da disciplina de Biologia Celular com suas vivências, facilitando o processo de aprendizagem e assimilação da temática proposta. Ainda, busca-se posicionar o aluno como protagonista no processo de aprendizagem, de maneira mais aprofundada e didática, a partir de metodologias alternativas para promover um ensino significativo, focado nas diferentes formas de aprender.

A interação entre alunos e professores, a formulação de hipóteses e a ampliação das discussões podem ganhar mais profundidade quando o ambiente da sala de aula é adaptado com recursos como bancadas, jalecos, luvas e microscópios, favorecendo atividades práticas e investigativas. No entanto, a qualidade da educação não depende exclusivamente da presença de um laboratório ou de equipamentos específicos. Ela também está fortemente ligada ao papel do professor e ao envolvimento dos estudantes no processo de aprendizagem. Mesmo em contextos mais tradicionais, é possível enriquecer a experiência educativa com metodologias que estimulem a participação ativa dos alunos. Assim, o aprendizado se torna mais significativo, unindo práticas consolidadas a abordagens que valorizam o fazer, o pensar e o descobrir.

Bom trabalho!!!

Celso Ewaldt

O USO DE MODELOS ESTRUTURAIS NO ENSINO DE BIOLOGIA CELULAR

De acordo com Leite *et al.* (2017), atualmente, a educação no Brasil enfrenta grandes desafios, ao mesmo tempo em que passa por inovações, de modo que a escola reflete essa situação. Algumas questões, como a fragmentação do conhecimento em disciplinas, bem como o volume de informações dos currículos, por vezes, promove o distanciamento entre as práticas escolares e as experiências e o pensamento crítico. No ensino de Ciências, de acordo com os autores, essas questões podem ser constatadas ao se observar as dificuldades de assimilação apresentadas pelo estudante, que não consegue, muitas vezes, relacionar os conteúdos abordados com a sua realidade, não reconhecendo o conhecimento científico em seu cotidiano (Leite *et al.*, 2017). Nesse sentido, torna-se um desafio para o docente fazer com que o ensino de Ciências/Biologia seja mais prazeroso, mais dinâmico e, dentre outras questões, alicerçado em atividades que tornem o aluno participe na construção do conhecimento.

Para romper as barreiras do processo de ensino e aprendizado de Biologia, favorecendo a construção de conhecimentos pelos estudantes, é importante que o professor utilize metodologias diferenciadas, capazes de inserir o aluno verdadeiramente neste processo. Sobre isso, Marques (2018) analisa que é necessário modificar o ensino enciclopédico, utilizando, por exemplo, recursos didáticos diferentes no ensino de Biologia, colaborando para a aprendizagem dos alunos, especialmente quando são observadas dificuldades em relação ao conteúdo. A autora afirma que uma das possibilidades de tornar a aprendizagem significativa é utilizar modelos didáticos no ensino para representar estruturas microscópicas. Esses modelos, de acordo com Marques (2018), são valiosos para representar para os estudantes estruturas não visíveis, o que, se bem discutido, poderá contribuir para o seu aprendizado.

Corroborando Marques (2018), Wommer, Michelotti e Loreto (2019, p. 192) analisam que

Nas salas de aula, hoje em dia, contamos com alunos com diferentes níveis cognitivos, onde a aprendizagem por meio de modelos didáticos pode auxiliar no ensino destas estruturas microscópicas, pois oportunizam sua modelagem de maneira que as tornam macroscópicas, tornando mais acessível à compreensão das características e diferenças estruturais que seriam de difícil entendimento quando expostas apenas através de métodos tradicionais.

Assim, pode-se dizer que os modelos didáticos, também conhecidos como modelos estruturais, especialmente se construídos pelos próprios alunos, favorecem a compreensão do conteúdo abordado de forma mais facilitada, uma vez que permitem a visualização de aspectos que muitas vezes não são vistos ou são bem definidos por meio de outras metodologias, como o livro didático e discussões pouco problematizadoras e aprofundadas, sem recursos visuais.

Ainda, sobre o ensino de Biologia nas escolas públicas brasileiras, segundo Lima e Garcia (2011, p. 72):

A ausência de um espaço adequado não deve ser algo que impeça a realização de aulas práticas, uma vez que as mesmas podem ser feitas a qualquer momento e em qualquer lugar, como no pátio da escola, em contato com a natureza e até mesmo no funcionamento cotidiano do nosso corpo.

Nessa perspectiva, entende-se que o uso de modelos estruturais é relevante, inclusive quando se pensa em escolas que não possuem laboratório de ciências e equipamentos adequados ao ensino de Biologia Celular, como microscópios ópticos. Embora nem sempre a escola conte com recursos didáticos e financeiros que possam ser direcionados às aulas práticas, é importante destacar que, no caso dos modelos estruturais para as aulas de biologia celular, estes podem ser confeccionados com materiais que já estejam disponíveis na escola, bem como outros recicláveis e de fácil acesso pelos alunos, como tinta guache, papelão e isopor. Assim, além de facilitar a aprendizagem dos estudantes, a elaboração e manipulação desses modelos podem contribuir para o desenvolvimento de habilidades como a criatividade, a criticidade, favorecendo, ainda, as relações interpessoais, a participação ativa dos alunos e, dentre outras questões, o ensino por investigação.

SEQUÊNCIAS DIDÁTICAS

Para aqueles que aceitaram participar, foi aplicada uma avaliação individual de Biologia Celular (Pré-teste) antes do início da proposta e após (Pós-teste), para sondagem sobre os conhecimentos prévios dos mesmos. Essa avaliação continha 20 questões de múltipla escolha referentes à Biologia Celular, sendo atribuído o valor de um ponto a cada questão.

Foram realizadas 5 SD nas turmas do Ensino Médio da Escola Governador Lindenberg. Cada sequência didática (SD) foi aplicada em uma turma distinta do ensino médio, com o objetivo de observar os efeitos específicos de cada proposta pedagógica em diferentes contextos escolares. Para fins de análise, foi retirada uma amostragem de seis alunos por turma, selecionados de forma a representar a diversidade do grupo. A escolha das turmas considerou a adequação entre os conteúdos previstos no currículo vigente do Espírito Santo e as temáticas abordadas no contexto do Mestrado Profissional em Ensino de Biologia (ProfBio), com ênfase em Biologia Celular. A distribuição foi organizada da seguinte forma: SD 01 com seis alunos da turma do 2º ano V04; SD 02 com seis alunos do 2º ano V01; SD 03 com seis alunos do 2º ano V02; SD 04 com seis alunos do 3º ano V02; e SD 05 com seis alunos do 3º ano V03. Antes da implementação de cada SD, os alunos selecionados responderam a um questionário diagnóstico, denominado pré-teste, com o objetivo de identificar suas concepções iniciais sobre os conteúdos abordados. Após a realização da SD, o mesmo instrumento foi reaplicado como pós-teste, com a finalidade de verificar possíveis avanços conceituais. Tanto o pré-teste quanto o pós-teste foram compostos pelas mesmas questões objetivas relacionadas à Biologia Celular geral, e aplicados presencialmente sob a mediação do pesquisador. As sequências didáticas foram realizadas de acordo com o seguinte caminho:

5.2.1 Sequência Didática I – Tipos e Funções das Principais Moléculas e Macromoléculas nas Células (Lipídios, Proteínas e Carboidratos)

1ª Aula – Sondagem e Introdução ao Tema (50 min)

A aula iniciou com uma conversa aberta para levantamento dos conhecimentos prévios dos alunos. Os estudantes associaram lipídios, proteínas e carboidratos a alimentos industrializados, dietas e rotinas alimentares. Essa escuta permitiu valorizar os saberes espontâneos e lançar questionamentos sobre a importância dessas moléculas para o corpo

humano e para o funcionamento das células. Dentre os questionamentos que surgiram, destacaram-se: “Se o carboidrato dá energia, por que dizem que devemos cortar ele nas dietas?”, “As proteínas só servem para ganhar músculo?”, “Por que a gordura é considerada ruim se o nosso corpo também precisa dela?” e “Essas substâncias estão nas células ou só nos alimentos?”. Durante a conversa, os alunos espontaneamente relacionaram lipídios, proteínas e carboidratos a elementos presentes em alimentos industrializados, dietas alimentares e práticas do dia a dia. Esse momento foi essencial para valorizar os saberes prévios e culturais da turma, possibilitando ao professor lançar perguntas instigantes sobre a função dessas substâncias no corpo humano e no funcionamento celular. O tema foi formalizado pelo professor, promovendo conexões com o cotidiano e abrindo caminho para o aprofundamento dos conteúdos nas aulas seguintes.

2ª Aula – Reflexão Crítica dos Estudantes (50 min)

Após a exibição dos vídeos sugeridos, os alunos manifestaram surpresa ao descobrirem a presença das macromoléculas em funções vitais, como a formação das membranas celulares, a atuação das enzimas e a produção de energia. Em grupos, discutiram questões como: “Por que precisamos consumir proteínas todos os dias?” e “Como os carboidratos nos dão energia?”. Surgiram hipóteses como: “A proteína deve acabar rápido no corpo, por isso precisa repor todo dia” ou “Talvez o açúcar vire energia porque ele é doce e dá ânimo”. Além disso, os estudantes compartilharam relatos pessoais, como mudanças alimentares em casa por recomendação médica, dietas com restrição de gordura e o uso de suplementos por familiares que praticam musculação. A mediação do professor estimulou reflexões mais profundas, ajudando os alunos a relacionarem os conteúdos com a estrutura e o funcionamento celular, como o papel dos carboidratos na respiração celular, das proteínas na construção de tecidos e dos lipídios na formação da membrana plasmática.

3ª Aula – Construção de Modelos (50 min)

O grupo construiu modelos 3D das macromoléculas usando argila, palitos e massinha. Durante a montagem, os estudantes levantaram dúvidas como: “A forma enrolada da proteína ajuda a função dela?” e “Lipídios deixam a membrana flexível?”. A atividade manual favoreceu a construção de conceitos a partir da observação e da experimentação, com ênfase na colaboração entre os pares.

4ª Aula – Apresentação dos Modelos (50 min)

Na última aula da sequência, o grupo com seis integrantes apresentou o modelo tridimensional elaborado com argila, palitos e massinha, representando as estruturas das macromoléculas – lipídios, proteínas e carboidratos. Cada estudante ficou responsável por explicar uma parte da construção, destacando características estruturais e funcionais de cada molécula. Para tornar a apresentação mais concreta, os alunos trouxeram exemplares de alimentos que representam essas substâncias: óleo de soja (lipídios), clara de ovo e carne cozida (proteínas), além de pão e banana (carboidratos). As falas revelaram uma boa apropriação dos conceitos, com articulações pertinentes com o cotidiano. Um dos alunos relacionou a flexibilidade da membrana celular à função dos lipídios, explicando que a gordura presente nos óleos vegetais ajuda na formação dessa estrutura. Outro destacou o papel das proteínas na regeneração muscular, citando o uso de ovos e carnes em dietas de atletas locais. Também foi discutido o efeito dos carboidratos simples, como o pão branco, no aumento rápido da energia e na queda de concentração após o intervalo escolar. A apresentação demonstrou envolvimento, criatividade e capacidade de transpor o conhecimento científico para a realidade dos estudantes. Neste momento, foram registradas fotografias do modelo finalizado, da exposição oral e dos exemplares de alimentos utilizados, compondo parte do portfólio da prática pedagógica.

Figura 2 – Apresentação da temática desenvolvida ao longo da sequência didática investigativa



Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

5.2.2 Sequência Didática II – Células Procariontes (Bactérias e Arqueias)

1ª Aula – Sondagem e Introdução ao Tema (50 min)

A aula teve início com uma pergunta disparadora: “*O que vocês sabem sobre bactérias?*”. As respostas espontâneas dos alunos revelaram concepções ligadas principalmente à ideia de sujeira e doença. Entre as falas, destacaram-se: “*Bactéria é o que faz a gente ficar gripado*”, “*Tem que lavar bem as mãos para não pegar bactéria*” e “*Bactéria é o que estraga os alimentos*”. Quase nenhum estudante conhecia as arqueias, e quando perguntados, muitos responderam: “*Nunca ouvi falar disso*”. Esse momento inicial permitiu ao professor apresentar o tema da aula e despertar a curiosidade para explorar as diferenças entre esses dois grupos de seres vivos nas próximas atividades.

2ª Aula – Reflexão Crítica dos Estudantes (50 min)

Os alunos foram divididos em grupos e receberam imagens comparativas de bactérias e arqueias. A pergunta norteadora foi: “*Como as características desses seres os ajudam a sobreviver em seus ambientes?*”. A partir disso, surgiram hipóteses como: “*A forma delas deve influenciar na adaptação*”, “*Talvez a arqueia aguente calor porque tem uma parede celular diferente*”, “*Bactéria a gente conhece porque vive no nosso corpo, mas arqueia deve viver onde não tem nada*”. Os alunos também relacionaram a discussão com o cotidiano, citando situações como a conservação de alimentos, a produção de iogurtes e as bactérias presentes no intestino. O debate favoreceu conexões entre aspectos morfológicos e ambientais, e ampliou a percepção dos estudantes sobre a diversidade da vida.

3ª Aula – Construção de Modelos (50 min)

Utilizando materiais simples como argila, palitos, tampinhas, EVA e papelão, os grupos construíram modelos tridimensionais de células procariontes. Alguns representaram bactérias, outros, arqueias. Durante a montagem, surgiram dúvidas e comparações, o que gerou ricas discussões entre os alunos. Um estudante comentou: “*A arqueia vive em lugar quente, então deve ter uma parede celular mais resistente*”. Outro completou: “*Por isso ela não morre no vulcão, igual mostraram na imagem*”. A atividade favoreceu a aprendizagem ativa e colaborativa, com os alunos manipulando materiais para representar estruturas celulares e refletindo sobre suas funções.

Figura 3 - Modelos estruturais em construção



Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

4^a Aula – Apresentação dos Modelos (50 min)

Cada grupo apresentou o modelo confeccionado, explicando as estruturas celulares representadas e destacando as diferenças entre bactérias e arqueias. Durante as apresentações, os alunos utilizaram vocabulário científico em construção, com expressões como: *“Essa parte aqui é o material genético, que fica solto na célula”*, *“A arqueia tem membrana lipídica diferente, por isso sobrevive em lugares extremos”*, *“A bactéria tem parede de peptidoglicano, que é outra substância”*. As falas evidenciaram apropriação dos conceitos de forma significativa e conectada com os conteúdos trabalhados nas aulas anteriores. O professor mediou as explicações, sistematizando as informações e potencializando a análise feita pelos estudantes, sem desconsiderar suas formas de expressão.

Figura 4 - Apresentação da temática desenvolvida ao longo da sequência didática investigativa



Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

5.2.3 Sequência Didática III – Células Eucariontes Animal e Vegetal (Organelas Membranosas)

1ª Aula – Sondagem e Introdução ao Tema (50 min)

A aula foi iniciada com uma conversa informal sobre o que os estudantes já sabiam a respeito das células. Muitos já haviam ouvido falar do núcleo e o associaram à “parte que comanda tudo na célula”. Também mencionaram que a parede celular estaria presente apenas nas plantas. Um dos alunos comentou: *“A parede celular é tipo uma casca protetora que só a planta tem”*. Outro acrescentou: *“A célula animal deve ser mais mole, porque não tem essa parede”*. Com base nessas manifestações, o integrante responsável lançou perguntas investigativas para estimular o pensamento científico: *“Por que será que só as plantas fazem fotossíntese?”* e *“Será que a célula animal tem vacúolo grande igual à vegetal?”*. As perguntas serviram como ponto de partida para as aulas seguintes e despertaram a curiosidade dos alunos. Uma resposta interessante foi: *“A planta faz fotossíntese porque tem clorofila, e a célula animal não”*.

2ª Aula – Reflexão Crítica dos Estudantes (50 min)

A continuidade da sequência envolveu a exibição de um vídeo educativo que abordava as organelas presentes nas células eucariontes. Após assistirem ao conteúdo audiovisual, os alunos foram estimulados a refletir e discutir oralmente com o integrante responsável pelas

atividades. A conversa gerou inferências significativas. Um dos estudantes comentou: “*Se o cloroplasto faz energia com luz, então a planta não precisa comer igual a gente*”. Outro disse: “*A mitocôndria é tipo uma fábrica de energia e toda célula tem uma dessas*”. Essas falas demonstraram o início da apropriação dos conceitos e o reconhecimento da função especializada de cada organela. O integrante atuou como mediador, valorizando as inferências e incentivando novas perguntas que enriquecessem o debate.

3ª Aula – Construção de Modelos de Organelas (50 min)

Nesta etapa, os alunos foram convidados a construir modelos representando uma organela membranosa, como mitocôndria, cloroplasto ou complexo de Golgi. O integrante forneceu materiais acessíveis, como EVA, tampinhas, papelão, palitos e miçangas. Durante a confecção, os alunos faziam comentários e perguntas que revelavam conexões com os vídeos e discussões anteriores. Um estudante disse: “*A mitocôndria tem essas dobras para caber mais energia lá dentro, né?*”. Outro afirmou: “*O cloroplasto tem uns disquinho empilhados, que acho que são os tilacoides*”. A atividade foi marcada por criatividade e envolvimento dos alunos, que colaboraram entre si na construção do conhecimento de forma concreta e significativa.

Figura 5 - Modelos estruturais em construção



Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

4ª Aula – Apresentações e Síntese (50 min)

Nesta etapa final da sequência, os alunos apresentaram os modelos das organelas que haviam construído nas aulas anteriores. Cada estudante explicou de forma breve o que aquela organela fazia e por que a representaram daquele jeito. Apesar da participação ser tímida, alguns alunos conseguiram relacionar as funções com o que tinham visto no vídeo. Um aluno disse, apontando para o modelo da mitocôndria: *“Ela serve pra dar energia pra célula”*. Outro comentou sobre o cloroplasto: *“É o que faz a planta usar luz pra fazer comida”*. As falas, mesmo simples, indicaram que alguns conceitos principais foram assimilados.

Durante as apresentações, o integrante responsável ajudou os alunos a completar suas ideias, fazendo perguntas diretas e incentivando-os a explicar com suas próprias palavras. Quando havia dúvidas, ele retomava trechos do vídeo ou usava o modelo para mostrar visualmente.

Figura 6 - Modelos estruturais finalizados



Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

5.2.4 Sequência Didática IV – Células Animais e Vegetais: Locais de Ocorrência da Replicação, Transcrição e Tradução

1ª Aula – Apresentação do Tema e Sondagem (50 min)

A aula teve início com uma conversa exploratória, em que o professor perguntou: “O que acontece quando a célula precisa se multiplicar?” e “Como o DNA vira proteína?”. Os alunos apresentaram respostas fragmentadas, mencionando “células se dividindo”, “formação do corpo” e “o DNA manda as coisas”. A escuta dessas falas permitiu ao professor identificar a necessidade de trabalhar os processos de replicação, transcrição e tradução de forma integrada, com linguagem acessível e visual. O objetivo era fazer com que os alunos percebessem como essas etapas se relacionam e garantem o funcionamento da célula.

2ª Aula – Reflexão Crítica dos Estudantes (50 min)

Na segunda aula, foi exibido um vídeo explicativo sobre os processos de replicação, transcrição e tradução. As animações despertaram a curiosidade dos alunos, que se surpreenderam ao perceber que a célula é capaz de produzir suas próprias proteínas. Um dos comentários foi: “Achei que proteína era só o que a gente comia, não sabia que a célula fazia isso também”. Outro estudante perguntou: “Se errar na cópia do DNA, a célula nasce com defeito?”. Essas observações mostraram que, apesar das dificuldades, os alunos estavam atentos e começavam a construir relações entre os conteúdos.

Durante o diálogo, alguns alunos se lembraram de uma atividade anterior, também conduzida pelo professor, em que esse mesmo tema foi abordado por meio de uma sequência didática investigativa com o simulador virtual PhET Colorado. Essa recordação favoreceu a retomada dos conceitos e facilitou a compreensão dos processos apresentados no vídeo. O professor utilizou essas conexões para reforçar os principais pontos, esclarecer dúvidas e incentivar novas perguntas.

3ª Aula – Construção de Modelos (50 min)

Os estudantes, organizados em grupos, criaram representações visuais dos processos de replicação, transcrição e tradução usando barbante, papel e massa de modelar. A criatividade dos modelos refletia a compreensão em construção. Um grupo usou dois fios entrelaçados com letras para representar o DNA sendo “aberto” na replicação. Durante a montagem, alunos comentaram: “A gente tá desenrolando o DNA igual no vídeo!”.

Figura 7 - Modelos estruturais em construção



Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

4ª Aula – Apresentações e Discussão (50 min)

Na apresentação dos modelos, os grupos explicaram onde ocorrem os processos e como eles se articulam. As falas revelaram apropriação do conteúdo, ainda que com linguagem em transição entre o cotidiano e o científico. A mediação do professor valorizou cada apresentação, ampliando os conceitos e destacando os acertos e conexões feitas pelos alunos, reforçando a importância da escuta e da validação dos saberes em construção.

5.2.5 Sequência Didática V – Processo de Divisão Celular (Mitose e Meiose) na Célula Animal

1ª Aula – Apresentação do Tema e Sondagem (50 min)

A aula teve início com a apresentação do tema “divisão celular” por meio de uma conversa exploratória. Foram lançadas perguntas instigantes como: “O que faz uma célula se dividir?” e “Será que todas as células se dividem da mesma forma?”, com o objetivo de ativar os saberes prévios dos estudantes e estimular a reflexão crítica sobre o tema.

Alguns alunos participaram timidamente, demonstrando conhecimentos fragmentados. Um estudante respondeu: “É quando a célula se parte em duas”, enquanto outro mencionou: “Acho que isso acontece quando a gente cresce”. Poucos souberam diferenciar mitose de meiose, mas um aluno comentou: “Já ouvi falar que uma é pra fazer filho e outra é pra crescer”.

Essas contribuições foram registradas oralmente pelo professor e anotadas brevemente para uso no planejamento das próximas aulas. Foi possível perceber que a maioria dos alunos ainda não compreendia claramente os conceitos nem a importância dos processos de divisão celular. Com base nessa escuta, organizou-se um grupo com os seis estudantes da turma para uma futura atividade investigativa. A aula foi finalizada com a contextualização do desafio que será aprofundado em colaboração pelo grupo, sem antecipar explicações conceituais, mantendo o foco no levantamento de hipóteses e na construção ativa do conhecimento.

2ª Aula – Reflexão Crítica dos Estudantes (50 min)

Os estudantes assistiram à animação indicada e foram convidados a discutir, em grupos, a pergunta geradora: “Por que a mitose e a meiose são essenciais para a vida dos organismos?”. As respostas revelaram o entendimento de que a mitose está relacionada ao crescimento e à regeneração e que a meiose é fundamental para a formação dos gametas. Surgiram falas como: “A mitose é quando a célula se copia” e “Na meiose mistura tudo pra formar o bebê”, apontando uma compreensão inicial dos conceitos.

3ª Aula – Construção de Modelos das Fases da Divisão Celular (50 min)

Cada grupo ficou responsável por representar uma fase específica da mitose ou da meiose (prófase, metáfase, anáfase, telófase), utilizando materiais recicláveis e acessíveis. Durante a atividade, os alunos comparavam as fases e identificavam suas diferenças: “Na meiose tem duas divisões, né?”, “Na mitose não mistura os cromossomos da mãe e do pai”. A construção dos modelos favoreceu a aprendizagem visual e colaborativa.

Figura 8 - Modelos estruturais em construção



Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

4ª Aula – Apresentações e Debate Final (50 min)

Na finalização da sequência, os grupos apresentaram seus modelos estruturais e explicaram os eventos celulares representados. O professor mediou as falas, incentivando a comparação entre mitose e meiose e destacando os avanços na linguagem e na articulação conceitual dos alunos. O uso de exemplos cotidianos, como cicatrização e reprodução, ajudou a consolidar o aprendizado de forma significativa e contextualizada.

Figura 9 - Modelos estruturais finalizados



Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

Ao longo da aplicação das cinco Sequências Didáticas investigativas, foi possível perceber que metodologias ativas, como a construção de modelos estruturais e o trabalho colaborativo, contribuíram significativamente para o engajamento e a compreensão dos conteúdos de Biologia Celular por parte dos estudantes envolvidos, oriundos de diferentes turmas. A diversidade do grupo, inicialmente um desafio, acabou por enriquecer as trocas e reflexões, já que cada aluno trouxe diferentes vivências escolares e interpretações. O uso de materiais simples, combinados a uma linguagem acessível e a propostas concretas, facilitou o entendimento de temas abstratos e promoveu maior participação nas atividades.

A experiência também evidenciou a importância de criar espaços em que os estudantes possam experimentar, questionar, errar e reconstruir ideias coletivamente. A abordagem investigativa incentivou a autonomia e o pensamento crítico, promovendo não apenas a assimilação de conteúdos, mas também o envolvimento com o processo de aprendizagem. Com base nessa vivência, reforça-se a necessidade de um ensino que valorize a experimentação, a escuta e a construção conjunta do conhecimento, respeitando o ritmo e o contexto dos estudantes.

ALGUMAS CONSIDERAÇÕES

Apesar de os laboratórios de ciências serem muito importantes para a promoção da aprendizagem significativa, o uso de modelos estruturais se constitui em alternativa promissora para o ensino de Biologia Celular, promovendo a melhor assimilação dos conteúdos pelos alunos, que, uma vez envolvidos no processo de elaboração destes modelos, conseguem visualizar estruturas antes consideradas complexas, o que facilita a construção do conhecimento. Além disso, a partir da elaboração desses modelos, aliada a um ensino por investigação, é possível desenvolver habilidades como criatividade, criticidade e problematização dos conteúdos pelos estudantes, colocando o aluno na posição de partícipe do processo de ensino-aprendizagem.

No entanto, para que esses modelos sejam efetivos, importa que o professor atue como mediador do conhecimento, criando estratégias para envolver os alunos nas discussões. O uso de metodologias consideradas tradicionais, sem que haja o aprofundamento dos debates e a contextualização dos conteúdos, por exemplo, ainda é muito comum nas escolas, o que torna o ensino pouco interessante para os discentes. Nesse sentido, é preciso romper com esses métodos de ensino, compreendendo o processo de aprendizagem como uma troca, sem

descartar nenhum tipo de contribuição – seja os conhecimentos prévios dos alunos, os saberes do senso comum ou as informações trazidas pelos professores e pela ciência.

Em vista do exposto, entende-se que o uso de modelos estruturais pode favorecer o ensino de Biologia Celular, tornando-se um recurso atrativo e enriquecedor para as aulas de Biologia. Ainda, se for necessário, o professor, junto com os alunos, pode realizar adaptações à proposta apresentada, adequando as atividades e materiais utilizados à realidade e às especificidades da turma.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVES, B. S. **A importância do uso do laboratório de ciências no ensino fundamental.** Ciências Biológicas, v. 28, n. 131, fev. 2024. Disponível em: <https://revistaft.com.br/a-importancia-do-uso-do-laboratorio-de-ciencias-no-ensino-fundamental%C2%B9/>. Acesso em: 18 jan. 2025.
- AMATUZZI, M. L. L.; BARRETO, M. do C. C.; LITVOC, J.; LEME, L. E. G. **Linguagem metodológica – parte 1.** Acta Ortopédica Brasileira, v. 14, n. 1, p. 53-56, 2006. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/aob/a/MpfjcFTVDyHrCHzyXYBxJ3b/?format=pdf>. Acesso em: 18 jan. 2025.
- ANDRADE, T. Y. I.; COSTA, M. B. **O laboratório de ciências e a realidade dos docentes das escolas estaduais de São Carlos – SP.** Química Nova na Escola, v. 38, n. 3, p. 208-214, 2016.
- BELOTTI, S. H. A.; FARIA, M. A. **Relação professor-aluno.** Saberes da Educação, v. 1, n. 1, p. 01-12, 2010.
- BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular (BNCC).** Brasília: MEC/CONSED/UNDIME, 2018. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/>. Acesso em: 26 ago. 2023.
- BRASIL. Lei n. 13.415, de 16 de fevereiro de 2017. **Presidência da República, Secretaria-Geral, Subchefia para Assuntos Jurídicos,** 2017. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2017/lei/113415.htm. Acesso em: 22 jan. 2025.
- BRASIL. Lei n. 9.394, de 20 de dezembro de 1996. **Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. Presidência da República, Casa Civil,** 1996. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19394.htm. Acesso em: 07 jan. 2025.
- BRASIL. **Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica.** Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio. Brasília: MEC/SEMTEC, 1999.
- BRASIL. **Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica.** PCN+ Ensino Médio: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais – Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília: MEC/SEMTEC, 2002.
- BRASIL. **Secretaria de Educação Básica.** Orientações curriculares para o ensino médio: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília: MEC/SEMTEC, 2006. v. 2. 135 p. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/book_volume_02_internet.pdf. Acesso em: 18 jan. 2025.

BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. Parâmetros Curriculares Nacionais: Ciências Naturais. Brasília: MEC/SEF, 1997. 136 p.

CARVALHO, A. M. P. O ensino de Ciências e a proposição de sequências de ensino investigativas. In: CARVALHO, A. M. P. (org.). **Ensino de Ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula.** São Paulo: Cengage Learning, 2013. p. 1-20.

COSTA, A. C. G. Protagonismo juvenil: adolescência, educação e participação democrática. Salvador: Fundação Odebrecht, 2000.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A. P.; PERNAMBUCO, M. M. Ensino de Ciências: fundamentos e métodos. 4. ed. São Paulo: Cortez, 2011.

DUARTE, A. C. O.; SANTOS, L. C. Uso de modelos tridimensionais no ensino superior nas disciplinas de embriologia, citologia, genética e biologia molecular. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 12, e590111235215, p. 1-19, 2022. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/35215/29412>. Acesso em: 18 jan. 2025.

GIANI, K. A experimentação no ensino de ciências: possibilidades e limites na busca de uma aprendizagem significativa. 2010. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) – **Universidade de Brasília**, Brasília, 2010.

GOVERNO DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO. Barra de São Francisco. **Descubra o Espírito Santo**, 2025. Disponível em: <https://descubraoespiritosanto.es.gov.br/cidades/barra-de-sao-francisco>. Acesso em: 18 jan. 2025.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Barra de São Francisco. **Cidades e Estados**, 2023. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/es/barra-de-sao-francisco.html>. Acesso em: 18 jan. 2025.

INEP. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. EEEFM Governador Lindenberg. **QEDu**, 2023. Disponível em: <https://qedu.org.br/escola/32000979-eeefm-governador-lindenberg/censo-escolar>. Acesso em: 18 jan. 2025.

LARROYD, L. M.; DUSO, L. Os documentos curriculares nacionais e o ensino de Ciências e Biologia. **Revista Insignare Scientia**, v. 5, n. 3, p. 174-191, maio/ago. 2022.

LEITE, P. R. M.; ANDRADE, A. O. de. Importância do ensino prático nas aulas de ciências no ensino fundamental. **Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento**, v. 4, n. 7, p. 136-152, jul. 2019. Disponível em: <https://www.nucleodoconhecimento.com.br/educacao/ensino-pratico-nas-aulas>. Acesso em: 18 jan. 2025.

LIMA, L. R. et al. A experimentação como método de ensino no ensino de ciências e biologia. **Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento**, v. 6, n. 9, p. 1-16, set. 2021. Disponível em: <https://www.nucleodoconhecimento.com.br/educacao/ensino-de-ciencias-e-biologia>. Acesso em: 18 jan. 2025.

- LORENZETTI, L.; DELIZOICOV, D.** O ensino por investigação no contexto da abordagem CTS. In: **DELIZOICOV, D.; SILVA JUNIOR, C. L.; MORAES, R.** (org.). **Ensino de Ciências: fundamentos e métodos**. 3. ed. São Paulo: Cortez, 2009. p. 111-131.
- LUZ, M. R. M. P.** Metodologias de ensino na formação de professores de ciências: a abordagem da história e filosofia da ciência. **Ciência & Educação**, v. 8, n. 1, p. 23-36, jan./jun. 2002. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ciedu/a/4KqnMqXpT7HpYFgiptmZ6Hp/?format=pdf>. Acesso em: 18 jan. 2025.
- MENDONÇA, A. V. R.** A experimentação no ensino de ciências e biologia: aspectos históricos e tendências. **Revista Ciência em Extensão**, v. 9, n. 1, p. 111-120, jan./jun. 2013. Disponível em: https://ojs.unesp.br/index.php/revista_proex/article/view/905/953. Acesso em: 18 jan. 2025.
- MOURA, C. B. P.** A construção do conhecimento científico por meio do ensino investigativo: reflexões sobre a prática docente. **Revista Ensino de Ciências e Humanidades**, v. 23, n. 2, p. 65-82, 2022. Disponível em: <https://revistas.uneb.br/index.php/cienciasehumanidades/article/view/15702>. Acesso em: 18 jan. 2025.
- MUNFORD, D.** Aprendizagem baseada em investigação. In: **MUNFORD, D.; GARRAFFONI, R.** (org.). **Educação em Ciências: fundamentos e práticas baseadas em pesquisa**. São Paulo: Loyola, 2013. p. 73-94.
- NUNES, A. R. D.; NASCIMENTO, L. R. S. do.** A experimentação no ensino de ciências: uma revisão sistemática da literatura brasileira (2009–2018). **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 21, e35012, p. 1-23, 2021. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbpec/a/9FfQpq8HnQWZmRn Cz3rq88H/?lang=pt>. Acesso em: 18 jan. 2025.
- PEREIRA, J. E. et al.** A experimentação no ensino de ciências como estratégia para a aprendizagem significativa. **Revista Educação e Fronteiras**, v. 11, n. 32, p. 106-125, maio/ago. 2021. Disponível em: <https://periodicosonline.uems.br/index.php/fronteiras/article/view/6037/4577>. Acesso em: 18 jan. 2025.
- PONTUSCHKA, N. N.** A experimentação no ensino de ciências: uma proposta para o ensino fundamental. **Ciência & Ensino**, v. 1, p. 1-10, 2019.
- ROSA, D. M.; SANTOS, C. C.** Ensino de biologia celular: uma proposta investigativa com uso de modelos tridimensionais. **Revista Ensino em Perspectivas**, v. 2, n. 1, p. 22-34, 2021. Disponível em: <https://revistas.ufpi.br/index.php/revistaensinoemperspectivas/article/view/10732/6947>. Acesso em: 18 jan. 2025.

SANTOS, M. F. B. dos et al. A importância da experimentação no processo ensino-aprendizagem de ciências. **Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento**, v. 6, n. 11, p. 1-18, nov. 2021. Disponível em:

<https://www.nucleodoconhecimento.com.br/educacao/ensino-aprendizagem-de-ciencias>.

Acesso em: 18 jan. 2025.

SANTOS, N. R. et al. O uso de modelos didáticos tridimensionais no ensino de ciências e biologia. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, v. 14, n. 2, p. 111-124, 2021. Disponível em: <https://revistas.utfpr.edu.br/rbect/article/view/14263>. Acesso em: 18 jan. 2025.

SOUZA, D. N. de. Sequência didática investigativa no ensino de ciências: contribuições para a aprendizagem significativa. **Revista Educação em Questão**, v. 59, n. 57, p. 1-24, jan./abr. 2021. Disponível em: <https://periodicos.ufrn.br/educacaoemquestao/article/view/20379>.

Acesso em: 18 jan. 2025.

TIBALLI, E.; LEAL, M. C. Ensino de Ciências por investigação: possibilidades de ressignificar práticas escolares. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 20, n. 2, p. 112-134, 2015. Disponível em: <https://www.if.ufrgs.br/ienci/article/view/663/464>. Acesso em: 18 jan. 2025.

ANEXOS

ANEXO A – AUTORIZAÇÃO DO COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA

UNIVERSIDADE FEDERAL DE
JUIZ DE FORA - UFJF

**PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP****DADOS DO PROJETO DE PESQUISA**

Título da Pesquisa: CADERNO DE AULAS PRÁTICAS DE BIOLOGIA CELULAR - A UTILIZAÇÃO DE MATERIAIS ALTERNATIVOS COMO ESTRATÉGIA DE ENSINO

Pesquisador: Fernanda Souza de Oliveira Assis

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 81700424.7.0000.5147

Instituição Proponente: Campus Avançado Governador Valadares -UFJF

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 7.183.077

Apresentação do Projeto:

As informações foram obtidas do documento 'Informações Básicas do Projeto'.

ANEXO B – AUTORIZAÇÃO PARA REALIZAÇÃO DA PESQUISA NA ESCOLA

DECLARAÇÃO

E.E.E.F.M. GOVERNADOR LINDBERGG
 Entidade Mantenedora: Governo do Estado do Espírito Santo
 Rua Duque Carlos, 240 - B. Imóveis Fernandes - CEP: 29.000-000
 Barra de São Francisco - ES - Telefone: (27) 3756-1290
 Criação: Port. E nº 817/1977 de 17/03/1977 - D.O. 16/03/1977
 Aprovação: Res. CEE/ES nº 41/1975 de 28/11/1975 - D.O. 31/12/1975
 Renovação do Credenciamento e Renovação da Aprovação do EF
 Resolução CEE/ES nº 6.378/2022 de 13/04/2022 - D.O. 14/04/2022
 Ensino Médio: Criação: Port. nº 146/R de 19/12/2019 D.O. 09/12/2020
 EJA-EFEM - Criação: Port. nº 039/R de 15/08/2020 - D.O. em 24/08/2020
 Aprovação do EM e EJA-EF/EM:
 Resolução CEE/ES nº 6.328/2022 de 13/04/2022 - D.O. 16/04/2022
 NEJA-EF/EM: Criação: Portaria nº 152/R de 02/12/2019 D.O. 09/12/2019
 alterada pela Port. 002 - R de 07/01/2020 - D.O. 08/01/2020
 Aprovação: Res. CEE/ES nº 4765/2017 de 07/08/2017 - D.O. 15/08/2017

Eu, Eduardo, Vieira Fagundes”, na qualidade de responsável pela “Escola Estadual de Ensino Fundamental e Médio Governador Lindenberg”, autorizo a realização da pesquisa intitulada “CADERNO DE AULAS PRÁTICAS DE BIOLOGIA CELULAR - A UTILIZAÇÃO DE MATERIAIS ALTERNATIVOS COMO ESTRATÉGIA DE ENSINO” coordenada por “Celho Evaldt” sob a orientação da Prof.ª Dr.ª Fernanda Souza de Oliveira Assis; e DECLARO que esta instituição apresenta infraestrutura necessária à realização da referida pesquisa. Esta declaração é válida apenas no caso de haver parecer favorável do Comitê de Ética da UFJF para a referida pesquisa.

Barra de São Francisco-ES, 26 de outubro de 2023.

ASSINATURA Fagundes
 (carimbo da Instituição)

Eduardo Vieira Fagundes
 Diretor Escolar
 Port. Nº 164-S, de 09/02/2022
 Nº Funcional 2592134