UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
Instituto de Ciências Biológicas
Programa de Pós-Graduação em Ensino de Biologia

Vânia Aparecida Pereira Basílio

EVOLUÇÃO DOS SERES VIVOS:
metodologias ativas e a construção do conhecimento científico

Belo Horizonte
2022

Vânia Aparecida Pereira Basílio

EVOLUÇÃO DOS SERES VIVOS:

metodologias ativas e a construção do conhecimento científico

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Biologia da Universidade Federal de Minas Gerais como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ensino de Biologia.

Profa. Dra. Andréa Mara Macedo

Belo Horizonte

2022.

043 Basílio, Vânia Aparecida Pereira.
Evolução dos seres vivos: metodologias ativas e a construção do conhecimento científico [manuscrito] / Vânia Aparecida Pereira Basílio. – 2022.
100 f. : il. ; 29,5 cm.

Orientadora: Profa. Dra. Andréa Mara Macedo.
Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Minas Gerais, Instituto de Ciências Biológicas. PROFBIO - Mestrado Profissional em Ensino de Biologia.

1. Ensino - Biologia. 2. Evolução (biologia). 3. Ciência. 4. Plano de aula. 5. Metodologia. 6. Estudantes. I. Macedo, Andréa Mara. II. Universidade Federal de Minas Gerais. Instituto de Ciências Biológicas. III. Título.

CDU: 372.857.01

Ficha catalográfica elaborada pela bibliotecária Fabiane C M Reis – CRB 6 – 2680

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE BIOLOGIA

ATA DE DEFESA DO TRABALHO DE CONCLUSÃO DE MESTRADO DE

VÂNIA APARECIDA PEREIRA BASÍLIO

DEFESA Nº. 021 ENTRADA 1ª/2020

No dia **31 de agosto de 2022, às 8:00 horas,** reuniram-se, remotamente, através da plataforma Google Meet, os componentes da Banca Examinadora do Trabalho de Conclusão de Mestrado, indicados pelo Colegiado do PROFBIO/UFMG, para julgar, em exame final, o trabalho intitulado: **"EVOLUÇÃO DOS SERES VIVOS: METODOLOGIAS ATIVAS E A CONSTRUÇÃO DO CONHECIMENTO CIENTÍFICO"**, como requisito final para a obtenção do grau de Mestre em Ensino de Biologia, área de concentração: **Ensino de Biologia**. Abrindo a sessão, a Presidente da Comissão, a **Dra. Andréa Mara Macedo**, após dar conhecimento aos presentes sobre as Normas Regulamentares do Trabalho Final, passou a palavra à candidata para apresentação oral de seu trabalho. Seguiu-se a arguição pelos examinadores, com a respectiva defesa da candidata. Logo após, a Banca se reuniu, sem a presença da candidata e do público, para julgamento e expedição do resultado. Foram atribuídas as seguintes indicações:

PROFESSOR EXAMINADOR	INSTITUIÇÃO	INDICAÇÃO
Dra. Andréa Mara Macedo	UFMG	Aprovada
Dra. Viviane de Souza Alves	UFMG	Aprovada
Dr. Erich Birelli Tahara	UFMG	Aprovada

Pelas indicações, a candidata foi considerada: **APROVADA**.

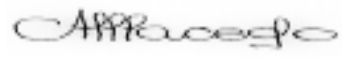
O resultado foi comunicado publicamente à candidata pela Presidente da Comissão.

Comunicou-se, ainda, à candidata, que o texto final do TCM, com as alterações sugeridas pela banca, se for o caso, deverá ser entregue à Coordenação Nacional do PROFBIO, no prazo máximo de 60 dias, a contar da presente data, para que se proceda a homologação.

Nada mais havendo a tratar, a Presidente encerrou a reunião e lavrou a presente ATA, que será assinada por todos os membros participantes da Banca Examinadora.

Belo Horizonte, 31 de agosto de 2022.

Assinatura dos membros da banca examinadora:



Documento assinado eletronicamente por **Miguel Jose Lopes, Coordenador(a)**, em 23/09/2022, às 08:17, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 3º do Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020.

Este Trabalho de Conclusão de Mestrado (TCM) foi desenvolvido em Belo Horizonte, junto ao Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em Rede Nacional – PROFBIO, do Instituto de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG, sob a orientação do Prof. Dr. Andréa Mara Macedo, e contou com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

RESUMO

Nos últimos três anos, a pandemia do Coronavírus aguçou a curiosidade sobre a evolução deste vírus e sobre como ele, comumente encontrado em morcegos, saltou para os humanos. Nesse sentido, cientistas publicaram numerosos artigos, vídeos, filmes e reportagens abordando conceitos sobre o processo de evolução dos seres vivos - objeto de estudo desta pesquisa. Por outro lado, estudos apontaram que a maioria dos estudantes do ensino médio não conseguiam nem compreender tais conceitos nem relacioná-los ao seu cotidiano. Para tentar superar estas dificuldades, este trabalho apresenta uma Sequência Didática (SD) para o ensino do conteúdo evolução dos seres, no Ensino Médio. A pesquisa objetivou avaliar não apenas o papel que esta SD desempenha no aprendizado sobre a evolução dos seres vivos fundamentada nas metodologias investigativas, mas também sua eficácia para auxiliar os alunos a compreenderem aqueles conceitos. A pesquisadora obteve os dados da pesquisa mediante a técnica de observação participante e a aplicação de questionários semiestruturados pré e pós - SD. Constatou-se que os registros feitos pelos alunos durante a realização das atividades da SD e as respostas dadas aos questionários nela propostos contribuíram para os estudantes compreenderem como o conhecimento científico se constrói. Detectou-se, também, um significativo avanço na compreensão dos alunos sobre os conceitos relativos à evolução dos seres vivos. São produtos deste trabalho uma SD e os textos escritos pelos alunos sobre a evolução dos seres vivos, produções que evidenciaram o protagonismo dos estudantes conseguido através de proposta de ensino por meio da investigação.

Palavras-chave: Evolução. Seres vivos. Conhecimento científico. Sequência Didática. Metodologia. Estudantes.

ABSTRACT

In the last three years, the Coronavirus pandemic has raised people´s curiosity about the evolution of this virus and about how such a virus commonly found in bats jumped to humans. In this sense, scientists published numerous articles, videos, films and reports addressing concepts about the evolution of living beings - object of study of this research. On the other hand, studies showed that most high school students could neither understand such concepts nor relate them to their daily lives. To overcome such difficulties, this work presents a didactic sequence -SD for teaching the evolution of living beings in High School. The research aimed to evaluate not only the role SD plays in students´ learning the evolution of living beings based on investigative methodologies, but also its effectiveness in helping students to understand those concepts. Researcher obtained data through participant observation techniques and the application of pre- and post- SD questionnaires. Students' records made during the performance of the SD activities and data collected in the questionnaires proposed in the SD contributed to the students' understanding of how one builds the scientific knowledge. Research also detected a significant advance in students' understanding of concepts related to the evolution of living beings. The final products of this work were an SD and students´ written texts about the evolution of living beings, which evidenced the protagonism of the students achieved through the proposal of teaching by means of investigating.

Keywords: Evolution. Living beings. Scientific knowledge. SD. Methodology. Students.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Mutação em uma base nitrogenda nas cepas vírais D614G.....26

Figura 2 - Mutação na proteína Spike nas cepas D614G, facilitando a ligação com ACE2.....26

Figura 3 - Matérias - evolução do Coronavírus 40

Figura 4 - Novo Coronavírus 41

Figura 5 - Fotos-*Prints* das páginas das produções dos alunos.....51

Figura 6 - Fotos-*Prints* das produções dos alunos 51

Figura 7 - Comparação dos registros sobre definição de conhecimento científico - 1º Ano.....57

Figura 8 - Comparação dos registros livres sobre definição de “Conhecimento Cientifico” - 2º Ano.....57

Figura 9 - Comparação dos registros livres sobre a definição do conceito de “Evolução” - Turma: 1º Ano 58

Figura 10 - Comparação dos registros livres sobre a definição do conceito de “Evolução” - Turma: 2º Ano 59

Figura 11 - Sequência didática investigativa: evolução dos seres vivos 65

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Dados gerais das turmas de 1º e 2º do Ano Ensino Médio nas quais foram aplicadas a SD 35

Quadro 2 - Procedimentos da coleta de dados durante o desenvolvimento das atividades propostas da SD.....36

Quadro 3 - Perguntas abertas ou dissertativas 39

Quadro 4 - Perguntas objetivas em múltipla escolha 40

Quadro 5 - Hipóteses levantadas pelos estudantes das turmas pesquisadas 41

Quadro 6 - *Sites* sugeridos pela pesquisadora.....42

Quadro 7 - Principais hipóteses sugeridas pelos estudantes.....46

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - 1º Ano Pré 52
Gráfico 2 - 1º Ano pós 53
Gráfico 3 - 2º Ano Pré 54
Gráfico 4 - 2º Ano Pós 54
Gráfico 5 - 1º Ano Pré 55
Gráfico 6 - 1º Ano Pós 55
Gráfico 7 - 2º Ano Pré 56
Gráfico 8 - 2º Ano Pós 56

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CBC	Conteúdos Básicos Comuns
CEB	Conselho de Educação Básica
CNE	Conselho Nacional de Educação
CTSA	Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente
DCNEM	Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio
DNA	Ácido desoxirribonucleico
ENEM	Exame Nacional do Ensino Médio
IBECC	Instituto Brasileiro de Educação, Ciência e Cultura
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IDEB	Índice Desenvolvimento da Educação Básica
MEC	Ministério da Educação
OCDE	Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico
PCN	Parâmetros Curriculares Nacionais
PCNEM	Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio
PET	Plano de Estudos Tutorados
PISA	Programa Internacional de Avaliação de Alunos
PPP	Projeto Político Pedagógico
PROALFA	Programa de Avaliação da Alfabetização
PROEB	Programa de Avaliação da Educação Básica
RNA	Ácido ribonucleico

SD	Sequência Didática
SEE/MG	Secretaria de Estado da Educação de Minas Gerais
SIMAVE	Sistema Mineiro de Avaliação da Educação Básica
SER	Superintendência Regional de Ensino

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 11
1.1 Objetivo Geral 13
1.1.1 Objetivos específicos 13

2 ARGUMENTAÇÃO TEÓRICA 16
2.1 Breve retrospectiva do ensino de biologia 16
2.2 Reflexões de John Dewey e o ensino de ciências naturais 17
2.3 O ensino de ciências naturais, no Brasil, nas décadas de 1950 e 1960 18
2.4 O ensino de ciências naturais no final século XX e início do século XXI 19
2.5 A evolução dos seres vivos: abordagens nas aulas de ciências e biologia e os principais conceitos 20
2.6 A relação entre vírus e a evolução dos seres vivos 23
2.7 Entendendo a evolução do Coronavírus 25
2.8 Princípios das metodologias investigativas que fundamentaram a SD proposta 27
2.9 Utilização de metodologias investigativas no ensino de evolução dos seres vivos na escola básica e na formação de professores da educação básica 29

3 METODOLOGIA 32
3.1 Introdução 32
3.2 Sujeitos da pesquisa: caracterização dos participantes 33
3.3 Material e método 34
3.3.1 Diário de bordo 36
3.4 Procedimentos metodológicos: descrição das etapas da SD 38

4 ANÁLISE DOS DADOS E RESULTADOS DA PESQUISA 44
4.1 Informações coletadas e princípios das metodologias investigativas 44
4.2 Análise dos questionários pré e pós - SD 52
4.3 Informações nos registros dos estudantes que discordam das atividades propostas 60
4.4 Variáveis em contraste: escolas, ano de escolaridade e modus operandi da pesquisa 62

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS 65

REFERÊNCIAS 70

APÊNDICE A - Textos dos alunos 80
APÊNDICE B - Autorização de uso de imagem pessoal 85

ANEXO A - Termo de Anuência 88
ANEXO B - Termo de Assentimento Livre e Esclarecido (TALE) 90

1 INTRODUÇÃO

São graves e notórios os problemas enfrentados pelos docentes da Educação brasileira, notadamente no ensino médio, no qual essas dificuldades se concentram precipuamente no processo de ensino e aprendizagem. No ensino de biologia não seria diferente, e sua problemática se posta na aprendizagem dos estudantes que nem sempre seria explicada apenas pela negligência dos discentes ou por sua falta de estudo, mas, também, por práticas pedagógicas, procedimentos metodológicos equivocados utilizados.

Em mais de quinze anos de docência ficaram perceptíveis ocorrências que evidenciam a incapacidade de grande parte dos estudantes do ensino médio para identificar e relacionar conceitos biológicos a situações do seu cotidiano. Dados das avaliações externas do Programa Internacional de Avaliação de Alunos (PISA)[1], apresentam resultados preocupantes em relação ao desempenho dos estudantes em ciências.

Nesse sentido, o PISA aponta que pouco mais de 40% dos estudantes brasileiros avaliados atingiram em ciências pelo menos o nível 2 da escala (ORGANIZAÇÃO PARA A COOPERAÇÃO E DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO; INSTITUTO DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS ANÍSIO TEIXEIRA, 2018), 2015). Resultado similar foi observado em 2018, quando o Brasil apresentou em Ciências 45% de estudantes no Nível 2 ou superior. O Nível 2 é considerado pela Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) o nível básico de proficiência que oportuniza a aprendizagem e a participação plena na vida social, econômica e cívica das sociedades modernas em um mundo globalizado (ORGANIZAÇÃO PARA A COOPERAÇÃO E DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO; INSTITUTO DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS ANÍSIO TEIXEIRA, 2018).

[1] Tradução de Programme for International Student Assessment, o PISA é um programa internacional de avaliação comparada de alunos aplicado ao estudante da 7ª série em diante, na faixa de 15 anos e tem como objetivo colher informações sobre o desempenho e as condições de aprendizagem desses alunos. A análise dos resultados é de extrema relevância para o aperfeiçoamento das reformas educacionais, visando a melhoria da qualidade da Educação Básica brasileira. Esse programa é desenvolvido e coordenado internacionalmente pela Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) e nacionalmente pelo Instituto de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP) do Ministério da Educação. Realizado a cada 3 anos, abrange 3 domínios do conhecimento: Leitura, Matemática e Ciências). (ORGANIZAÇÃO PARA A COOPERAÇÃO E DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO; INSTITUTO DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS ANÍSIO TEIXEIRA, 2018).

Reitere-se que algumas das dificuldades dos estudantes no processo de ensino-aprendizagem se devem às metodologias, às práticas pedagógicas ineficazes praticadas por professores que pouco, ou em nada, estimulam o protagonismo e não promovem a autonomia dos alunos. O problema dessas práticas é a utilização de métodos tradicionais de ensino cujo foco é o repasse puro e simples dos conteúdos, mediante aulas expositivas que não oportunizam aos estudantes conhecerem o processo de produção do conhecimento científico.

Neste sentido, e para solucionar este impasse, Krasilchik (2004, p. 58) destaca que há que alterar este cenário e que “uma mudança que se impõe é a substituição de aulas expositivas por aulas que estimulem a discussão de ideias, intensificando a participação dos alunos, por meio de comunicação oral, escrita ou visual”, opinião com a qual esta pesquisadora corrobora.

O interesse pela escolha desta temática foi o fato de a pesquisadora ser professora de biologia e estar, constantemente, buscando novas e eficientes práticas pedagógicas para o desenvolvimento de aulas eficientes, interativas e participativas. Isto, porque, cada vez mais, se torna complexo planejar e ministrar aulas que atendam aos sujeitos que compõem a diversidade da escola pública, no caso desta dissertação, a estadual.

Saliente-se, também, que esta pesquisa se justifica pelo interesse desta pesquisadora pela melhoria da qualidade do ensino de Biologia, e por não se ter encontrado na literatura pertinente novas metodologias que auxiliassem os docentes a lidar com as dificuldades de aprendizagem de alunos do Ensino Médio, no que tange a esta disciplina.

A relevância desta pesquisa, por um lado, é seu aspecto social, porque ela leva em consideração a educação de jovens, e por outro, a sua contribuição para a comunidade acadêmica, para aqueles docentes que lidam com Biologia, pois a pesquisadora disponibiliza sua investigação, sua SD, seus dados e os resultados obtidos, além de oferecer um estudo detalhado que aponta e delineia a realidade do processo de ensino-aprendizagem no Ensino Médio, em algumas escolas públicas estaduais.

Diante deste panorama, buscou-se, neste trabalho, elaborar e sugerir uma técnica/atividade de ensino, a qual se denominou “Sequência Didática” (SD), e avaliar a eficácia de sua utilização para o desenvolvimento do tema evolução dos seres vivos, fundamentada nas metodologias investigativas.

Vale neste ponto, explanar, grosso modo, uma vez que mais adiante, nesta dissertação, maiores detalhes e explicações sobre a SD são feitas, que a SD se refere a um conjunto de atividades associadas umas às outras, e planejadas para ensinar um dado conteúdo curricular, passo a passo. Uma SD envolve atividades de aprendizagem e de avaliação, e é organizada consoante os objetivos definidos pelo professor e os quais ele almeja alcançar para a aprendizagem de seus alunos. (AMARAL, 2021).

Com base no exposto até este ponto, definiram-se para esta pesquisa os objetivos seguintes:

1.1 Objetivo Geral

Avaliar o papel de uma SD a respeito da evolução dos seres vivos, no ensino de Biologia para estudantes do Ensino Médio.

1.1.1 Objetivos específicos

a) elaborar uma sequência didática que possibilite o aprendizado por meio da investigação, sobre o conteúdo evolução dos seres, no ensino médio;
b) propiciar que os estudantes apropriem dos conhecimentos sobre a evolução usando como modelo o coronavírus;
c) investigar o conhecimento dos estudantes antes e após a SD sobre o tema evolução do seres;
d) oferecer atividades aos discentes que contemplem o questionamento, o levantamento de hipóteses, estimulem pesquisas, suscitem discussões e possibilitem a percepção de como se constrói o conhecimento;
e) exercitar com os alunos a produção de textos de divulgação científica sobre a evolução dos seres vivos em formato apropriado para divulgação nas redes sociais;
f) disponibilizar a SD em uma plataforma interativa para acesso ao público em geral;
g) avaliar o impacto do SD sobre o conhecimento dos estudantes acerca da evolução.

Isto posto, a seguir, discorre-se brevemente sobre a estrutura desta dissertação.

No primeiro capítulo, a Introdução, apresenta-se o objeto de estudo da pesquisa, justificam-se as razões pela escolha do tema, aponta-se sua relevância, e definem-se os objetivos a serem alcançados ao final do estudo. Dado ser o objeto de estudo uma SD, a metodologia mereceu espaço especial em um capítulo da dissertação, no qual se apontaram os procedimentos e passos da montagem da SD, e a sequência dos procedimentos da aplicação das atividades aos alunos.

O capítulo 2, Argumentação Teórica, traz uma breve retrospectiva sobre o ensino de Biologia, descreve o ensino de ciências naturais no Brasil, nas décadas de 1950 e 1960, analisa as reflexões de John Dewey sobre o ensino de ciências naturais, discute a utilização de metodologias investigativas no ensino da evolução dos seres vivos na escola básica e na formação de professores da educação básica, e descreve os princípios das metodologias investigativas que fundamentaram a SD proposta.

Discutiu-se, ainda no capítulo 2, a evolução do Coronavírus, a relação entre vírus e a evolução dos seres vivos, o modo como a evolução dos seres vivos é abordada nas aulas de ciências e Biologia e seus principais conceitos. Finalmente, o capítulo encerra com o relato histórico sobre o ensino de ciências naturais, no final século XX e início do século XXI.

O capítulo 3, Metodologia, descreve criteriosa e em detalhadamente a metodologia utilizada para se desenvolver esta pesquisa, e ela incluiu diversas pesquisas: a bibliográfica, documental, a qualitativa e quantitativa, a descritivo-analítica, a de campo e a investigativa.

No capítulo 4, Resultados e discussão, abordam-se a relação entre as informações coletadas e os princípios das metodologias investigativas, descrevem-se os sujeitos da pesquisa, fazem-se as análises dos questionários pré e pós – SD, fornecem-se informações dos registros dos estudantes que discordam das atividades propostas, entre outros aspectos pertinentes aos procedimentos metodológicos.

Finalmente, nas Considerações finais, procede-se a uma síntese do trabalho feito com enfoque sobre a proposta de ensino sugerida como uma prática pedagógica com possibilidades de resolver as dificuldades que os professores de Biologia têm para ensinar conceitos pertinentes à evolução dos seres vivos e ao modo como o conhecimento científico se constrói.

Na sequência do texto, no capítulo 2, abordam-se as teorias, obras, autores e textos que deram suporte à consecução desta investigação.

2 ARGUMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Breve retrospectiva do ensino de biologia

A preocupação com as abordagens adotadas para o ensino de ciências da natureza deriva de uma profunda reflexão e tem relação direta com discussões que ocorreram nos campos da filosofia, sociologia e história da ciência. Advém, ainda, dos estudos do Currículo, não sendo, portanto, este trabalho uma investigação que aborde fenômeno meramente natural, mas sócio-historicamente construído. (MUNFORD; LIMA, 2007).

Na década de 1930, emergiram contribuições históricas importantes para o processo de desenvolvimento do conhecimento científico. Esses estudos indicavam "a visão de ciência enquanto um processo indutivo e lógico – um processo de partir de um fato empírico para o desenvolvimento de uma teoria científica – não era sustentada por estudos históricos" (DUSCHL, 1994, p. 445).

Já nos anos 1950, alguns filósofos "defendiam a ideia de que o conhecimento científico é afetado por perspectivas teóricas que o investigador possui e que são compartilhadas por uma comunidade de investigadores" (DUSCHL, 1994, p. 445). Na década de 1960, as perspectivas teóricas começam a influenciar o campo educacional.

Nesse sentido, Schwab apregoa que o conhecimento científico está organizado em duas categorias, a saber:

> o conhecimento científico substantivo e o conhecimento científico sintático. O primeiro representaria os significados compartilhados no grupo (conceitos, teorias, modelos etc., que buscam explicar fenômenos naturais). O conhecimento sintático envolveria as regras para se saber algo dentro das ciências naturais (procedimentos e práticas aceitas entre os cientistas como válidas para a construção de modelos). (SCHWAB *apud* MUNFORD; LIMA, 2007).

Assim sendo, o currículo escolar deveria seguir as regras do conhecimento cientifico sintático. Para tanto, dois componentes são apontados como essenciais:

> 1. Os aprendizes têm de adquirir conhecimentos e experiências nas ciências naturais através de investigações, adotando procedimentos similares àqueles que cientistas adotam e;
> 2. Os aprendizes têm de estar cientes de que o conhecimento a ser adquirido a partir das investigações está sujeito a mudanças. (DUSCHL, 1994, p. 449).

Na subseção, a seguir, discorrem-se as reflexões de John Dewey para o ensino de ciências naturais. Apresenta-se também a perspectiva investigativa no ensino de ciências naturais nas décadas de 1950 e 1960, no final do século XX e início do século XXI.

2.2 Reflexões de John Dewey e o ensino de ciências naturais

O ensino de ciências naturais no Brasil recebeu a influência de teorias advindas de cientistas de outros países. Destacam-se, nessa seara, as reflexões de John Dewey sobre a perspectiva investigativa na Educação Cientifica formulada no início do século XX e em um contexto em que os interesses capitalistas dos Estados Unidos da América silenciavam as desigualdades e os conflitos sociais. (ANDRADE, 2011).

Dewey vê a ciência, e especificamente o método experimental, como fator por meio do qual “as experiências passadas são purificadas e convertidas em instrumentos para as descobertas e para o progresso” (DEWEY, 1959, p. 248). Neste sentido, o progresso já reconhecido pelo conhecimento científico deveria contribuir para melhorar as condições econômicas e sociais das pessoas em um contexto de desigualdades e conflitos sociais.

À vista disso, conforme Pinto (2004), John Dewey apropria-se da concepção de método científico, refletindo sobre as possibilidades de sua aplicação em questões sociais e morais, pois,

> [...] com a integração das duas esferas, seria possível, então, utilizar o Método Cientifico, de eficácia já comprovada no âmbito da natureza física, a resolução da crise de valores que a própria ciência gerou, de forma a restituir o bem-estar ao ser humano. (PINTO, 2004, p. 2).

Apesar do caráter instrumentalista do método científico proposto por John Dewey (1959, p. 247) este visava a “[...] nutrir uma compreensão e uma plena convicção da possibilidade de direção das coisas humanas [...]”, no intuito de desenvolver uma sociedade mais democrática.

Sendo assim, o método científico possibilitaria a utilização das experiências dos estudantes “[...] para delas extrairmos luzes e conhecimentos que nos guiem para frente e para fora em nosso mundo em expansão” (DEWEY, 1971, p. 93). Ou seja, o conhecimento científico seria utilizado para além da sistemática do método,

contemplando elementos inerentes às questões sociais. Devido a tais questões, e a elas acresçam-se as políticas, as reflexões acerca do método cientifico somente ganharam relevância em meados do século XX, tanto nos EUA quanto no Brasil. (DEWEY, 1959, 1971). Estas reflexões influenciaram e ainda influenciam o ensino de ciências brasileiro, ocorrências que se descrevem a seguir.

2.3 O ensino de ciências naturais, no Brasil, nas décadas de 1950 e 1960

No Brasil, consoante Krasilchik (2000, p. 86), “a sociedade se ressentia da falta de matéria-prima e produtos industrializados durante a segunda Guerra Mundial e no período pós-guerra, pois, buscava superar a dependência e se tornar autossuficiente”. Neste contexto, para o autor, o ensino de ciências contribuiria para preparar as pessoas para atuarem como pesquisadores, impulsionando o desenvolvimento científico e o consequente progresso do país.

Neste sentido, “a ciência e a Tecnologia foram reconhecidas como essenciais para o desenvolvimento econômico, cultural e social” (KRASILCHIK, 2000, p. 85). Inerente ao contexto descrito, “o ensino das ciências em todos os níveis foi também crescendo de importância, sendo objeto de inúmeros movimentos de transformação do ensino, podendo servir de ilustração para tentativas e efeitos das reformas educacionais.” (KRASILCHIK, 2000, p. 85).

É neste cenário que ocorreram as reformas educacionais, no Brasil nas décadas de 1950 e 1960 e as reflexões de John Dewey (1958, 1971) iluminavam as propostas educacionais do ensino de Ciências que passam a ter a investigação como foco, sendo desenvolvidas, inicialmente, por projetos no Instituto Brasileiro de Educação, Ciência e Cultura (IBECC) criado em 1946, que traduzia materiais didáticos produzidos nos EUA e na Inglaterra na década de 1960, e tendo a Fundação Ford (EUA) como subsidiária de investimentos financeiros, a fim de produzir materiais didáticos de Ciências, no início da década de 1960 no Brasil. (ANDRADE 2011).

É relevante destacar que, neste período, o Método Cientifico era caracterizado como uma sequência fixa e básica de comportamentos, que conduziria à identificação de problemas, elaboração de hipóteses e verificação experimental dessas hipóteses, o que permitiria chegar a uma conclusão e levantar novas questões (KRASILCHIK, 2000). Esta mesma autora, aponta que, nos projetos curriculares das décadas de 1950 a 1970, a ciência era considerada uma atividade neutra.

Embora os materiais elaborados para o ensino de Ciências fossem baseados “[...] no conceito de Ciências como um processo de investigação e não só como um corpo de conhecimentos devidamente organizados” (BARRA; LORENZ, 1986, p. 1973), a proposta de aplicação do método científico era mecânica e neutra e buscava atender às demandas do mercado comercial.

2.4 O ensino de ciências naturais no final século XX e início do século XXI

A partir dos anos 1980, as reformas curriculares assumem novas perspectivas e passam a contemplar a investigação como prática de ensino de Ciências. Estas reformas iniciaram nos EUA e Inglaterra e influenciaram as propostas de ensino de Ciências através de atividades investigativas no Brasil. (ANDRADE, 2011).

Neste novo cenário, destacam-se os seguintes aspectos:

a) “Discussões sobre a natureza do ensino por investigação nas aulas de Ciências. (SANDOVAL, 2005);
b) “As relações das atividades do ensino de ciências por investigação com aspectos sociais”. (ANDRADE, 2011, p. 8);
c) “Os efeitos nocivos da produção científica”. (ANDRADE, 2011, p. 8).

Esta nova perspectiva faz com que a Ciência passe a ser vista como conhecimento cultural, dinâmico, e passível à influência de diversas esferas sejam elas políticas, religiosas, éticas, sociais ou econômicas, contrapondo a concepção de que a Ciência e a Tecnologia estejam distanciadas totalmente da sociedade.

Outro aspecto a destacar é que estas reformas “buscam compreender a natureza da investigação cientifica dentro de outros contextos que eram silenciados na concepção de Ciência neutra nas décadas de 1950 e 1960.” (ANDRADE, 2011, p. 9).

Neste sentido, a Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996, que estabelece as Diretrizes e Bases da Educação Nacional, traz em seu art. 35, inciso IV, como finalidade da educação básica “a compreensão dos fundamentos científico-tecnológicos dos processos produtivos, relacionando a teoria com a prática, no ensino de cada disciplina.” (BRASIL, [2019]). Infere-se da citação anterior que as estratégias pedagógicas adotadas pela Escola devem proporcionar aos alunos a compreensão

da relação entre ciência-tecnologia-sociedade, compreendendo seus benefícios e seus efeitos nocivos para atuar na sua minimização.

Na continuidade da proposição de diretrizes para o ensino de ciências naturais, no ano de 2018, o Ministério da Educação publicou a Resolução nº 4, de 17 de dezembro de 2018, que Institui a Base Nacional Comum Curricular para o Ensino Médio, a qual destaca as competências específicas na área do conhecimento de Ciências da Natureza e suas tecnologias:

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

Constata-se na citação anterior, que as competências específicas descritas buscam sistematizar, redimensionar e ampliar as aprendizagens cruciais desenvolvidas no Ensino Fundamental, no que tange aos conhecimentos dos conceitos primordiais da área, mediante contextualização social, cultural e ambiental de tais conhecimentos, e no que se refere, aos processos e às práticas de investigação e às linguagens das Ciências da Natureza. Vale reiterar que a área de Ciências no referido Ensino "reúne conhecimentos relacionados à Biologia, Química e Física. Os conhecimentos nocionais no referido Ensino são problematizados nas seguintes categorias: Matéria e Energia e Vida, Terra e Cosmos." (PROGRAMA NACIONAL DO LIVRO E DO MATERIAL DIDÁTICO, 2019).

2.5 A evolução dos seres vivos: abordagens nas aulas de ciências e biologia e os principais conceitos

De uma maneira geral, nas escolas públicas, o tema evolução dos seres vivos é abordado nas aulas de biologia por meio da comparação entre as teorias de Jean-Baptiste-Pierre-Antoine de Monet, Chevalier (cavaleiro) de Lamarck[2], e Charles

[2] Naturalista francês autor das primeiras teorias sobre a evolução dos seres vivos, hoje desacreditada. (MAGALHÃES, 2022).

Darwin[3], Alfred Russel Wallace[4]. Ocorre que Lamarck, que de fato introduziu o termo biologia, elaborou uma teoria sem comprovação científica, sendo por isto, considerada uma hipótese e Darwin e Wallace5 propuseram a teoria da seleção natural comprovada cientificamente, conforme Almeida e Falcão (2010).

Estes mesmos autores afirmam que “esta visão distorcida e superficial da história é que vai perpetuar-se na maior parte dos livros didáticos de Biologia e nas práticas pedagógicas dos professores da área, até a atualidade”. (ALMEIDA; FALCÃO, 2010, p. 661).

A abordagem e a visão deformadas da ciência nos moldes citados anteriormente contribuem para a afirmação de um paradigma que dificulta o entendimento dos conceitos atinentes à temática, bem como sua aplicação na vida cotidiana. Para Kuhn (2005, p. 13), “[...] paradigmas são as realizações científicas universalmente reconhecidas que, durante algum tempo, fornecem problemas e soluções modelares para uma comunidade de praticantes de uma ciência”.

Na contramão das proposições descritas, o estudo da evolução dos seres vivos possibilita o estabelecimento de relações com vários ramos da ciência, como por exemplo a Genética. Contudo, “a presença do tema origem e evolução da vida ao longo de diferentes conteúdos não representa a diluição do tema evolução, mas, sim sua articulação com outros assuntos, como elemento central e unificador no estudo da Biologia” (BRASIL, 2006, p. 22).

Os fatores evolutivos descritos na Teoria de Darwin/Wallace incrementados com os conhecimentos da síntese evolutiva moderna (síntese neodarwiniana ou neodarwinismo) possibilitam a compreensão da evolução dos seres vivos e de vários outros conteúdos inerentes à disciplina biologia. Esses fatores podem ser reunidos em duas categorias de fatores:

a) os que tendem a aumentar a variabilidade genética da população: mutação gênica, mutação cromossômica e recombinação.

---

[3] Naturalista e biólogo britânico, autor do livro “A Origem das Espécies”. Formulou a teoria da evolução das espécies, anteviu os mecanismos genéticos e fundou a biologia moderna. É considerado o pai da “Teoria da Evolução das Espécies”. (FRAZÃO, 2022).

[4] Foi o primeiro a propor a distribuição geográfica das espécies animais e, como tal, é considerado um dos precursores da ecologia e da biogeografia. (WALLACE, 2022).

[5] Na teoria de Darwin, o principal conceito referenciado pelos autores é o da seleção natural, e, na de Lamarck, a herança dos caracteres adquiridos. As duas teorias são diferentemente apresentadas nos livros didáticos de biologia no Brasil. (ALMEIDA; FALCÃO, 2010).

b) aqueles que atuam sobre a variabilidade genética já estabelecida: seleção natural, migração e deriva genética (A TEORIA..., 2021).

Para se entenderem os fatores que aumentam a variabilidade, descrevem-se, a seguir, as mutações gênicas e cromossômicas e a recombinação.

As mutações gênicas “se devem a erros de replicação durante a divisão celular. Elas podem ocorrer por meio “da substituição de um par de bases por outro, a chamada mutação gênica.” (MAYR, 2009, p. 126). Por sua vez, quando ocorrem “mudanças mais drásticas do genótipo, como na poliploidia e nas mudanças no arranjo gênico, em que são observadas inversões cromossômicas, estas são chamadas mutações cromossômicas.” (MAYR, 2009, p. 126). A recombinação, por seu turno, ocorre graças a dois processos:

a) a separação independente dos cromossomos para a formação dos gametas;e
b) o *crossing-over*, ou cruzamento cromossômico.

Ambos os processos ocorrem durante a meiose e contribuem de forma drástica para a recombinação dos genótipos parentais. (MAYR, 2009).

No *crossing-over* “os cromossomos partidos trocam de pedaços entre si, tornando-se, assim, uma mistura de pedações de cromossomos paternos e maternos.” (MAYR, p. 132, 2009). Já na separação independente dos cromossomos para a formação dos gametas, um cromossomo de cada par vai aleatoriamente para cada uma das células – filhas. Sendo assim, “cada novo cromossomo é uma combinação inteiramente nova de genes maternos e paternos.” (MAYR, 2009, p. 133).

As mutações e as recombinações resultam na modificação do material genético da espécie. Este processo pode beneficiar ou prejudicar a adaptação dos seres vivos, dependendo de como ocorrerá a organização inicial ou o rearranjo do material genético.

Com relação aos fatores que atuam sobre a variabilidade genética configura-se a seleção natural. Este processo seleciona os indivíduos que possuem características que melhor se adaptam ao meio. Sendo assim, o ser vivo que tem mais chances de viver e reproduzir é o que possui mais características adaptáveis. Porém, este ser vivo pode não ser o mais forte, como, às vezes, se ouve afirmar.

Por outro lado, a migração que compreende também a imigração - a entrada de indivíduos em uma população - aumenta a variabilidade genética desta população, e a emigração - a saída de indivíduos de uma população - faz com que a variabilidade genética diminua.

A deriva genética corresponde à variação aleatória da frequência de genes em uma população. A variação de genes é devida a flutuações estatísticas que podem levar à perda de genes, caracterizando, assim, a redução da variabilidade genética de uma população sem relação com a maior ou menor adaptabilidade de indivíduos. (MAYR, 2009).

A deriva genética é um processo totalmente aleatório, sendo considerado irrelevante em populações com um número maior de indivíduos, mas, em populações com menos sujeitos podem constituir uma amostra distorcida da distribuição de genes da população original. Trata-se de uma das maneiras mais comuns de dispersão de inúmeras espécies animais e também de origem de espécies. (MAYR, 2009).

Entender os fatores que tendem a aumentar a variabilidade genética e os fatores que atuam sobre a variabilidade genética já estabelecida é de fundamental importância para a compreensão de como se dá a evolução dos seres vivos.

2.6 A relação entre vírus e a evolução dos seres vivos

Ridley (2006) afirma que alguns vírus apresentam uma elevada taxa de mutação, e o mecanismo de mutação possibilita sua evolução e também a de outros seres vivos, seja naturalmente ou por meio da engenharia genética.

A relação entre vírus e demais seres vivos contribui para a constituição de organismos que segundo Futuyma (1992, p. 646) “[...] são produtos de uma história de descendência com modificações a partir de ancestrais comuns, e que o principal mecanismo da evolução é o da seleção natural das variações hereditárias.” Os vírus contribuem de maneira ímpar para que o processo de evolução dos seres vivos ocorra.

Para apontar os mecanismos que contribuem para a evolução dos seres vivos, tendo como mediadores os vírus, destaque-se que os vírus contribuem para a formação de variações genômicas, impulsionando a evolução. Exemplificando, há os vírus que integram células germinativas, como os óvulos e espermatozoides, possibilitando que a informação genética seja transmitida de pais e mães para filhos, e, sendo assim, estas informações passam a constituir o genoma do hospedeiro.

(ACRANI; MÓDENA; ARRUDA, 2012).

“Estima-se que 8,3% do genoma humano sejam formados por esses fragmentos, em consequência de infecções virais ocorridas ao longo de cerca de 3,5 milhões de anos de evolução”. (ACRANI; MÓDENA; ARRUDA, 2012), percentual que supera o de genes funcionais existentes em nosso genoma (4% a 5%). Em face desses números, caberia, com certa dose de irreverência, a pergunta: seria o homem feito de vírus? (ACRANI; MÓDENA; ARRUDA, 2012).

Em anos recentes, foi confirmado que as sequências de genes de vírus (de RNA ou de DNA) estão integrados ao genoma de seus hospedeiros, o que reforça a ideia de que essas entidades teriam talhado a evolução de organismos de variadas espécies, inclusive a humana. (ACRANI; MÓDENA; ARRUDA, 2012).

Uma outra função dos vírus, de extrema importância para a reprodução e, consequentemente, para a evolução, é a produção da proteína do sinciciotrofoblasto[6] - denominada sincicina por causa da sequência intacta de um gene viral chamado env. O sinciciotrofoblasto é formado por uma camada de células que possibilita o contato íntimo entre a placenta e o útero materno, permitindo a fusão dos dois tecidos, criando uma interface de troca entre o feto e a mãe. (ACRANI; MÓDENA; ARRUDA, 2012). A relação entre feto e placenta mediada pelos retrovírus e descrita anteriormente fornece argumentos de que uma interação retroviral, há milhões de anos, pode ter sido fundamental para a evolução dos mamíferos placentários. (ACRANI; MÓDENA; ARRUDA, 2012).

A relação entre os vírus e o ser humano contribui para o processo de seleção intencional ou não de ambos os agentes envolvidos. Um exemplo dessa seleção ocorre com o vírus de HIV, que é originado/modificado por meio das mutações. Confirmando essas assertivas, Amabis e Martho (2004, p. 42) alertam que, “[...] entretanto, o tratamento prolongado seleciona formas mutantes do vírus e os sintomas reaparecem”. Desse modo, pode-se inferir que os autores estabeleceram relação explícita entre o vírus HIV e a evolução biológica.

Corrobora as informações do parágrafo anterior, a relação que ocorre entre os primatas e o papiloma vírus. Cunha (2012, p. 28) afirma que “na evolução de cada espécie de primatas, macacos e hominídeos provavelmente houve a evolução de um vírus que a acompanhou e diferenciou-se para formar o papiloma vírus específico”.

[6] Camada de células embrionárias sinciciais cuja função é abrir caminho na parede do endométrio para a implantação do blastocisto durante a segunda semana de gestação.

Da mesma forma, “os primeiros hominídeos nasceram acompanhados pelos seus papilomas vírus, que se adaptaram a cada hominídeo emergente”.

O autor pontua ainda, que, no final dessa escala evolucionária, “surgiu o homem moderno com seu vírus adaptado, o HPV. Porém, ainda há casos em que adquirimos HPV de outros animais, o que mostra uma complexidade maior na evolução deste vírus” (CUNHA, 2012, p. 28).

Como se demonstrou, os vírus contribuem de maneira impar para a evolução dos seres vivos. A compreensão do processo de evolução dos vírus possibilita o entendimento de como ocorre a evolução dos demais seres vivos.

2.7 Entendendo a evolução do Coronavírus

Considerando o contexto dos últimos 02 anos e o atual marcado pela pandemia da COVID-19, a seguir, descrevem-se, aspectos do Coronavírus (SARS-CoV-2) diretamente relacionados à sua evolução.

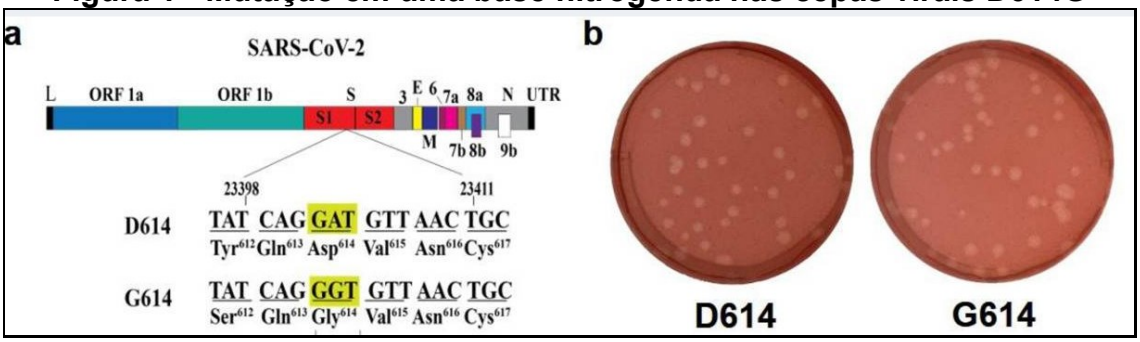
Cientistas do mundo inteiro ainda buscam respostas para explicar como um vírus comumente encontrado em morcegos saltou para seres humanos. Vale acrescentar que, talvez, os cientistas jamais obtenham explicações definitivas, dada a pluralidade de justificativas já apresentadas, das mais estapafúrdias às mais sensatas, sobre o fato. Porém, há elucidações plausíveis após a aplicação da SD, e elas são apontadas mais à frente neste texto.

Retomando as características do Coronavírus, insta relatar que importantes descobertas dos cientistas identificaram alterações no vírus Sars-CoV-2, com destaque para as mutações na estrutura da proteína Spike (S), “porta” de entrada do patógeno nas células humanas e um dos principais alvos dos anticorpos neutralizantes produzidos pelo organismo para bloquear o vírus.

De acordo com Ferreira (2021), onze sequências genéticas apresentaram deleções (perda de material genético) na região inicial da proteína Spike, sendo que, em quatro destas sequências, ocorreu a inserção de alguns aminoácidos.

Nesse sentido, constatou-se que a mutação em uma base nitrogenda nas cepas vírais D614G, representada na Figura 1, a seguir, condicionou a mudança do aminoácido ácido aspártico em glicina. A referida alteração aumentou significativamente a replicação do SARS-CoV-2 em células epiteliais do pulmão humano e tecidos primários das vias aéreas humanas. (CALLAWAY, 2021)

Figura 1 - Mutação em uma base nitrogenda nas cepas vírais D614G

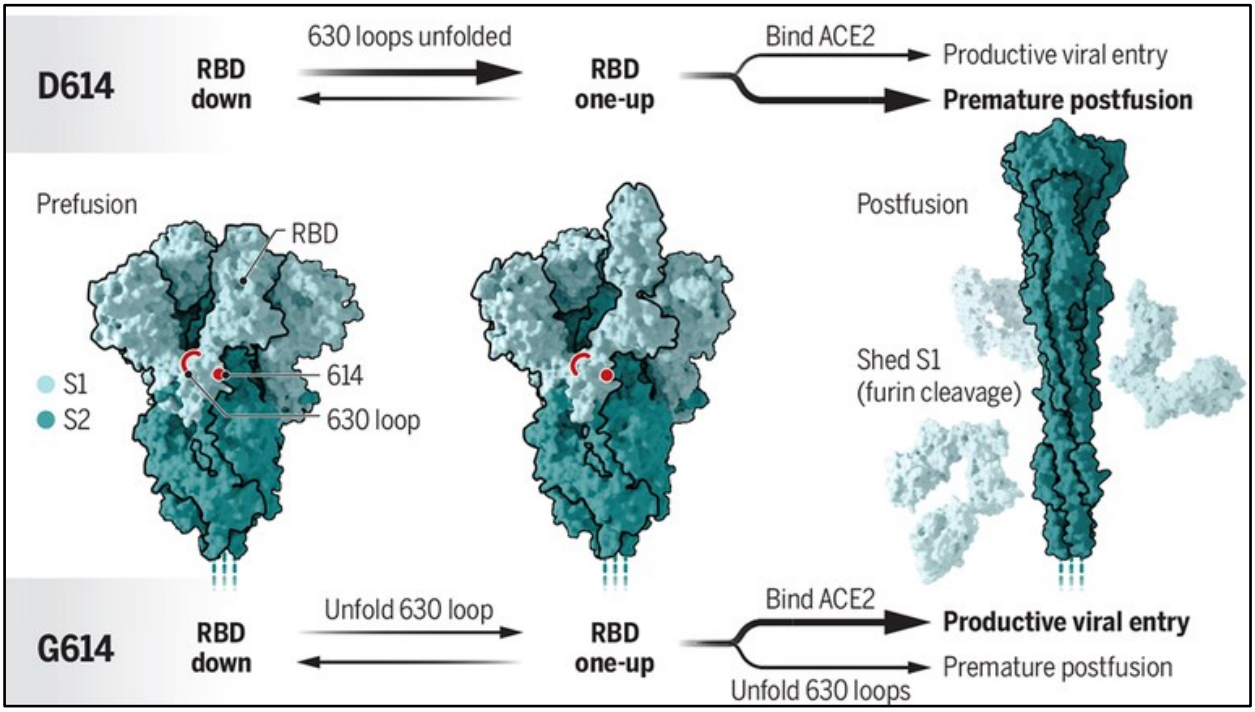


Fonte: (PLANTE *et al*., 2020).

Nota: Alteração em uma base nitrogenada e substituição do aminoácido ácido aspártico (D) em glicina (G), resultando na variante D614G.

A mutação representada ocasionou uma infecciosidade melhorada do vírus. Estes dados são corroborados por outros estudos recentes que mostraram que a substituição D614G abalou uma interação de ligação de hidrogênio com T859 de um protômero vizinho do trímero de pico 1, que muda alostericamente o RBD (domínio de ligação do receptor) para uma conformação "para cima", promovendo a ligação com o receptor ACE2, levando a um vírion aprimorado. Na Figura 2, a seguir, a mudança de conformação na proteína Spike. (BRASIL, 2021).

Figura 2 - Mutação na proteína Spike nas cepas D614G, facilitando a ligação com ACE2



Fonte: (BRASIL, 2021).

Somem-se aos achados anteriores descritos a constatação de que “experimentos de laboratório e sequenciamento de variantes circulantes identificaram uma variedade de mutações na proteína Spike que enfraquecem a potência de anticorpos neutralizantes desencadeados por infecção e vacinação.” (BRASIL, 2021). Sendo assim, variantes que carregam essas mutações, como Beta, diminuíram a eficácia das vacinas.

As informações que se seguem corroboram os achados descritos anteriormente. A infecciosidade do Coronavírus se deve também à sua constituição. Diferentemente dos vírus de DNA que possuem a enzima DNA polimerase responsável por fazer correção no material genético transcrito, os vírus de RNA possuem a RNA-polimerase que não efetua eficazmente esta função. Por outro lado, o Coronavírus tem uma enzima extra que corrige as cópias do material genético, fazendo com que a mutação ocorra lentamente, o que garante mais uma especificidade a este vírus (BIERNATH, 2022).

As informações anteriores possibilitaram entender como SARS-CoV-2 evolui, adquirindo, assim, características que o tornam mais adaptáveis ao meio.

2.8 Princípios das metodologias investigativas que fundamentaram a SD proposta

A proposta de ensino por meio de investigação descrita neste trabalho busca contribuir para superar a conceituação e as abordagens da ciência no contexto escolar. Segundo Munford e Lima (2007, p. 6), os contextos escolares e acadêmicos têm objetivos distintos dos da ciência, porquanto “o principal objetivo da escola é promover a aprendizagem de um conhecimento científico já consolidado, enquanto, por outro lado, o principal objetivo da ciência acadêmica é produzir novos conhecimentos científicos.”

Há várias estratégias que possibilitam a superação das crenças acerca da ciência e, que por outro lado, contribuem para o entendimento de como é construído o conhecimento científico. Munford e Lima (2007) afirmam que o modo como se fazem as perguntas interferem na aprendizagem. Exemplo disso é que questões formuladas com um “como” são mais apropriadas e atraentes do que aquelas começadas com um por que, porquanto estas estão focadas na caracterização dos fenômenos naturais por intermédio de relações causais, sem, no entanto, desembocar em uma

perspectiva finalista do mundo.

Esses mesmos autores complementam que durante as atividades propostas, os próprios alunos devem formular questões para verificar seu desenvolvimento. Nesse sentido, eles exemplificam como estas perguntas podem ser feitas:

> as evidências de fato sustentam a minha explicação?
> A minha explicação responde ao problema?
> Outras explicações podem ser geradas a partir dessas evidências?
> Para além dessas questões o professor deve criar um espaço para que os alunos possam contrastar as próprias explicações com explicações de colegas e explicações científicas. Em seguida, criam-se condições para que as explicações sejam revisadas e reelaboradas. (NATIONAL RESEARCH COUNCIL, 2000, p. 27).

De acordo com Carvalho (2018), as estratégias investigativas podem ser desenvolvidas por meio de estratagemas diversos como laboratório aberto, demonstração investigativa, textos históricos, problemas e questões abertas e recursos tecnológicos. Em qualquer das estratégias, “a diretriz principal de uma atividade investigativa é o cuidado do(a) professor(a) com **o grau de liberdade intelectual dado ao aluno e com a elaboração do problema**”. (CARVALHO, 2018, p. 2, grifo nosso). O mesmo autor e na mesma obra defende a ideia anterior, argumentando que “estes dois itens são bastante importantes, pois é o problema proposto que irá desencadear o raciocínio dos alunos e, sem liberdade intelectual, eles não terão coragem de expor seus pensamentos, seus raciocínios e suas argumentações.” (CARVALHO, 2018, p. 3).

Nessa linha de raciocínio, Munford e Lima (2007, p. 24) afirmam que, segundo as perspectivas dos Parâmetros Curriculares Norte-Americanos, as questões-problema “1) são centradas em objetos, organismos e eventos do mundo natural, 2) estão relacionadas a conceitos científicos, 3) levam a investigações empíricas, à coleta e ao uso de dados para desenvolver explicações para fenômenos”.

Neste trabalho, consideraram-se os dois componentes essenciais que Duschl (1994, p. 449) aponta como necessários para que o ensino investigativo aconteça:

a) os aprendizes têm de adquirir conhecimentos e experiências nas ciências naturais através de investigações adotando procedimentos similares àqueles que cientistas adotam e;
b) os aprendizes têm de estar cientes de que o conhecimento a ser adquirido a

partir das investigações está sujeito a mudanças.

A estes dois componentes essenciais deve-se adicionar a contextualização do conhecimento científico, este entendido como primordial para a tomada de decisões, sempre em busca do bem comum, da democracia.

> [...] em sociedades democráticas contemporâneas, os cidadãos necessitam compreender a natureza do conhecimento e da pratica cientifica a fim de participar eficazmente em decisões políticas e interpretar o significado das novas implicações cientificas em suas vidas. [...] os cidadãos precisam entender o poder que a ciência, potencialmente, pode trazer para a tomada de decisões, bem como os limites da ciência. E preciso que os cidadãos compreendam a ciência, seus poderes e limites, não porque isso e bom para a ciência, mas porque isso e crucial para a democracia. (SANDOVAL, 2005, p. 637-638).

2.9 Utilização de metodologias investigativas no ensino de evolução dos seres vivos na escola básica e na formação de professores da educação básica

Foi realizado um levantamento bibliográfico com a finalidade de se verificar o conteúdo de algumas pesquisas já realizadas sobre o tema “Evolução dos seres vivos: Metodologias ativas e a construção do conhecimento científico.”

Ao pesquisar no portal de periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) trabalhos que abordassem o tema *Evolução dos seres vivos: Metodologias ativas e a construção do conhecimento científico*, não se encontrou produção acadêmica alguma. Por isso, reformulou-se o título do tema para *Metodologias ativas e a construção do conhecimento científico* e encontraram-se duas produções, mas, de ambas não se encontraram descrições, porque para a busca de uma delas o prazo estipulado (os últimos cinco anos, de 2017 a 2021) se expirara, e a outra abordava uma temática orientada para a saúde, não contemplada nos objetivos deste trabalho.

Reformulou-se, novamente, o título do tema para a Evolução dos seres vivos e metodologias investigativas, e seis produções acadêmicas foram encontradas. Duas delas apresentavam resultados de investigações anteriores ao período pré-estabelecido; outras duas abordavam temáticas que não se relacionavam com o tema deste trabalho. Por fim, as duas últimas se relacionavam ao tema desta pesquisa e haviam sido produzidas no período estipulado, e, mesmo tendo sido desenvolvidas com estudantes do nível superior, decidiu-se por, na sequência deste texto,

apresentar suas conclusões.

A primeira produção com o título: *Os modelos didáticos de licenciandos em Ciências da natureza no estágio e as imbricações com suas concepções de natureza da ciência*, foi feita por Gisele Soares Lemos Shaw e publicada em 2018. Seu trabalho buscou demonstrar como as concepções dos professores sobre ciências influenciam os modelos didáticos de ensino-aprendizagem trabalhados nas salas de aula destes docentes. A pesquisa concluiu que três licenciandas apresentaram práticas que se aproximavam do modelo didático de ensino-aprendizagem por redescoberta e uma delas apontou práticas referentes ao modelo didático investigativo, proposto por Garcia e Ariza (2000), uma vez que se trabalhara previamente a mudança conceitual dos estudantes, por meio do questionamento, da elaboração de hipóteses e da investigação.

O segundo artigo, sob o título *Aprendizagem baseada em projetos e formação de professores: Uma possibilidade de articulação entre as dimensões estratégica, humana e sócio-política da didática* desenvolvido por Bruno Vicente Lippe Pasquarelli e Thais Benetti de Oliveira foi publicado em 2017.

A produção do artigo visava a (re) estabelecer a importância da formação de um conceito7 multidimensional de didática, cujas dimensões técnicas, humanas e sócio-políticas possibilitem a construção de um sujeito participante e ativo estimulem a prática cidadã, a partir de processos de ensino e de aprendizagem adequados e condizentes.

Nesse contexto, a didática deve ser estruturada como um processo multidimensional, isto é, capaz de abranger e abordar múltiplos aspectos concomitantemente, sempre atenta à natureza multifuncional da linguagem e lembrando que “os novos e mais elevados conceitos8 [...] transformam o significado dos conceitos inferiores9”(VIGOTSKY, 1991, p. 115).

A didática também deve entabular técnicas e estratégias para um processo de ensino e de aprendizagem que promova a cidadania e prepare as para participar e

---

[7] Da qual tomam parte as funções intelectuais básicas: atenção deliberada, memória lógica, abstração, capacidade para comparar e diferenciar, tomam parte, e os conceitos novos e mais elevados transformam o significado dos conceitos inferiores [...] (VYGOTSKY *apud* NÉBIAS, 1999).

[8] Como os algébricos, por exemplo, que representam abstrações e generalizações de certos aspectos dos números e não dos objetos, significando, portanto, uma nova trajetória de desenvolvimento, um novo e mais elevado plano de pensamento.

[9] Como os aritméticos, por exemplo. É o caso quando o adolescente que já domina os conceitos algébricos atingiu um ponto de observação a partir do qual vê os conceitos aritméticos segundo uma perspectiva mais vasta.

intervir na sociedade.

Em uma nova busca, na base de Dados do Google, com o título *Evolução dos seres vivos: Metodologias ativas e a construção do conhecimento científico* a autora filtrou as publicações encontradas, e selecionou dissertações de mestrado e teses de doutorado publicadas no período estipulado, os últimos cinco anos (2017 a 2021), e que abordavam, na educação básica, a temática desta pesquisa.

A seguir, procede-se à descrição de duas produções encontradas.

A primeira produção publicada em 2019 com o título *Uma sequência didática sobre o Ensino da Evolução Biológica a partir de uma perspectiva histórica*, da autoria de Ildicely de Oliveira Alves, apresenta o resultado de algumas reflexões sobre o ensino da “origem e evolução da vida” na Educação Básica.

A proposta da dissertação em tela foi a elaboração e aplicação de uma sequência didática com aulas dinâmicas, atrativas e significativas, que objetivava aprofundar as reflexões sobre a teoria evolutiva, em um contexto histórico, tendo como princípio norteador a Teoria da Aprendizagem Socioconstrutivista de Vygotsky. O trabalho possibilitou comprovar que, quando se apresentam práticas significativas no cotidiano escolar, as aulas tornam-se mais atrativas, e os alunos se sentem mais motivados.

A segunda produção, intitulada *O labirinto da fauna: um jogo de tabuleiro como material didático para o ensino de evolução*, um Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) publicado em 2020, e autoria de Iago Gabriel da Silva, tinha como objetivo geral analisar a contribuição dos jogos didáticos para a construção de uma aprendizagem ativa da Evolução Biológica. O estudo concluiu que os referenciais teóricos discutidos nesse referido trabalho sustentam e confirmam o propósito geral da investigação.

Na sequência do exposto, buscou-se no trabalho em questão, avaliar os resultados da aplicação da sequência didática a respeito do tema evolução dos seres na compreensão dos estudantes do ensino médio. A justificativa do autor do TCC para a realização deste trabalho foi oferecer aos estudantes a possibilidade do exercício do protagonismo na construção do conhecimento científico por meio de metodologias investigativas.

Delineadas e discutidas as argumentações e referenciais teóricos que deram suporte e respaldo a esta pesquisa, no capítulo seguinte, descrevem-se as metodologias4 os procedimentos metodológicos utilizados para o desenvolvimento desta investigação.

3 METODOLOGIA

3.1 Introdução

Procedimentos metodológicos dirigem todos os tipos de pesquisa, porque conduzem o pensamento e o caminho das investigações. Constitui-se em uma atividade fundamental da ciência na sua investigação e construção da realidade, unindo pensamento e ação. Conforme Minayo (2013, p. 22), metodologia "é o caminho do pensamento e o instrumental próprio de abordagem da realidade [...].

Nesse sentido, a metodologia para desenvolver este trabalho incluiu diversas pesquisas: a bibliográfica, a qualitativa, documental, a investigativa e a de campo.

Na primeira, porque "um modelo investigativo eficaz é a pesquisa bibliográfica elaborada com base em material já publicado [...]". (GIL, 2010, p. 29), procedeu-se à revisão da literatura pertinente ao tema em livros, capítulos de livros, artigos de periódicos e, em sua maioria, informações em meio eletrônico, na Internet.

No mesmo sentido, este tipo de pesquisa, segundo Fonseca,

> [...] é feita a partir do levantamento de referências teóricas já analisadas e publicadas por meios escritos e eletrônicos, como livros, artigos científicos, páginas de web sites. Qualquer trabalho científico inicia-se com uma pesquisa bibliográfica, que permite ao pesquisador conhecer o que já se estudou sobre o assunto. (FONSECA, 2002, p. 32).

Esta pesquisa caracteriza-se como qualitativa, porquanto uma metodologia de pesquisa utilizada para a obtenção de informações detalhadas sobre a motivação e o raciocínio das pessoas. Seu objetivo final é desenvolver um entendimento criterioso de um dado tema, questão ou problema sob a perspectiva de um indivíduo. Possui um caráter subjetivo, porque seus resultados não mostram números concretos, mas narrativas, ideias e experiências individuais dos participantes. (SURVEY MONKEY, 2022). Portanto, seus resultados surgem de dados empíricos, coletados de forma sistemática. (MACHADO, 2021).

Segundo Minayo et al. (2013), é "aquele que se ocupa dos níveis subjetivo e relacional da realidade social e é tratado por meio da história, do universo, dos significados, dos motivos, das crenças, dos valores e das atitudes dos atores sociais" (MINAYO, 2013). Tal pesquisa exige também uma abordagem interpretativo-analítica do mundo, isto significando que seu pesquisador estuda os temas em seus cenários

naturais, tentando entender os fenômenos a partir dos significados que as pessoas a eles conferem, ou deixam aflorar de seus discursos. É esta a intenção ao se utilizar este método nesta investigação.

Já na pesquisa documental, lançou-se mão de alguns documentos oficiais, como os das instituições escolares selecionadas para se realizar a pesquisa, entre outros.

A pesquisa investigativa mereceu destaque neste trabalho por ser o modelo sugerido para se conduzir o ensino dos conteúdos de Biologia, e se desenvolverem as atividades da SD.

Quanto à pesquisa de campo, se caracteriza por orientar investigações feitas por meio de bibliografia, documentos e coleta de dados de indivíduos ou grupos. Constitui um estudo mais aprofundado, realizado no local em que o fato ocorre. Ela será descrita mais à frente neste capítulo e apontará a delimitação do grupo que servirá como amostra para a pesquisa e determinará as técnicas aplicadas para a coleta das informações da pesquisa (questionário, observação (participante), entrevista, entre outros. É também de caráter exploratória e quantitativo-descritiva. TUMELERO, 2022).

3.2 Sujeitos da pesquisa: caracterização dos participantes

Para Vergara (2005, p. 53) “os sujeitos de uma pesquisa são aqueles que fornecem os dados que o autor necessita para fazer a pesquisa”.

Nessa senda, são participantes desta pesquisa os alunos do primeiro e segundo anos do Ensino Médio de duas escolas estaduais pertencentes à Superintendência Regional de Ensino de Nova Era. Estes representam 100% dos estudantes matriculados no primeiro e no segundo ano das respectivas escolas pesquisadas. Os estudantes do primeiro ano representam 14% e os do segundo representam 8% do total de alunos matriculados nas respectivas Escolas.

Um aspecto curioso detectado no grupo dos sujeitos pesquisados, é que na turma do primeiro ano do Ensino Médio, dentre os vinte e quatro alunos que a compõem nove são do sexo masculino e quinze do feminino. Já na turma do segundo ano com quinze alunos, dez pertencem ao sexo feminino e cinco ao masculino. Portanto, é evidente que o sexo feminino predomina na população de alunos das turmas escolhidas para a pesquisa.

No que se refere à idade, há um número expressivo de alunos com quatorze, quinze e 16 dezesseis anos e, dos trinta e nove alunos matriculados, trinta e cinco estão dentro da faixa etária considerada adequada pela LDB (BRASIL, [2019]) para cursarem a Educação Básica, ficando a distorção idade-série por conta de apenas quatro alunos indicativo de que estes alunos já foram reprovados em alguma série.

Em relação à moradia, 30% dos alunos pesquisados residem na zona rural e 70% na urbana.

No tocante ao nível de escolaridade das mães dos sujeitos participantes da pesquisa, um fato surpreendente emergiu, porquanto, dos vinte e quatro alunos que responderam ao questionário, seis declararam que suas progenitoras cursaram o nível superior. Três discentes alegaram que elas tinham o nível médio, seis o fundamental completo e nove alunos afirmaram que suas mães tinham o nível fundamental incompleto.

Já com relação à escolaridade de seus progenitores, apenas um aluno afirmou que o pai possuía nível superior, quatro alunos responderam que seus pais tinham o nível médio, , quatro declararam que os eles possuíam o nível fundamental completo e quinze deles que os pais tinham o nível fundamental incompleto.

Constata-se com estes dados que 40% dos pais dos alunos pesquisados possuem apenas o ensino fundamental incompleto e que apenas 18% dos pais possuem nível superior. Destaque-se que, dos pais que cursaram o nível superior completo, /84% são mulheres e 16% são homens, ou seja, a presença maciça de mulheres nos níveis mais elevados da educação tendência já observada em outras pesquisas realizadas nas capitais do país, (ABRAMOVAY; RUA, 2002), confirmada pelo Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais (INEP), segundo o qual, a partir do ensino médio, as mulheres apresentam uma superioridade numérica em relação aos homens, no que tange ao curso universitário.

3.3 Material e método

Este trabalho buscou avaliar o papel que uma SD desempenha no aprendizado do conteúdo evolução dos seres vivos e a eficácia de sua utilização para a compreensão dos estudantes do Ensino Médio.

Para isso, elaborou-se uma SD com sete atividades, e, durante seu desenvolvimento, em uma destas atividades, os estudantes produziram textos

científicos para divulgação. A SD e os textos produzidos pelos estudantes constituem os produtos deste trabalho. O foco do trabalho foram os processos e os significados das situações descritas em realidades naturais, a escola estadual e residência dos estudantes.

As informações foram coletadas por meio das técnicas de observação participante e aplicação de questionários pré e pós a sequência didática. Estes procedimentos metodológicos foram desenvolvidos no ano letivo de 2021. Vale ressaltar que a referida SD foi elaborada por esta professora/pesquisadora e aplicada em duas turmas, uma do 1º e a outra do 2º ano do Ensino Médio, de duas Escolas Estaduais pertencentes à Superintendência Regional de Ensino de Nova Era.

Nos quadros 1 e 2, a seguir, encontram-se dados gerais sobre a turma e da aplicação da SD

Quadro 1 - Dados gerais das turmas de 1º e 2º do Ano Ensino Médio nas quais foram aplicadas a SD

Turma	Alunos matriculados	Alunos participantes da SD	Tipo de ensino	Envio das atividades para a professora	
1º Ano Ensino Médio	24 alunos	16 alunos	Teletrabalho	Online	Impresso
				02 Alunos	14 Alunos
2º Ano Ensino Médio	15 alunos	05 alunos	Presencial	Impresso	

Fonte: Elaborado pela autora.

Com base nos dados numéricos apresentados no Quadro 1 sobre os alunos matriculados e o tipo de ensino em que foi desenvolvido a SD nas diferentes turmas, detalham-se, no Quadro 2, os procedimentos relativos à coleta de dados durante o desenvolvimento das atividades propostas na SD.

Quadro 2 - Procedimentos da coleta de dados durante o desenvolvimento das atividades propostas da SD

Atividades da SD	Turma(s)
Atividade I e II	
Observação participante com registro no diário de bordo e análise das produções dos alunos.	1º e 2º Ano
Atividade III, IV, V e VI	
Somente análise das produções dos alunos	1º Ano
Observação participante com registro no diário de bordo e análise das produções dos alunos	2º Ano

Fonte: Elaborado pela autora.

Em um momento anterior ao desenvolvimento da sequência didática, a pesquisadora aplicou um questionário aos alunos (Pré-Teste), técnica a qual corroboram Marconi e Lakatos (1999, p. 100), quando lecionam que “o questionário é um instrumento desenvolvido cientificamente, composto de um conjunto de perguntas ordenadas de acordo com um critério predeterminado, que deve ser respondido sem a presença do entrevistador”.

Neste sentido, o questionário proposto neste trabalho contemplou perguntas sobre o tema a evolução dos seres vivos, com ênfase no entendimento de como o conhecimento científico é construído e em perguntas sobre a percepção dos estudantes sobre o que é conhecimento e a relevância do tema proposto.

3.3.1 Diário de bordo

Expressão atinente à navegação, diário de bordo é o relatório sobre determinada viagem onde se registram os acontecimentos relevantes durante todo o trajeto da viagem.

Na esfera pedagógica e escolar, os diários de bordo são utilizados para registrarem o desenvolvimento, na íntegra, de determinado projeto. Indicam todas as informações que forem pertinentes ao processo, como detalhes sobre os fatos locais, descobertas e indagações, locais e datas das investigações, registro sobre todas as entrevistas realizadas, os testes e resultados obtidos, entre outras informações. (DIÁRIO*..., 2022)*.

Salienta-se que, durante a observação participante na turma do 2º ano, a professora/pesquisadora também registrou no diário de bordo as atitudes, condutas e expressões orais dos alunos que se relacionavam com o objetivo deste trabalho.

À medida que os alunos se manifestavam oralmente com conteúdos pertinentes ao tema, a professora os anotava no diário de bordo. Na sequência, seguem exemplos de falas dos estudantes durante a realização da atividade IV, na turma do 2º ano, em que uma estudante desabafou: *"*Não quero ser cientista; pensar é muito difícil, não consigo lembrar de nada que comprove ou refute que os seres vivos evoluem. Que tarefa difícil! *"*

Ainda durante a realização desta mesma atividade, um estudante fez esta interessante narrativa sobre a evolução dos seres vivos:

> Eu já li em algum lugar, que as mariposas de uma determinada região eram brancas e com o passar do tempo só observavam nesta mesma região mariposas pretas, acredito que elas sofreram mutações, e a seleção natural encarregou de selecionar somente as mariposas pretas.

As informações, descritas anteriormente, corroboram os resultados desta pesquisa; constituem um maior detalhamento delas na discussão.

Durante o desenvolvimento da SD, a pesquisadora procedeu à análise das produções dos alunos e dos registros no diário de bordo, ou seja, fez a observação participante, a que Marconi e Lakatos (2010, p. 176-177) fundamentam afirmando que pode ser "natural", quando o observador já pertence à comunidade ou ao grupo investigado, ou "artificial", se o observador se integra ao grupo, a fim de obter informações para a pesquisa.

Nesta pesquisa, utilizou-se a observação participante natural, pois esta pesquisadora era a professora de biologia das turmas pesquisadas.

Paralelamente às atividades abordadas anteriormente, analisaram-se os princípios das metodologias investigativas, com base nos estudos de Carvalho *et al.* (2014), Carvalho (2018) e Munford e Lima (2007) para descrevê-los. Para tratar dos conceitos inerentes ao tema Evolução dos seres vivos, utilizaram-se as obras: A *origem das espécies* de Charles Darwin (1982) e O *que é evolução* de Ernst Mayr (2009).

Para a compreensão dos dados coletados nesta pesquisa, utilizou-se a técnica análise de conteúdo proposta por Bardin (2011), expressão a qual este autor define como

> [...] um conjunto de técnicas de análise das comunicações visando a obter, por procedimentos sistemáticos e objetivos de descrição do conteúdo das mensagens, indicadores (quantitativos ou não) que permitam a inferência de conhecimentos relativos às condições de produção/recepção (variáveis inferidas) destas mensagens. (BARDIN, 2011, p. 47).

Neste sentido, os dados quantitativos e qualitativos da participação dos estudantes e de suas produções foram identificados e comparados aos princípios das metodologias investigativas.

Para conferir segurança e confiabilidade à pesquisa, os alunos e seus responsáveis legais assinaram o Termo de Assentimento Livre e Esclarecido (TALE) e o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE). (Anexo A).

Ambos os termos esclarecem como se dará a participação dos alunos, sendo ela voluntária. Elucidam-se os riscos decorrentes da participação dos estudantes, e, por isto, salvaguarda-se o direito e a liberdade de os discentes retirarem seu consentimento em qualquer fase do estudo, independente de motivo e descartada a possibilidade de qualquer penalidade ou prejuízo para o aluno.

O termo deslinda, também, que os dados coletados nesta pesquisa serão armazenados na Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), sob a guarda da coordenadora do projeto até que sejam analisados e publicados, mantendo a identidade do estudante sob sigilo, sempre assegurando o anonimatomantido.

3.4 Procedimentos metodológicos: descrição das etapas da SD

Reiteramos, agora do ponto de vista de Zabala (1998, p. 18), que sequência didática é “um conjunto de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas para a realização de certos objetivos educacionais, e que tem um princípio e um fim conhecido tanto pelos (as) professore s(as) quanto pelos estudantes.”

Neste trabalho, a SD proposta buscou atender aos princípios das metodologias investigativas, levando em conta o estudo de Carvalho *et al.* (2014), quando afirmam que o ensino por investigação deve desenvolver a compreensão de conceitos e propiciar ao discente participar do seu processo de aprendizagem. Esta estratégia possibilita aos estudantes sair da postura passiva para perceber e agir sobre seu

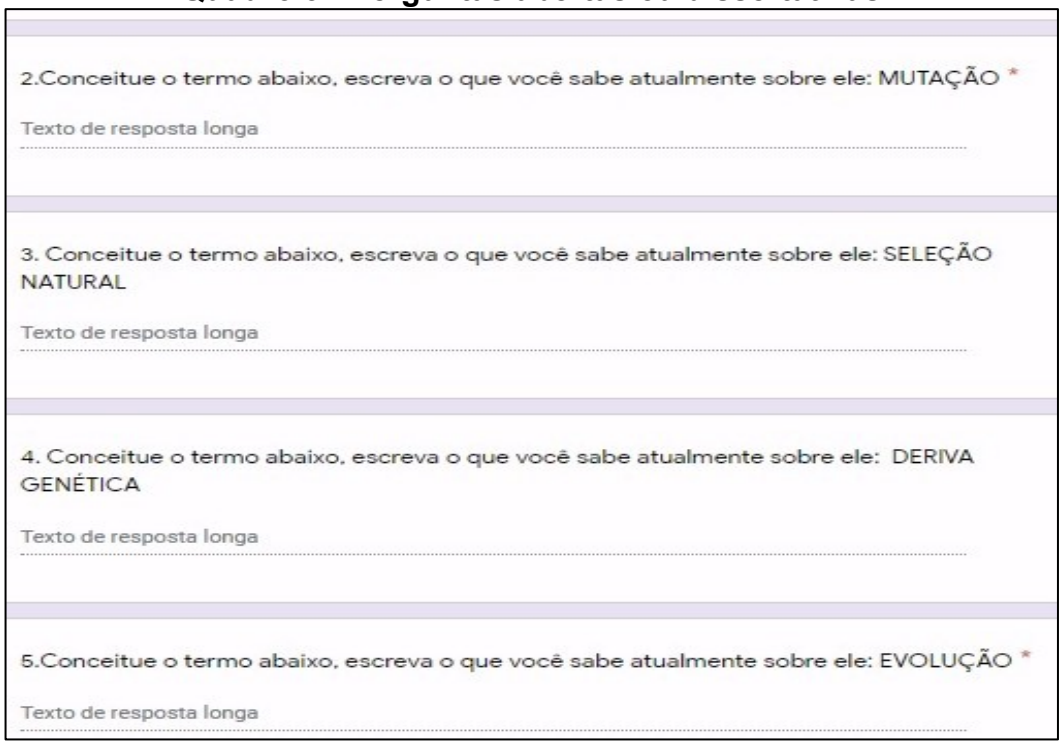
objeto de estudo, desempenhando, assim, o papel de protagonista.

Neste sentido Carvalho (2018) afirma que, no ensino por investigação, o professor deve /oferecer condições para que os alunos possam:

> Pensar, levando em conta a estrutura do conhecimento.
> Falar, evidenciando seus argumentos e conhecimentos construídos.
> Ler, entendendo criticamente o conteúdo lido.
> Escrever, mostrando autoria e clareza nas ideias expostas. (CARVALHO, 2018, p. 02)

Iniciou-se a SD com a aplicação de um questionário (pré-SD), o qual teve como objetivo colher informações dos estudantes sobre como é construído o conhecimento científico e sobre o tema evolução dos seres vivos. Ressalte-se que este questionário foi reaplicado após a realização das atividades da SD. Nos Quadros 3 e 4, a seguir, seguem exemplos das perguntas dissertativas formuladas no questionário.

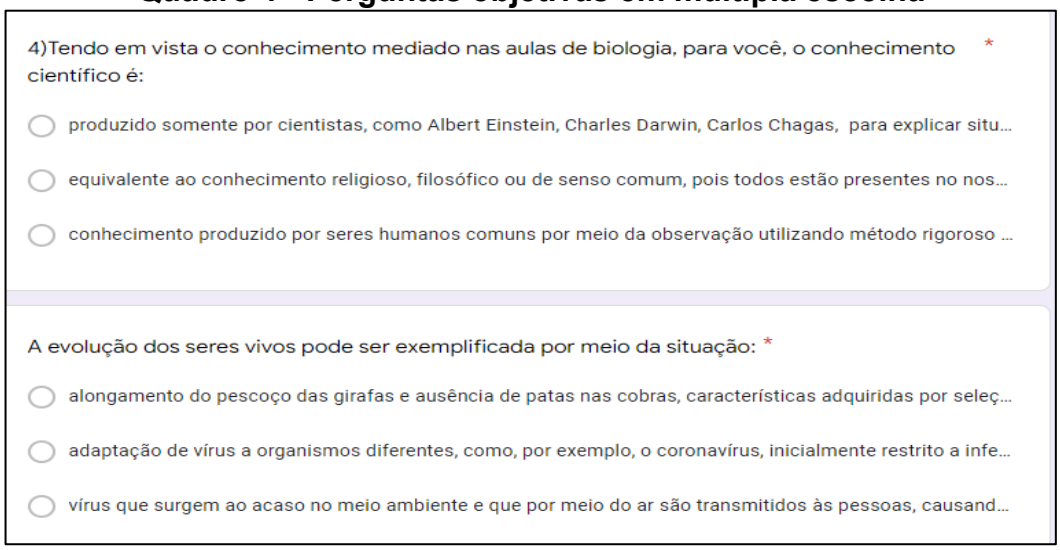
Quadro 3 - Perguntas abertas ou dissertativas



Fonte: Elaborado pela autora.

Na sequência, no Quadro 4, apresentam-se exemplos das perguntas objetivas em multiplica escolha questionário.

Quadro 4 - Perguntas objetivas em múltipla escolha



Fonte: Elaborado pela autora.

Com o intuito de engajar os estudantes na discussão sobre a temática evolução dos seres vivos, a professora/pesquisadora apresentou manchetes de jornais com o cuidado de selecionar as matérias jornalísticas que possibilitassem a discussão da evolução do Coronavírus na infecção respiratória aguda causada pelo Coronavírus SARS-CoV-2, a COVID-19, e solicitou aos alunos a leitura, análise, interpretação e subsequente descrição do que haviam entendido sobre os conteúdos daqueles textos nos periódicos. Na turma do 2º ano, a escola operava com atendimento presencial, além da análise, foi possível fazer também a discussão.

Nas Figuras 3 e 4, a seguir, expõem-se exemplos de manchetes apresentadas aos alunos.

Figura 3 - Matérias - evolução do Coronavírus

Fonte: Sponchiato (2020).

Figura 4 - Novo Coronavírus

Fonte: Benvenuto *et al*. (2020).

Na atividade III, a professora formulou a seguinte pergunta: Como um vírus comumente encontrad0 em morcegos acaba infectando humanos? Os alunos foram estimulados a proporem hipóteses para respondê-la e eles levantaram várias hipóteses. A hipótese selecionada por cada turma para dar continuidade a pesquisa estão elencadas no Quadro 5, a seguir.

Quadro 5 - Hipóteses levantadas pelos estudantes das turmas pesquisadas

1º Ano	2º Ano
1. Aluno 01: O vírus sofreu uma mutação genética, o que possibilitou infectar um outro mamífero, e, provavelmente, posteriormente mediante outras mutações, infectou o ser humano.	1. 2. Aluno 01: O vírus sofreu mutação no DNA e está sendo selecionado pelo meio ambiente.

Fonte: Elaborado pela autora.

Na atividade IV, os alunos foram orientados a pesquisarem experimentos/demonstrações/observações que corroborassem a hipótese indicada, ou seja, que comprovassem ou refutassem que os seres vivos evoluem adquirindo a

capacidade de se adaptarem ao meio ambiente. Foi informado aos estudantes que eles poderiam apresentar aspectos da evolução do Coronavírus ou de outros seres vivos. Vale salientar que este trabalho considera os vírus como seres vivos.

Dois exemplos de atividades que os estudantes poderiam apresentar são:

a) a evolução do Coronavírus, especificamente da proteína *Spike*, representando as mutações por meio de materiais como EVA e massinha de modelar;
b) a evolução da célula procarionte e da célula eucarionte também utilizando materiais como EVA e massinha de modelar.

Dando prosseguimento ao trabalho, a professora indicou vários *sites* e vídeos sobre a evolução do Coronavírus, para que os estudantes analisassem e extraíssem informações para fundamentar a hipótese. Para auxiliá-los nesta tarefa, a pesquisadora sugeriu sites selecionados com base nas informações neles contidas, tendo como foco a fundamentação das hipóteses propostas pelos estudantes. Estes *sites* estão listados no Quadro 6, a seguir.

Quadro 6 - *Sites* sugeridos pela pesquisadora

Links de vídeos sugeridos:

https://www.youtube.com/watch?v=MA66tdNKNJM&t=410s

https://www.youtube.com/watch?v=SYZp2XpPt6A

https://www.youtube.com/watch?v=KfhfGtbDg18

https://www.youtube.com/watch?v=ambANBIHjCI

Textos 01: Coronavírus: como a pandemia nasceu de uma zoonose Disponível em https://saude.abril.com.br/medicina/coronavirus-pandemia-zoonose/ acesso em 30 de abril de 2021

Texto 02: Título original do artigo publicado: The 2019-new coronavirus epidemic: Evidence for virus Evolution Disponível em https://www.canalciencia.ibict.br/ciencia-em-sintese1/especial-covid-19/353-novo-coronavirus-origem-e-evolucao-baseadas-em-estudos-filogeneticos acesso 30 de abril de 2021

Fonte: Elaborado pela autora.

Os dados e as informações coletados foram submetidos à análise qualitativa, sendo posteriormente organizados em tópicos e/ou tabelas.

Para finalizar a SD, os alunos utilizaram as informações coletadas durante a realização daquela SD na qual eles haviam produzido textos científicos para divulgação. Os textos, produzidos pelos alunos foram divulgados nas redes sociais das escolas pesquisadas, no *site* da Superintendência Regional de Ensino à qual as

escolas pertencem e no *site* do STEM Brasil, plataforma de compartilhamento de práticas pedagógicas eficazes de professores da área de ciências da natureza.

Isso posto, no capítulo 4, a seguir, procede-se à análise dos dados e à discussão sobre os resultados obtidos na pesquisa.

4 ANÁLISE DOS DADOS E RESULTADOS DA PESQUISA

O objetivo desta pesquisa foi avaliar o papel que uma SD desempenha no aprendizado do conteúdo evolução dos seres vivos e a eficácia da utilização dessa prática pedagógica para a compreensão dos estudantes do Ensino Médio. Para isso foi construida e aplicada uma SD a estudantes de duas turmas do ensino médio.

Os dados desta pesquisa foram coletados por meio de questionários pré e pós SD e a observação participante. Por sua vez, procedeu-se à análise dos dados utilizando-se a técnica de análise de conteúdo conforme Bardin (2011), muito utilizada para análise em pesquisas qualitativas e que engloba três fases: pré-análise, exploração do material e Tratamento dos resultados obtidos e interpretação.

Levando-se em conta que a interpretação é o processo de obtenção de significados por meio dos dados colhidos e analisados, nesta pesquisa, foi estabelecida a relação entre os fatos verificados e os princípios das metodologias investigativas elencados no aporte teórico. Saliente-se que, nas produções dos estudantes, também se observou coerência na utilização dos conceitos inerentes ao tema evolução dos seres vivos, apontando a relação entre os fatos colhidos e a teoria, as conquistas, limitações e considerações verificadas. (LAKATOS; MARCONI, 2010).

4.1 Informações coletadas e princípios das metodologias investigativas

Ressalte-se que para a descrição dos dados apresentados, levou-se em conta a participação dos estudantes, conforme o regime no qual o ensino ocorria, ou seja, o *online*/teletrabalho e o híbrido.

Na turma do 1º Ano, dos dezesseis estudantes que participaram da SD, quatorze responderam a atividade I; já, na turma do 2º Ano, todos os estudantes que participaram da SD realizaram a atividade.

A análise das produções dos estudantes do 1º e 2º anos apontou que 92,8% dos registros dos estudantes do 1º ano e 100% dos registros dos estudantes do 2º ano estavam coerentes com o comando da atividade. A participação maciça e a qualidade das respostas evidenciaram o engajamento dos estudantes com a proposta.

Destaque-se que esta atividade foi fundamentada nos princípios das metodologias investigativas: aprendizes engajam-se com a proposta fornecida pelo professor. (MUNFORD; LIMA, 2007), e são estimulados a pensarem, levando em

conta a estrutura do conhecimento. (CARVALHO, 2013, p. 2).

Os registros feitos pelos alunos são listados a seguir:

a) aluno 01 (1º ano): “entendi que é provável que o contato silvestre tenha sido o principal meio de transmissão do Coronavírus”.
b) aluno 02 (2º Ano): “é da mistura (mutação) do vírus de animal e de pessoa que surgiu o Coronavírus”.

Estes registros apresentam coerência com informações cientificas divulgadas na pesquisa realizada no WHO-convened Global Study of Origins of SARS-CoV-2*,* na China, no primeiro semestre de 2021, que aponta prováveis meios de transmissão do Coronavírus:

a) “transbordamento (*spillover*) zoonótico direto é considerado uma via de possível a provável;
b) a introdução por meio de um hospedeiro intermediário é considerada uma via de provável a muito provável (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2021).

Uma das hipóteses mais aceitas, hoje, é de que o salto tenha ocorrido por meio de um hospedeiro intermediário ou diretamente, salto que só foi possível, devido às mutações no material genético do Coronavírus que condicionaram mudanças na proteína Spike, chave de conexão do Coronavírus com as células humanas. *(*WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2021).

Infere-se das argumentações anteriores que a atividade cumpriu o papel de engajar as estudantes nas tarefas propostas.

Na atividade II, em ambas as turmas pesquisadas, todos os estudantes que participaram da SD realizaram a atividade e propuseram as hipóteses para responder à questão.

Constata-se pelos dados quantitativos e pela qualidade das respostas dos estudantes que os princípios das metodologias investigativas**:** aprendizes se engajam com a questão fornecida pela professora se aplicam, (MUNFORD; LIMA, 2007) e eles são estimulados a pensarem, levando em conta a estrutura do conhecimento. (CARVALHO, 2013, p. 2). Nesse sentido, o trabalho foi satisfatoriamente atendido.

No Quadro 7, são apresentados exemplos de hipóteses levantadas pelos estudantes, ressaltando-se que, na turma do 1º ano, elas foram propostas individualmente e, na turma do 2º ano, foram propostas em grupos.

Quadro 7 - Principais hipóteses sugeridas pelos estudantes

1º Ano	2º Ano
1. Aluno 01: O vírus sofreu uma mutação genética, o que possibilitou infectar um outro mamífero, e, posteriormente, provavelmente, /sob outras mutações, infectar o ser humano. 2. Aluno 02: O vírus ter sido criado em um laboratório, onde ele teria conseguido sair e contaminar os seres humanos. 3. Aluno 03: Introdução por meio de alimentos refrigerados ou congelados, que estavam infectados e /foram consumidos pelos seres humanos.	1. Grupo 01: O vírus sofreu mutação no DNA e está sendo selecionado pelo meio ambiente. 2. Grupo 02: O vírus foi modificado em laboratório. 3. Aluno 03: Ocorreu uma evolução e o DNA do vírus está mudando.

Fonte: Elaborado pela autora.

As hipóteses levantadas pelos estudantes são coerentes com a definição de mutação, destacando-se que estas “se devem a erros de replicação durante a divisão celular”. As mutações podem ocorrer por meio “da substituição de um par de bases por outro, a chamada mutação gênica.” (MAYR, 2009, p. 126). Quando ocorrem “mudanças mais drásticas do genótipo, como na poliploidia e nas mudanças no arranjo gênico, em que são observadas inversões cromossômicas, estas são chamadas mutações cromossômicas.” (MAYR, 2009, p. 126).

As hipóteses estão coerentes também com os achados científicos que apontam que o Coronavírus sofreu inúmeras mutações, dentre elas destacam-se “as mutações na proteína Spike, que interage com os receptores celulares, como a enzima conversora de angiotensina 2 (ACE2), para mediar a entrada do vírus nas células, e tem forte influência na gama de hospedeiros e na patogênese. ” (CALLAWAY, 2022). De acordo com as informações científicas, são as mutações que proporcionaram ao Coronavírus realizar o salto interespécies.

As informações descritas, anteriormente, fundamentam as hipóteses dos estudantes, e podem ser resumidas na citação a seguir, que afirma que os organismos “[...] são produtos de uma história de descendência com modificações a partir de ancestrais comuns, e que o principal mecanismo da evolução é o da seleção natural das variações hereditárias” (FUTUYMA, 1992, p. 646).

Na sequência, os estudantes foram orientados a pesquisarem experimentos/demonstrações/situações que corroborassem ou refutassem a hipótese

selecionada. Na turma do 1º Ano dos 16 (dezesseis) estudantes que participaram da SD, 12 (doze) responderam a atividade; na turma do 2º Ano, todos os estudantes que participaram da SD realizaram a atividade, atendendo, assim, ao princípio de que Aprendizes determinam evidências e realizam coletas de dados (MUNFORD; LIMA, 2007).

É importante salientar que, dos estudantes que participaram da SD na turma do 1º Ano, 75% fizeram a atividade proposta; já na turma do 2º Ano, todos os alunos fizeram a atividade proposta, sendo que nenhum aluno de ambas as turmas conseguiu apresentar ou descrever uma observação / experimento / demonstração que comprovasse ou refutasse a evolução dos seres vivos. Os estudantes do 1º Ano que realizaram a atividade fizeram cópia de *sites* da Internet.

A seguir, transcreve-se a resposta de um estudante que comprova a compra da cópia: “a adaptação é conseguida por meio de mudanças: à medida que muda o meio, muda a espécie. Os adaptados ao ambiente em mudança sobrevivem.” Constatou-se, mediante pesquisa na Rede, que a informação descrita pelo aluno foi plagiada do *site Só biologia,* cuja matéria compreendeu *Evolução biológica* (EVOLUÇÃO..., 2022).

O fato é de se lamentar, porquanto a proposta da atividade era a descrição ou apresentação de uma atividade prática que comprovasse/refutasse a evolução dos seres vivos, e não a cópia de trechos do *site* da Internet. Os estudantes poderiam pesquisar mutações ocorridas no material genético do Coronavírus e representá-las, utilizando EVA ou massinha de modelar. Outra maneira seria representar um experimento com outra forma de evolução, como a da célula procarionte e da célula eucarionte, também utilizando massinha de modelar ou EVA.

Um aspecto que, provavelmente, levou os estudantes do 1º Ano a copiarem a resposta de *sites* da Internet, foi o fato da SD ter sido aplicada no PET complementar, para o cômputo de carga horária e a atribuição de notas aos alunos. Já, no 2º Ano, as atividades dos alunos, felizmente, não enveredaram por esta trilha.

Paralelamente ao descrito anteriormente, dados extraídos do diário de bordo, durante a realização da atividade III, na turma do 2º Ano, demonstraram que, embora os estudantes não tenham realizado a atividade como estava prevista, ela contribuiu para melhorar sua compreensão, em relação ao processo de construção do conhecimento cientifico e o entendimento dos conceitos inerentes ao tema: evolução dos seres vivos.

Informações extraídas do diário de bordo da pesquisadora, como relatado na página 34 desta dissertação, dão conta de que, durante a realização da atividade I, uma estudante do 2º Ano, / confidenciou que jamais seria cientista, porque a profissão exigia pensar muito, ação que ele achava muito difícil, e também que ele não havia conseguido lembrar coisa alguma que pudesse comprovar ou refutar que os seres vivos evoluíam, e que aquela tarefa era bastante difícil.

A fala da estudante, ainda que indique uma crença limitadora acerca da própria capacidade de realizar a tarefa, também sinaliza o despertar para a compreensão de como o conhecimento científico é laboriosamente produzido, diante da necessidade de se proporem hipóteses e experimentos que possam comprovar ou refutar a hipótese formulada. A ideia da estudante de que aquela era uma tarefa deveras difícil reflete, pelo menos em parte, a exigência de grande protagonismo dos estudantes para a realização das atividades da SD, seguindo o passo a passo do método científico.

Também, como descrito na mesma página 34 deste trabalho, e com informações extraídas do diário de bordo da pesquisadora, um estudante do 2º Ano, durante a realização da atividade III, relatou que havia lido em alguma fonte que as mariposas de uma certa região eram brancas e que, com o passar do tempo, nesta mesma área, observavam-se apenas mariposas pretas, e que ele acreditava que isso se devia ao fato de elas terem sofrido mutações, e que a seleção natural havia se encarregado de selecionar somente as mariposas pretas.

Em seu relato, o estudante mostrou conhecimento e aplicou com coerência os conceitos de evolução e seleção natural. Seu discurso evidenciou que ele compreendera como ocorre o processo de evolução dos seres vivos e, por consequência, como se constrói o conhecimento científico.

Na atividade IV, na turma do 1º Ano dos 16 (dezesseis) estudantes que participaram da SD, 11 (onze) responderam à atividade; já na turma do 2º Ano, todos os estudantes que participaram da SD realizaram a atividade, atendendo aos princípios de que “aprendizes são direcionados para fontes de conhecimento científico (MUNFORD; LIMA, 2007) e são orientados a lerem criticamente e interpretarem o conteúdo lido (CARVALHO, 2013, p. 2).

Na turma do 1º Ano, 72% dos estudantes, e na do 2º Ano 80% dos alunos que fizeram a atividade, realizaram-na com coerência.

Exemplificam-se, a seguir, registros dos alunos nos quais eles demonstram coerência:

a) aluno 01 (1º Ano): “confirmando a hipótese levantada, as mudanças (mutações benéficas) para o vírus é que possibilitaram seu salto de animais (morcegos) para os seres humanos.”
b) aluno 02 (2º Ano): “o Coronavírus, por meio de mutações, conseguiu infectar os seres humanos. Informações científicas apontam que antes este vírus não conseguia entrar nas células humanas.”

As respostas dos estudantes apresentaram coerência com as informações seguintes: as mutações resultam em modificações no material genético de uma espécie. De acordo com o Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI), a Fundação Oswaldo Cruz (FIOCRUZ) afirma que onze sequências genéticas do Coronavírus apresentaram deleções (perda de material genético) na região inicial da proteína Spike, sendo que, em quatro destas sequências, ocorreu inserção de alguns aminoácidos. (BRASIL, 2021).

Em um estudo que ocorreu em maio de 2020, comparou-se o vírus D614 original com o vírus G614 emergente, em mais de vinte e oito mil sequências de genes. Estas comparações revelaram uma substituição D614G que era rara antes de março de 2020, mas que se tornou mais comum com a propagação da pandemia, ocorrendo em mais de 74% de todas as sequências publicadas em junho de 2020. (CALLAWAY, 2022).

Constatou-se neste estudo, que a mutação em uma base nitrogenda nas cepas virais D614G condicionou a mudança do aminoácido ácido aspártico em glicina. A referida alteração aumentou significativamente a replicação do SARS-CoV-2 em células epiteliais do pulmão humano e tecidos primários das vias aéreas humanas. (CALLAWAY, 2022).

Outros estudos recentes corroboram estes dados que mostraram que a substituição D614G abalou uma interação de ligação de hidrogênio com T859 de um protômero vizinho do trímero de pico 1, que muda alostericamente o RBD para uma conformação "para cima", promovendo a ligação com o receptor ACE2, levando infectividade a um vírion aprimorado. (SCIENCE, 2021).

Durante a realização das atividades III e IV, procedeu-se à análise qualitativa dos dados efetuada por meio da discussão em classe e dos registros no caderno de bordo? As informações discutidas e registradas pelos alunos durante a SD didática foram selecionadas e utilizadas na produção de textos científicos para divulgação nas redes sociais das Escolas pesquisadas.

Na turma do 1º Ano, dos 16 (dezesseis) estudantes que participaram da SD, 12 (doze) realizaram a atividade V; já na turma do 2º Ano, todos os estudantes que participaram da SD realizaram a atividade. Nesta atividade, eles receberam as diretrizes para a sua comunicação se tornar mais precisa, (MUNFORD; LIMA (2007) e para eles escreverem, demonstrando autonomia e clareza de ideias. (CARVALHO, 2013, p. 2).

Na turma do 1º Ano, 75% e na turma do 2º Ano, 100% dos estudantes realizaram coerentemente a atividade proposta. No Anexo A, deste texto, pontuam-se os recortes dos textos produzidos pelos estudantes.

Para dar publicidade às produções dos estudantes, seus textos foram divulgados nas redes sociais das Escolas pesquisadas no *site* da Superintendência Regional de Ensino de Nova Era e no *site* do STEM Brasil, plataforma de compartilhamento de práticas eficazes dos professores de Ciências da natureza.

A seguir, Figuras 5 e 6, *prints*- fotos das fotos reproduzindo as imagens dos sites - das páginas em que foram publicadas as produções dos alunos.

Figura 5 - Fotos-*Prints* das páginas das produções dos alunos

Fonte: Elaborado pela autora. (Print WhatsApp pessoal da autora).

Figura 6 - Fotos-*Prints* das produções dos alunos

Fonte: (STEM Brasil, 2021).

4.2 Análise dos questionários pré e pós - SD

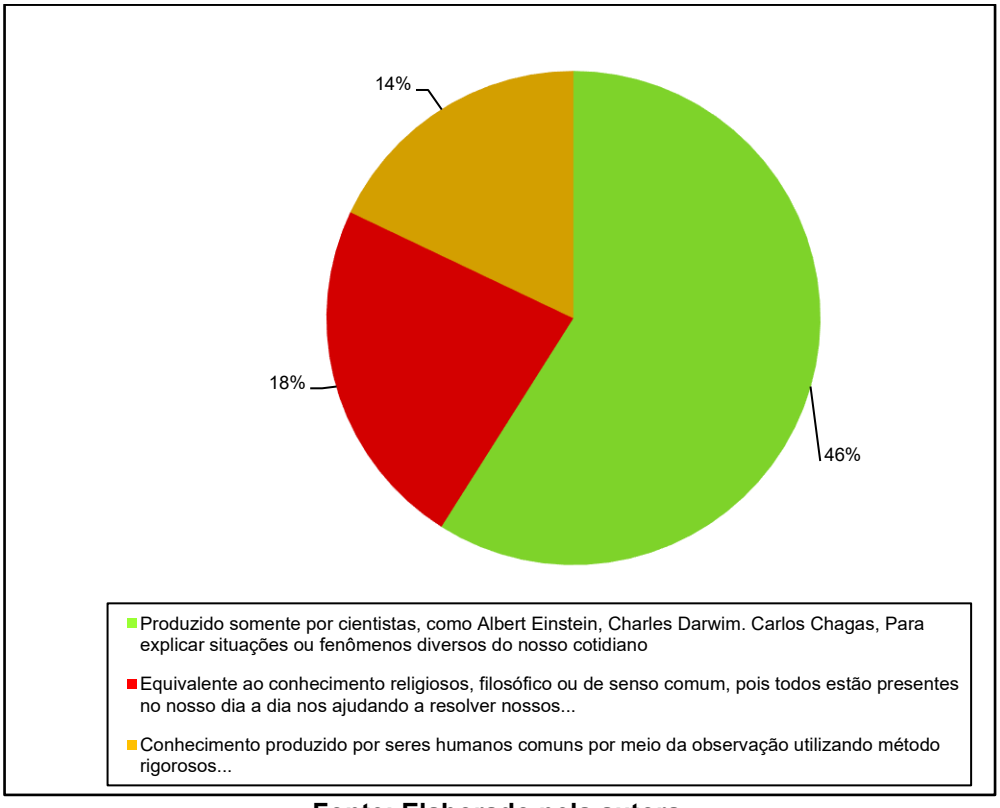
Com o objetivo de avaliar o papel que uma SD desempenha no aprendizado do conteúdo evolução dos seres vivos e a eficácia da utilização dessa prática pedagógica para a compreensão dos estudantes do Ensino Médio, analisaram-se as informações dos questionários aplicados pré e pós - SD.

A comparação dos dados obtidos nos questionários aplicados pré e pós SD possibilitaram concluir que a proposta SD contribuiu para que os estudantes compreendessem melhor os conceitos inerentes ao tema evolução dos seres vivos, tendo como base a argumentação apresentada no aporte teórico deste trabalho.

Onze (11) estudantes do 1º Ano e 05 (cinco) do 2º ano responderam aos questionários. Na turma do 1º Ano as respostas foram registradas *online*, no formulário Google; já na turma do 2º Ano, as respostas foram registradas nos questionários por escrito. A comparação dos dados dos questionários pré e pós – SD pode ser acompanhada nos Gráficos 1 e 2, na sequência do texto.

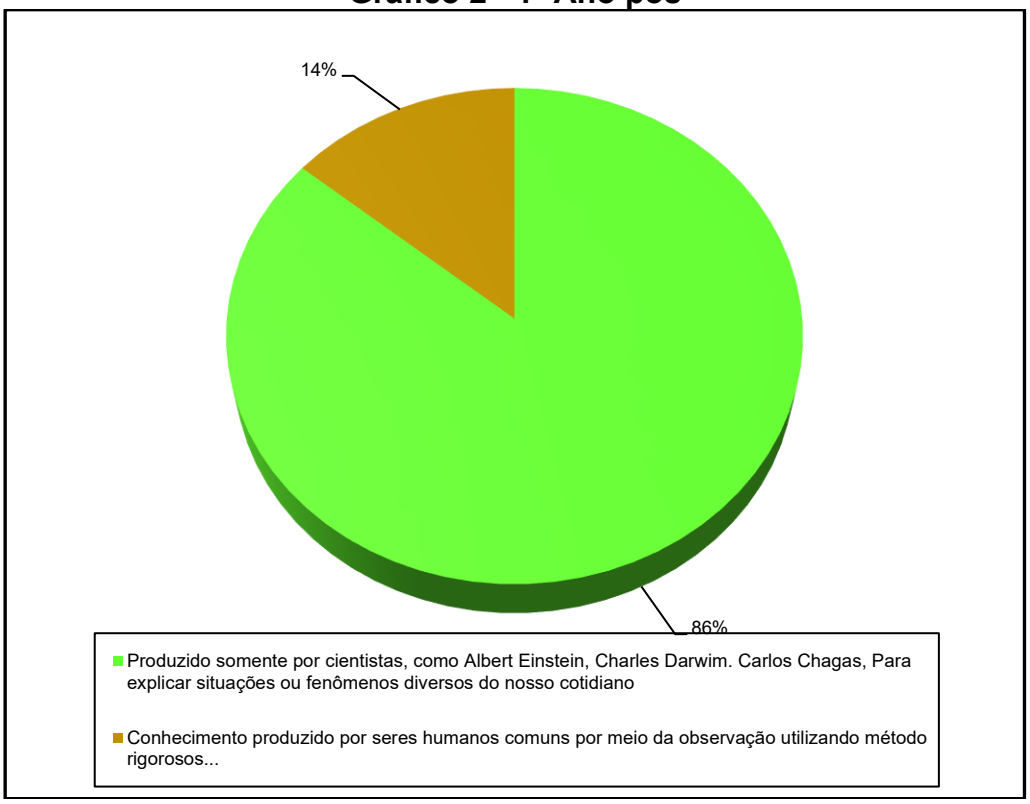
Gráfico: Percepção dos estudantes do 1º (A, B) e 2º (C, D) anos no questionário pré (A, C) e Pós (B, D) SD sobre a expressão “Conhecimento Científico.

Gráfico 1 - 1º Ano Pré



Fonte: Elaborado pela autora.

Gráfico 2 - 1º Ano pós



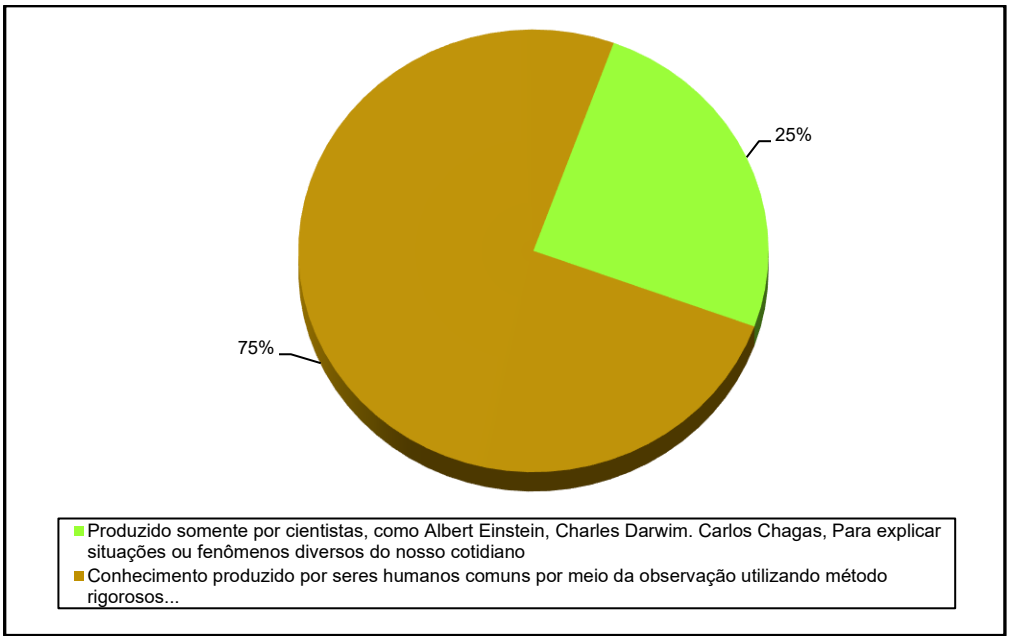
Fonte: Elaborado pela autora.

É importante pontuar que, nas turmas do 1º ano pós (Gráfico 2) e 2º pós (Gráfico 4), percebe-se uma melhora significativa do entendimento dos alunos com relação ao conceito da expressão “Conhecimento Científico”, em relação à situação anterior à aplicação das atividades da SD (Gráficos 1 e 2).

Constata-se que no questionário pré - SD, 46% dos estudantes do 1º Ano marcaram a opção: conhecimento produzido por seres humanos comuns por meio da observação, utilizando método rigoroso de coleta de dados e análise - método científico (Gráfico 1). Já no questionário pós - SD, 86% dos estudantes do 1º Ano marcaram esta opção (Gráfico 2).

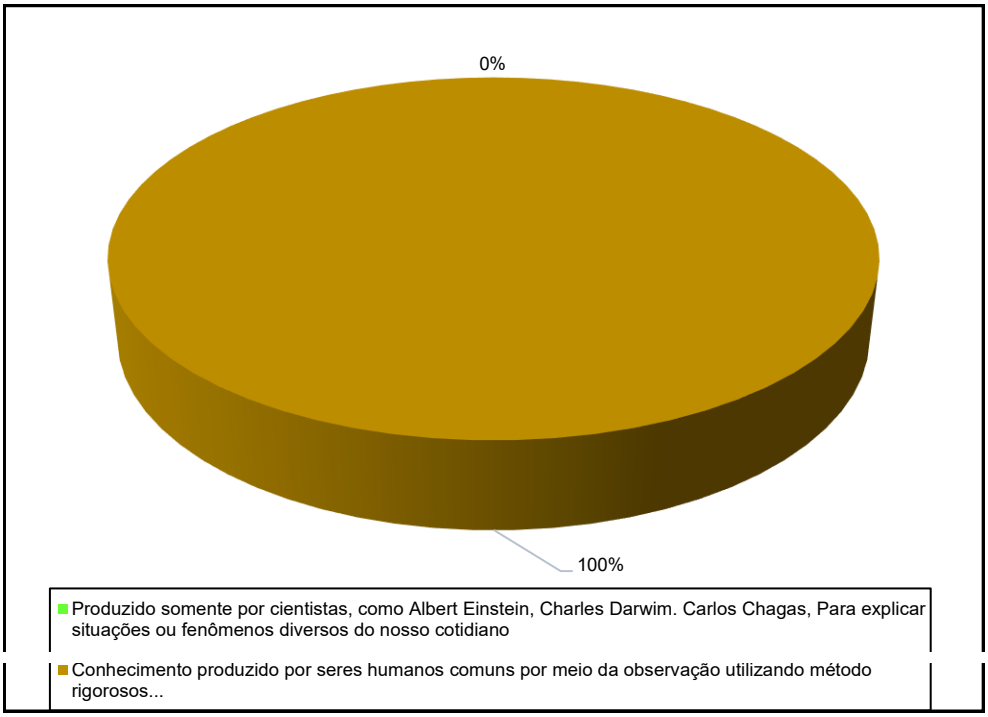
Na turma do 2º Ano, no questionário pré - SD, 75% dos estudantes assinalaram a opção: conhecimento produzido por seres humanos comuns por meio da observação, utilizando método rigoroso de coleta de dados e análise - método científico (Gráfico 3). Já no questionário pós - SD, o percentual foi de 100%, conforme mostra o Gráfico 4.

Gráfico 3 - 2º Ano Pré



Fonte: Elaborado pela autora.

Gráfico 4 - 2º Ano Pós

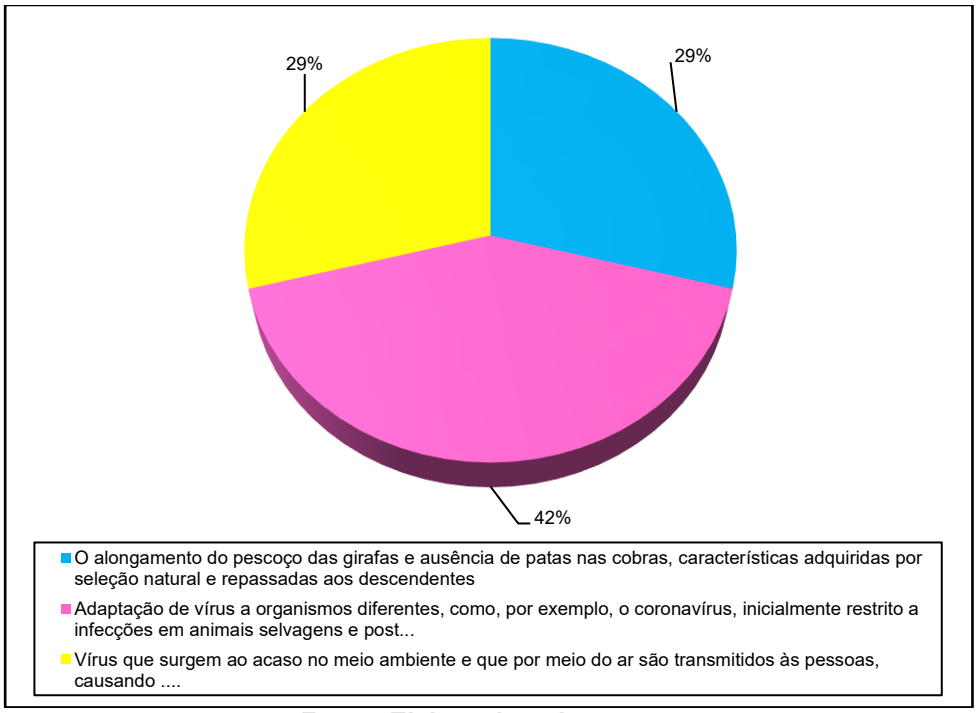


Fonte: Elaborado pela autora.

Resultados similares foram observados em relação ao termo “Evolução” (Gráfico 5). Na turma do 1º Ano, no questionário pré - SD, 29% dos alunos marcaram a opção que melhor define o termo evolução: adaptação de vírus a organismos diferentes, como, por exemplo, o Coronavírus, inicialmente restrito a infeções em

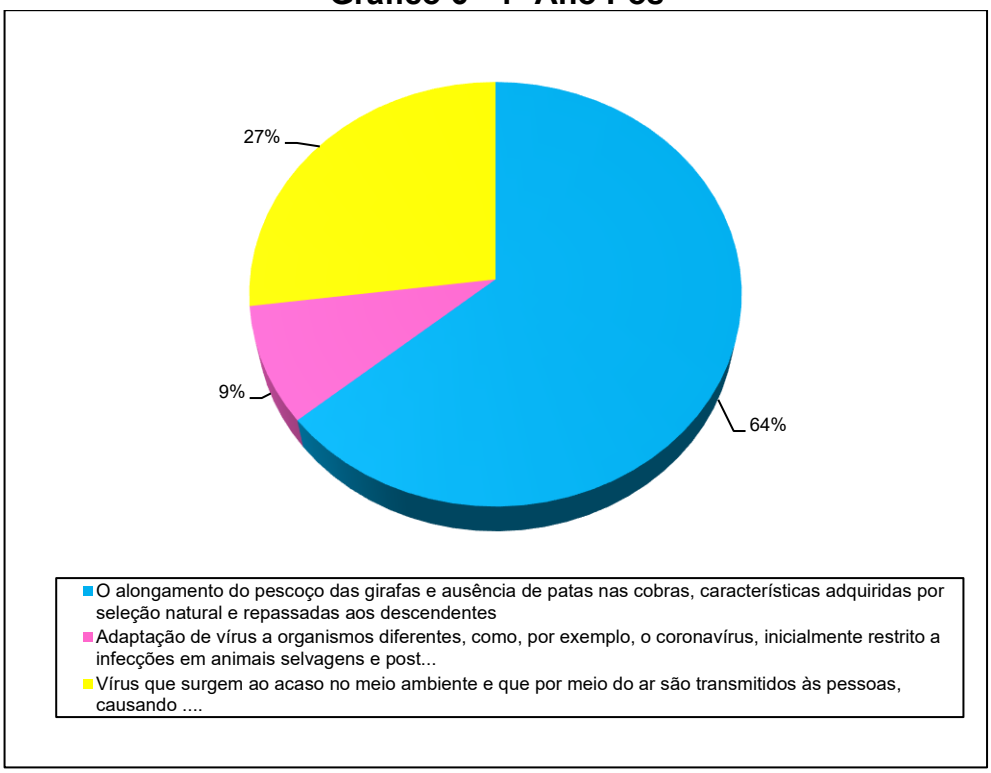
animais selvagens e, posteriormente, associado a infecções em humanos (Gráfico 5). Já no questionário pós – SD, 64% marcaram esta opção (Gráfico 6).

Gráfico 5 - 1º Ano Pré



Fonte: Elaborado pela autora.

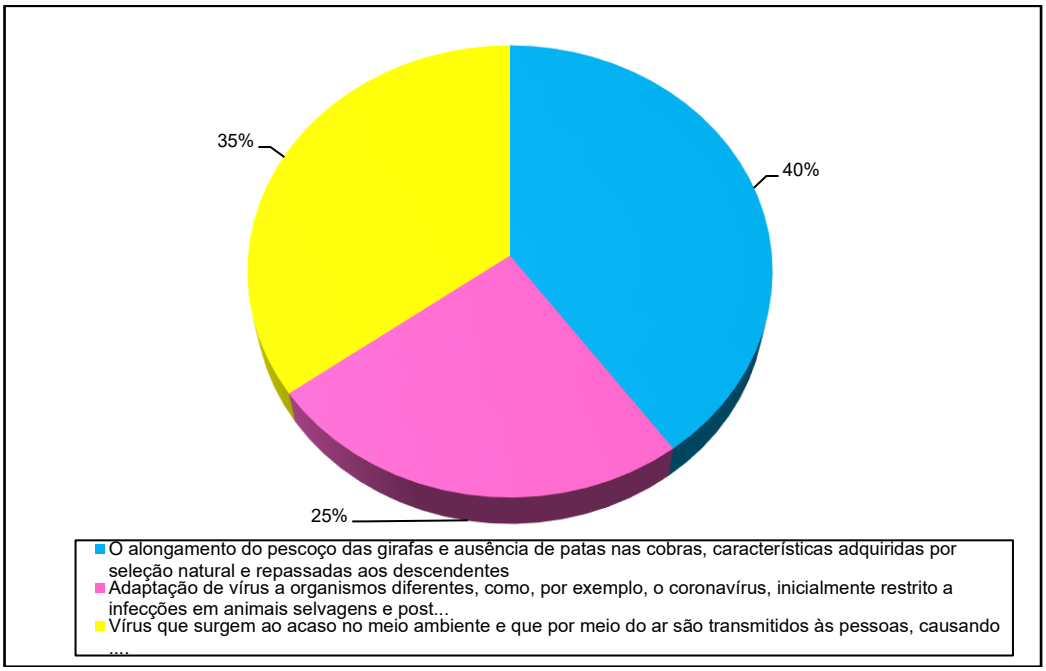
Gráfico 6 - 1º Ano Pós



Fonte: Elaborado pela autora.

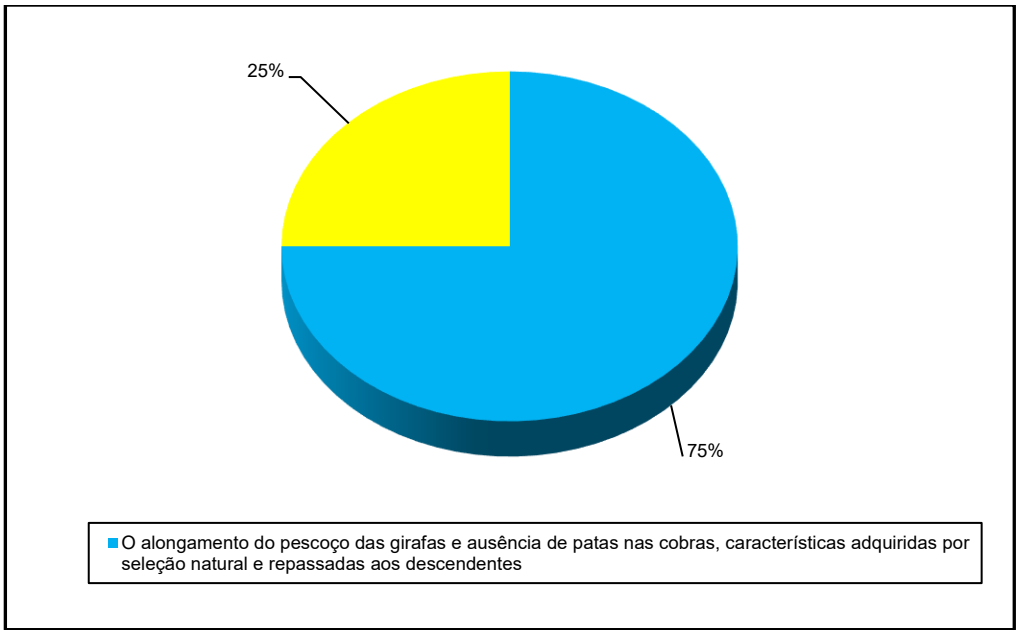
Com relação à opção que melhor exemplifica a evolução dos seres vivos, na turma do 2º Ano, no questionário pré-SD, 40% dos alunos marcaram a opção: adaptação de vírus a organismos diferentes, como, por exemplo, o Coronavírus, inicialmente restrito a infeções em animais selvagens, e posteriormente, associado a infecções em humanos (Gráfico 7). Já no questionário pós - SD, 75% marcaram esta opção Gráfico 8).

Gráfico 7 - 2º Ano Pré



Fonte: Elaborado pela autora.

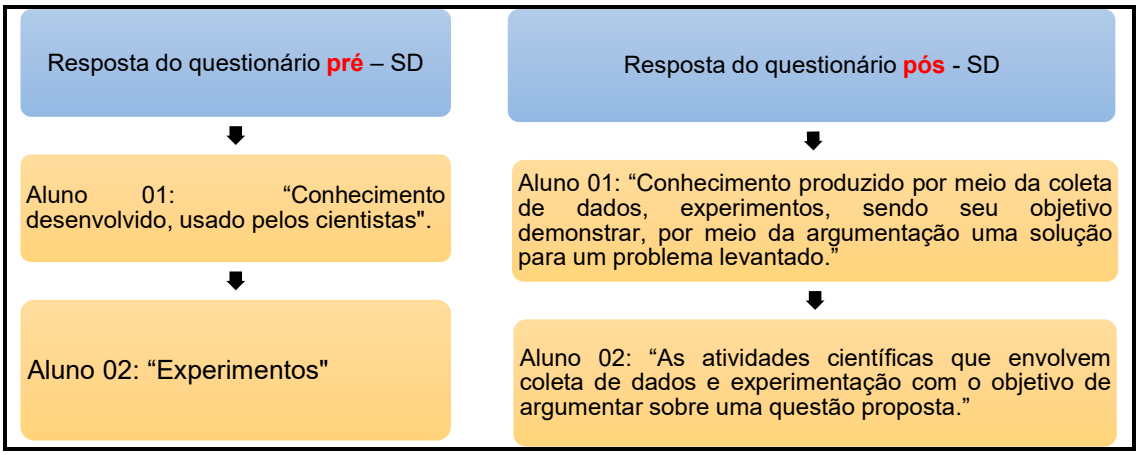
Gráfico 8 - 2º Ano Pós



Fonte: elaborado pela autora.

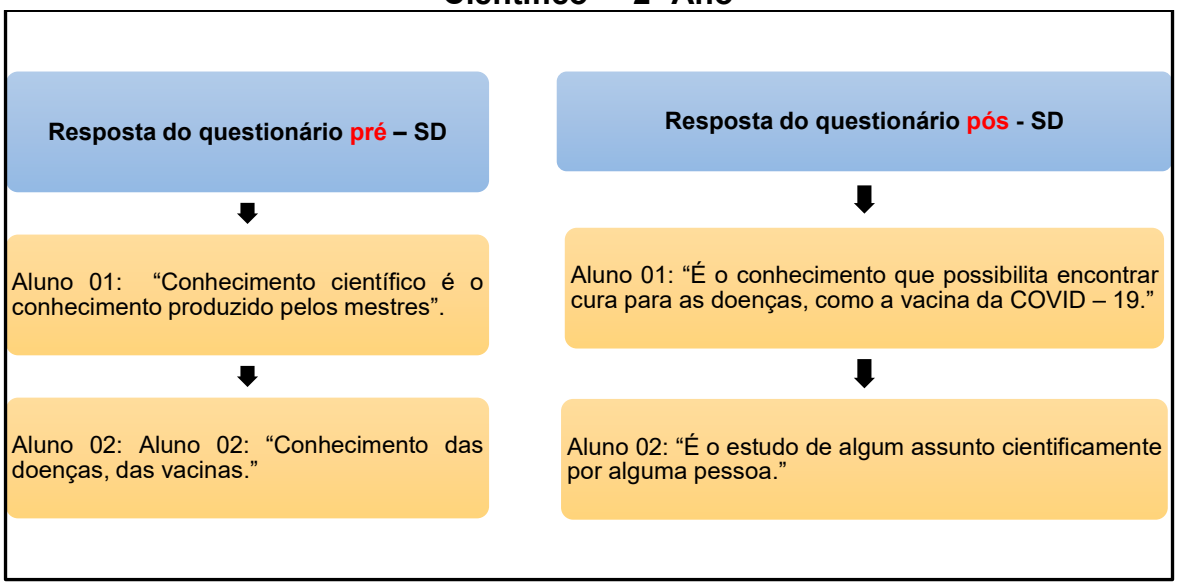
Outros elementos, como a análise de registros livres sobre os termos trabalhados, corroboram os achados de melhora no desempenho dos alunos, ao conceituarem os termos inerentes ao tema evolução dos seres vivos. A título de comparação, alguns exemplos são apresentados a seguir. Comparação dos registros livres sobre definição de “Conhecimento Cientifico” – 1º Ano e 2º Ano. Figuras 7 e 8, a seguir.

Figura 7 - Comparação dos registros sobre definição de conhecimento científico - 1º Ano



Fonte: Elaborado pela autora.

Figura 8 - Comparação dos registros livres sobre definição de “Conhecimento Cientifico” - 2º Ano



Fonte: Elaborado pela autora.

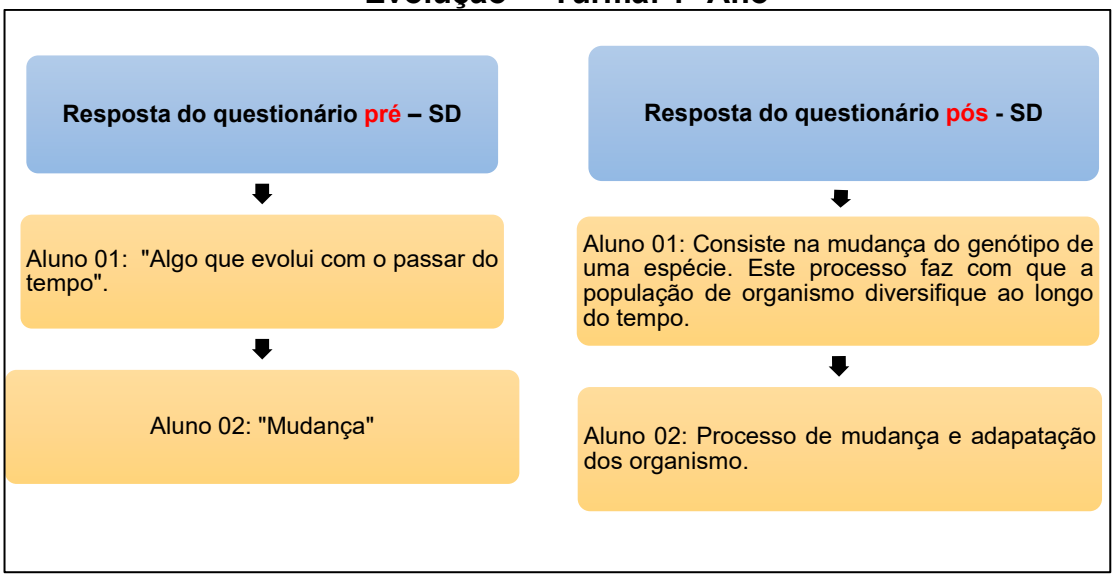
Ao relacionar as respostas dos alunos nos elementos gráficos, constatou-se que os estudantes de ambas as turmas apresentaram uma melhora significativa no

entendimento do conceito de “Conhecimento científico”. As respostas do questionário pós - SD se aproximam mais dos conceitos descritos nos referenciais teóricos no capítulo 2 deste trabalho.

As argumentações dos estudantes encontram amparo na definição de conhecimento científico, como sendo aquele produzido por pessoas comuns que “raciocinam com base em modelos causais, examinando situações para resolver problemas menos definidos, produzindo significados negociáveis e gerando uma compreensão socialmente construída (BROWN; COLLINS; DUGUID 1989, p. 35).

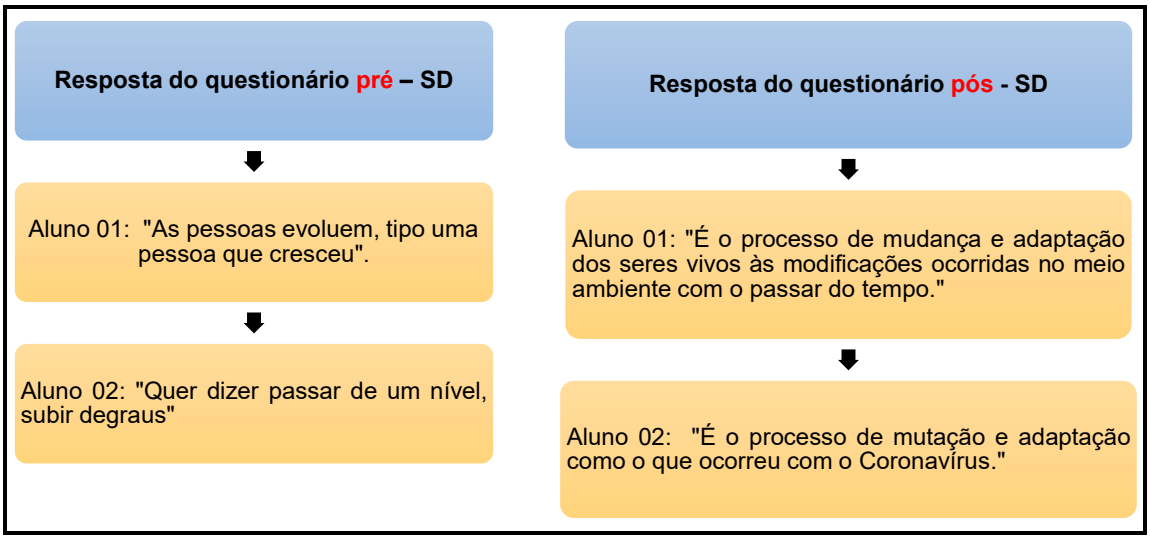
A seguir, nas Figuras 9 e 10, apresentam-se as comparações dos conceitos de evolução das turmas 1º e 2º Anos.

Figura 9 - Comparação dos registros livres sobre a definição do conceito de “Evolução” - Turma: 1º Ano



Fonte: Elaborado pela autora.

Figura 10 - Comparação dos registros livres sobre a definição do conceito de "Evolução" - Turma: 2º Ano



Fonte: Elaborado pela autora.

Os conceitos do termo evolução registrados no questionário pós - SD se aproximaram mais das definições encontradas na argumentação e referencial teóricos deste trabalho, capítulo 2.

De acordo com Ridley (2006), o mecanismo de mutação presente nos vírus possibilita-lhes a evolução e também a de outros seres vivos, seja naturalmente ou por meio da engenharia genética.

A relação entre os vírus e o ser humano contribui para o processo de seleção intencional ou não de ambos os agentes envolvidos. Um exemplo dessa seleção ocorre com o vírus do HIV originado/modificado por meio das mutações e selecionado durante o tratamento da AIDS. Nesse encaminhar, retomando as informações da página 18, Amabis e Martho (2004, p. 42) afirmam que, "[...] entretanto, o tratamento prolongado seleciona formas mutantes do vírus e os sintomas reaparecem". Desse modo, podemos inferir que os autores estabeleceram relação de forma explícita entre o vírus HIV e a evolução biológica.

Neste sentido, os alunos apropriaram-se do método científico para resolver os problemas que estão à sua volta, utilizando, para isso, os adventos tecnológicos que possibilitam a tomada de decisões sobre questões associadas às consequências que as ciências e as tecnologias acarretam para a sua vida, a da sociedade e para o meio ambiente (SASSERON, 2008; SASSERON; CARVALHO, 2008).

Carvalho (2013) corrobora o explicitado anteriormente, ao afirmar que a maneira como as ideias são trabalhadas em aulas que visam à Alfabetização Científica é relevante e deve estar atrelado às características próprias do fazer científico. Ademias, o ensino de ciências deve contribuir para o entendimento de problemas sociais, e mais do que isto, contribuir para solucionar problemas que afligem a sociedade do século XXI.

4.3 Informações nos registros dos estudantes que discordam das atividades propostas

Na turma do 1º Ano dos 16 (dezesseis) estudantes que participaram da SD, 02 (dois) não realizaram a atividade e 8% apresentaram registros incoerentes com a proposta. Exemplifica-se, a seguir, o depoimento de 01 (um) estudante: aluno 01: “Ensino a distância ganha destaque durante a pandemia. Crianças felizes com a reabertura de parques durante a pandemia.”

A não realização da atividade ou a realização conforme registro anterior descrito aponta que os estudantes podem não ter conseguido compreender a proposta da atividade. A resposta dada não estabelece relação com o comando da questão.

Na turma do 1º Ano, dos 16 (dezesseis) estudantes que participaram da SD, 04 (quatro) não realizaram a atividade III e constatou-se que nenhum dos estudantes de ambas as turmas fez a atividade proposta com coerência. Analisando as variações de direcionamento do professor, proposto por Munford e Lima (2007) pode-se inferir que a abordagem adotada na atividade exigiu das estudantes habilidades que elas não conseguiam executar. Os estudantes não conseguiram identificar observação/experimento/demonstração que lhes possibilitassem explicar a evolução dos seres vivos de maneira prática.

Na atividade IV, na turma do 1º Ano, dos 16 (dezesseis) estudantes que participaram da SD, 05 (cinco) não fizeram a atividade proposta e 37,5% elaboraram registros incoerentes com o comando dado, como se pode exemplificar com o enunciado do Aluno 01: “Encontrar uma espécie em lugares muito distantes.”

Na turma do 2º Ano, todos os estudantes fizeram a atividade, porém, 40% seus registros eram incoerentes com a proposta da atividade IV. Exemplo disso é a fala de um dos estudantes: Aluno 01: “Os mais experientes irão sobreviver e reproduzir passando, assim, seu DNA.”

A não realização da atividade e as respostas dos estudantes incoerentes com a proposta evidenciaram sua dificuldade em buscar informações em fontes sugeridas pela professora.

Evidenciaram, também, que os estudantes tiveram dificuldade para compreenderem os conceitos trabalhados. Esta constatação expõe a realidade apontada nos dados do Programa Internacional de Avaliação de Alunos (ORGANIZAÇÃO PARA A COOPERAÇÃO E DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO; INSTITUTO DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS ANÍSIO TEIXEIRA, 2015), que aponta que pouco mais de 40% dos estudantes avaliados atingiram em ciências pelo menos o nível 2 da escala. Já em 2018, o Brasil apresentou em Ciências, 45% de estudantes no Nível 2 ou acima, e 55% abaixo do nível 2. Este nível é considerado pela OCDE o nível básico de proficiência que oportuniza a aprendizagem e a participação plena na vida social, econômica e cívica das sociedades modernas em um mundo globalizado (ORGANIZAÇÃO PARA A COOPERAÇÃO E DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO; INSTITUTO DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS ANÍSIO TEIXEIRA, 2016, 2019).

Na turma do 1º Ano, dos 16 (dezesseis) estudantes que participaram da SD, 05 (cinco) não realizaram a atividade V, e 45% fizeram registros incoerentes com a proposta da atividade.

Explicite-se que a incoerência dos alunos era em relação ao comando da atividade. Ressalte-se que o comando solicitava a produção de um texto. Outro aspecto observado foi a utilização correta dos conceitos inerentes à temática. Os 45% dos estudantes que fizeram registros incoerentes não produziram o texto e utilizaram os conceitos de maneira incoerente. Veja um exemplo: Aluno 01: “A evolução dos seres vivos é o processo do desaparecimento e surgimento de novas espécies, devido a variabilidade. Esse processo é muito lento e pode levar até milhares de anos, por isso é difícil de acompanhar o processo de evolução. ”

A apresentação dos dados extraídos dos registros dos alunos e dos questionários possibilitou inferir que os estudantes que participaram da SD refletiram/discutiram a temática proposta, o que possibilitou concluir que a SD

desempenhou um papel importante no entendimento dos estudantes do ensino médio sobre como o conhecimento científico é construído, tendo como foco o estudo da evolução dos seres vivos, por meio de metodologias investigativas.

4.4 Variáveis em contraste: escolas, ano de escolaridade e modus operandi da pesquisa

Conforme já apresentado nos dados da aplicação da SD, as atividades propostas foram aplicadas em duas turmas, de ano de escolaridade e Escolas Estaduais diferentes. Vale ressaltar que as Escolas pertencem à mesma superintendência regional de Ensino ficando a oito quilômetros de distância uma da outra.

Outra variável a destacar é o fato de que a turma do 1º Ano realizou as atividades por meio do Plano de Estudos Tutorados, durante o teletrabalho. Já a turma do 2º Ano realizou a SD didática no regime híbrido. Saliente-se que, neste regime, os estudantes e seus responsáveis aderiram de forma voluntária às aulas presenciais.

A respeito das variáveis destacadas, constata-se que na turma do 1º Ano houve uma maior participação dos estudantes, visto que dos 24 (vinte e quatro) estudantes matriculados, 16 (dezesseis) realizaram as atividades. Já na turma do 2º ano, somente 05 (cinco) dos 15 (quinze) matriculados participaram da SD.

A participação na turma no 1º ano foi de 64% e na do 2º ano 33% do total de estudantes matriculados. Porém, vale ressaltar que na turma do 2º ano, 100% dos alunos que aderiram ao regime hibrido e, portanto, estavam frequentando as aulas presenciais, realizaram as atividades da SD.

Destaque-se que, na turma do 1º ano, houve variação na participação dos estudantes nas atividades da SD. Nas atividades IV e V, houve menor participação, pois, 11 (onze) estudantes as realizaram. Já nas atividades I e II, houve maior participação, porque 16 (dezesseis) e 15 (quinze) as fizeram, respectivamente.

O que evidencia a maior participação da turma do 1º ano nas atividades da SD é o fato de ela ter sido aplicada no PET complementar, sendo utilizada para o cômputo da carga horária e a atribuição de notas aos alunos. Já para os alunos do 2º Ano as atividades, felizmente, não tiveram este caráter.

A respeito da forma como foi aplicada a SD, *online* e presencial, destaca-se, na turma do 2º Ano, os 05 (cinco) alunos que aderiram ao ensino híbrido realizaram as

atividades sem manifestarem forma de rejeição alguma à proposta. Já na turma do 1º Ano, mesmo a SD tendo sido aplicada para o cômputo da carga horária e a atribuição de notas, 36% dos estudantes não realizaram as atividades.

Ao analisar as variáveis supra descritas, uma que se constata é a respeito dos registros coerentes com os princípios das metodologias investigativas e com os conceitos inerentes ao tema Evolução dos seres vivos.

Vale destacar dois fatos em comum às duas turmas pesquisadas: na atividade II, 100% dos estudantes realizaram com coerência a atividade proposta. Na atividade III, nenhum deles fez registros coerentes com o comando da atividade. Além deste fato em comum, destaque-se que, na turma do 2º Ano, apenas na atividade IV, 60% dos estudantes não fizeram os registros coerentes; nas demais atividades os registros atenderam aos comandos das atividades.

Na turma do 1º Ano, houve uma grande variação entre registros coerentes e incoerentes. Destacam-se, a seguir, as atividades com índices mais altos de registros coerentes e incoerentes.

Na atividade II, todos os registros estavam coerentes com a proposta; na atividade V, 37% dos estudantes fizeram registros incoerentes com o comando da atividade.

Os dados apresentados permitem constatar que as variáveis analisadas interferiram nos resultados desta pesquisa. Com relação à participação dos estudantes matriculados na turma do 1º ano houve maior participação em relação aos estudantes matriculados na turma do 2º ano. Porém, conforme já informado, todos os estudantes do 2º ano (cinco) que aderiram ao ensino híbrido, realizaram as atividades da SD. Já na turma 1º ano, 36% não realizaram as atividades.

Ao relacionar os registros dos estudantes do 2º ano com os registros dos estudantes do 1º ano, percebe-se maior coerência nos registros dos estudantes do 2º ano. Exceto na atividade III, na qual 100% dos estudantes de ambas as turmas apresentaram registros incoerentes, na turma do 2º ano, apenas na atividade IV 40% dos estudantes não apresentaram registros coerentes.

Acredita-se que este resultado tenha relação com o maior nível de escolaridade dos estudantes da turma do 2º ano, um ano a mais de estudo, que a turma do 1º Ano. Talvez tenha também relação com a forma como foi aplicada a SD. Na turma do 2º Ano, a SD foi aplicada de forma presencial com a mediação da professora/pesquisadora.

Encerrada a tarefa de abordar e discutir o referencial teórico, descrever detalhadamente o trabalho com a SD e apontar os resultados alcançados nesta pesquisa, no capítulo final, o 5°, tecem-se as considerações finais sobre o trabalho, esperando que ele, de algum modo, contribua para a comunidade docente, especificamente para os professores de Ciências e Biologia.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

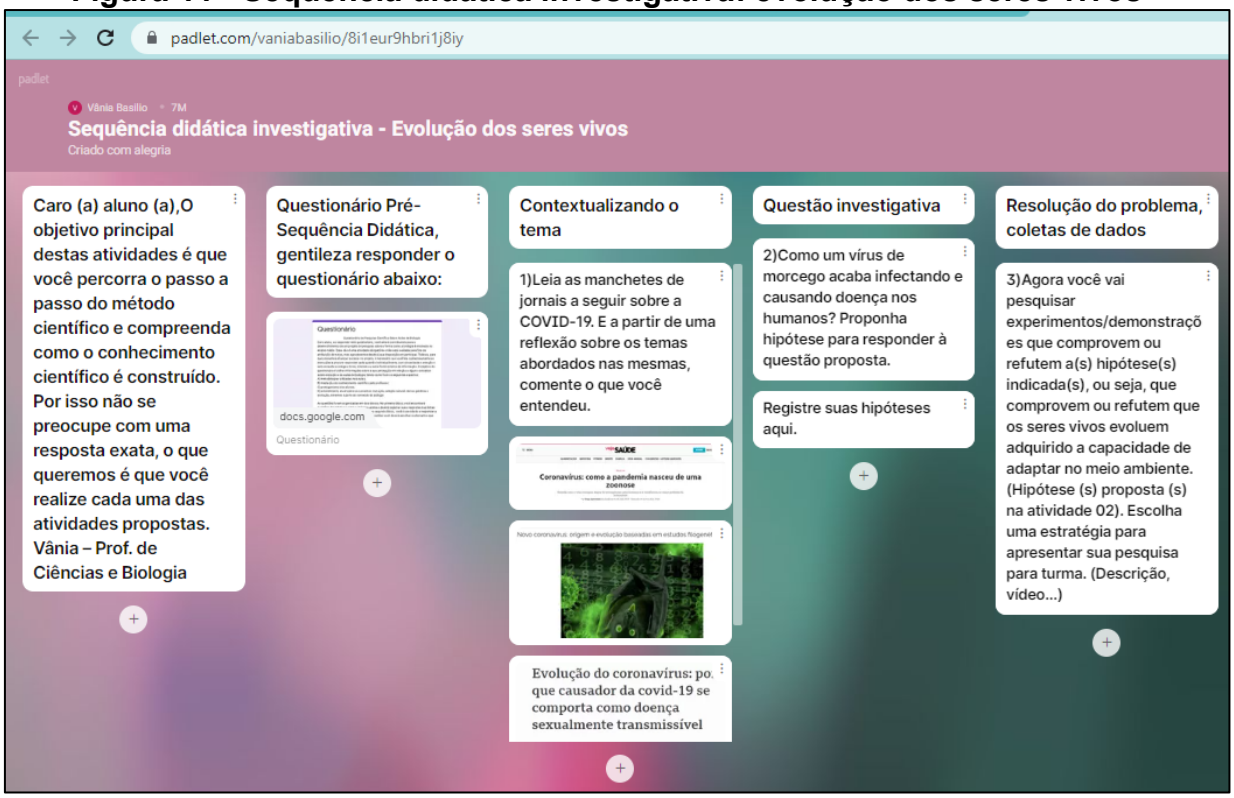
De acordo Gil (1991, p.19) uma pesquisa visa a “proporcionar respostas aos problemas propostos, desenvolvida mediante conhecimentos disponíveis e a utilização de métodos, técnicas e outros procedimentos científicos. ”

Reitere-se, neste ponto do texto, que este trabalho buscou avaliar o papel que uma SD desempenha no aprendizado do conteúdo evolução dos seres vivos e a eficácia de sua utilização para a compreensão dos estudantes do Ensino Médio.

O produto final consistiu na produção de uma SD.

A seguir, na Figura 11, um recorte das atividades propostas na SD:

Figura 11 - Sequência didática investigativa: evolução dos seres vivos



Fonte: BASILIO, 2022.

Salienta-se que a SD ora proposta, visa a apresentar aos professores de biologia uma estratégia inovadora de desenvolvimento do tema evolução dos seres vivos. (BASILIO, 2022).

Os resultados da aplicação da SD proposta foram avaliados por meio de questionários de sondagem do conhecimento dos estudantes, pré e pós - SD sobre o

tema evolução dos seres.

Constatou-se, através da análise dos dados dos questionários, que os estudantes se engajaram ao compromisso de realização das atividades propostas na SD. Os dados quantitativos corroboram esta afirmação. Todos os estudantes do 2º ano que as aulas fizeram as atividades propostas. Já, na turma do 1º ano, a atividade com menor participação foi a IV, na qual 70% dos estudantes fizeram a atividade.

Um outro aspecto a destacar é que, além de contribuiu de forma positiva para que os estudantes melhorassem sua compreensão dos conceitos inerentes ao tema Evolução dos seres vivos, a SD contribuiu para melhorar o entendimento dos estudantes de se produz o conhecimento científico, conforme resultados apresentados e discutidos no capítulo 4, Discussão dos resultados.

As atividades propiciaram aos estudantes fazerem atividades que estimularam o questionamento, o levantamento de hipóteses, propiciaram a pesquisa e discussões que possibilitavam a compreensão do modo como se constrói o conhecimento científico e motivou o protagonismo estudantil.

Os estudantes foram sempre estimulados a realizarem as várias atividades propostas na SD. Destaque-se entre elas a produção de textos científicos sobre o tema evolução dos seres vivos em formatos apropriados para divulgação nas redes sociais para divulgação. Para isso, foram produzidos 12 (doze) textos na turma do 1º ano e 05 (cinco) na do 2º ano. No apêndice A deste trabalho, encontram-se exemplos destes textos produzidos pelos estudantes.

Acredita-se que a proposta de ensino tenha atendido o propósito de que “o aluno deve ser capaz não só de repetir ou refazer, mas também de ressignificar em situações novas, de adaptar, de transferir seus conhecimentos para resolver novos problemas” (CHARNAY, 1996, p. 38), e, assim, exercer o protagonismo para enfrentar os desafios da sociedade do conhecimento na era contemporânea.

O estudo realizado vai ao encontro do que defende Sebarroja (2002, p. 71) quando postula que “as metodologias investigativas são as chamadas pedagogias ativas, o centro se transfere aos alunos e o método deve atender prioritariamente o conteúdo”. O ensino sob esta perspectiva deverá objetivar que “cada indivíduo seja capaz de compreender e aprofundar explicações atualizadas de processos e de conceitos biológicos, a importância da ciência e da tecnologia na vida moderna, enfim, o interesse pelo mundo dos seres vivos”. (KRASILCHIK, 2004, p.11).

É importante salientar também, que os dados obtidos nesta pesquisa em conformidade com a análise e discussão do referencial teórico a que se procedeu na revisão bibliográfica.

As metodologias investigativas desempenham um importante papel no estímulo ao protagonismo dos alunos, auferindo-lhes competências para (sobre)viverem na sociedade do conhecimento, porém, ainda são pouco adotadas na educação básica pública.

Uma alegação importante decorrente desta pesquisa é urge que as teorias inovadoras do ensino e as leis promulgadas para as políticas públicas saiam do papel e se concretizem no “chão” da sala de aula, pois este material teórico novo oferece aporte teórico e formas de organização do ensino mais coerentes com o contexto atual contribuindo, assim, para uma mudança na forma de ensinar e aprender. Às leis cabe implementar e asseverar essas transformações.

Uma possibilidade de efetivação dos resultados desta pesquisa seria a apropriação dos conhecimentos (corpos teóricos) pelos educadores, “[...] sendo um direito e dever dos docentes pleitear e lutar pela conquista de instrumentos que lhes permitam trabalhar melhor” (KRASILCHIK, 2008, p. 123).

Uma facilidade que se pode destacar neste estudo é em relação à obtenção das informações documentais. Nessa direção, Tomaél *et al*. (2001) afirmam que, há bem pouco tempo, uma fonte de informação era considerada sinônimo de papel. Hoje, porém, sua definição está relacionada a suportes eletrônicos, em sua maioria, encontrados na Internet.

Grande parte das informações teóricas neste trabalho foram obtidas de pesquisas na Internet que, obviamente, disponibiliza um robusto material de consulta sobre obras e autores, avanços tecnológicos, e possibilitam acesso a quaisquer informações e, por consequência, alteiam e esmeram a qualidade dos trabalhos acadêmicos.

Outra facilidade a destacar é em relação à pesquisa de campo realizada com segurança e tranquilidade, porquanto os participantes sempre se mostraram receptivos, disponíveis e com boa vontade para com esta pesquisadora, /aspectos relevantes para o resultado positivo alcançado.

Ressaltem-se, a esta altura, os obstáculos enfrentados para a realização da pesquisa.

Devido à pandemia da COVID -19, a aplicação da SD na turma do 1º ano ocorreu de forma remota, por meio do plano de estudos tutorados (PET), e na turma do 2º Ano na modalidade híbrido, com adesão de apenas 05 (cinco) dos 15 (quinze) alunos matriculados.

A interação na relação professor-aluno e destes com as informações foram o principal desafio desta pesquisa. Embora as tecnologias da informação e a comunicação possibilitem interações diversas, ficou perceptível a importância da convivência nas interações físicas para o ensino e mais ainda para a aprendizagem. Esta dificuldade se mostrou mais acentuada na turma no 1º ano, na qual os estudantes fizeram as atividades através do teletrabalho no qual a distância física foi uma barreira quase intransponível.

Uma sugestão para novas pesquisas seria o aprofundamento dos princípios das metodologias investigativas para identificação de aspectos que não foram considerados nesta pesquisa. Ademais, as técnicas utilizadas (questionário e observação), podem ser adotadas, mas utilizando outros instrumentos com a ajuda da tecnologia (filmadora, gravadores...), ou adotando outros métodos, como por exemplo, o estudo de caso.

Uma sugestão para pesquisas futuras é a utilização de programas de computador, uma vez que a pesquisa teve como foco a qualidade, mas, dados quantitativos também foram analisados e contribuíram para se chegar aos resultados. A presente pesquisa poderá também ser ampliada por meio de novos estudos como defendem Bastos, Hein e Fernandes (2006, p. 2-3), pois, “a partir desses estudos surgem novas ideias em relação ao assunto, novas formas de abordagem, novas críticas, gerando novos conhecimentos científicos, avaliados pelos experts da área”.

Finalmente, atente-se que não há neste texto argumentos exaustivos ou de caráter definitivo, ao final do trabalho. Admite-se, por isso, que as incursões nos referenciais teóricos sobre a evolução dos seres vivos, as sugestões para o uso de metodologias ativas e a questão da construção do conhecimento científico pelos estudantes, as descrições da metodologia investigativa e dos procedimentos das atividades da SD e a análise dos resultados dos dados obtidos com sua aplicação encerram em si mesmas uma minúscula partícula de conhecimento no vastíssimo universo que o ensino e a aprendizagem das Ciências descortinam.

Contudo, se as argumentações, ponderações e considerações analíticas feitas neste texto vierem, pelo menos, a instigar um ponto de partida para novas reflexões

no sentido de ampliar o entendimento sobre a metodologia investigativa e a motivar a utilização da SD sugerida para o ensino das ciências e da Biologia, já terá cumprido honestamente seu papel.

REFERÊNCIAS

ABRAMOVAY, Miriam; RUA, Maria das Graças. **Violências nas escolas**. Brasília, DF: UNESCO, 2002.

ACRANI, Gustavo Olszanski; MÓDENA, José Luiz Proença; ARRUDA, Eurico. O papel dos vírus na árvore da vida. **Ciência Hoje**, São Paulo, v. 49, n. 292, maio 2012. Disponível em: https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/3185394/mod_resource/content/1/O%20papel%20dos%20v%C3%ADrus%20na%20arvore%20da%20vida%20Ciencia%20Hoje.pdf. Acesso em: 27 de mar. 2020.

ALVES, Ildicely de Oliveira. **Uma sequência didática sobre o ensino da evolução biológica a partir de uma perspectiva histórica**. 2019.Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Biologia) - Universidade Federal de Mato Grosso, Instituto de Biociências, Cuiabá, 2019.

AMARAL, Heloísa. **Sequência didática e ensino de gêneros textuais**. Higienópolis: Escrevendo o Futuro, 2021. Disponível em: https://www.escrevendoofuturo.org.br/conteudo/biblioteca/nossas-publicacoes/revista/artigos/artigo/1539/sequencia-didatica-e-ensino-de-generos-textuais. 2021. Acesso em: 27 jul. 2022.

ALMEIDA, Argus Vasconcelos de; FALCÃO, Jorge Tarcísio da Rocha. As teorias de Lamarck e Darwin nos livros didáticos de Biologia no Brasil. **Ciência & Educação**, v. 16, n. 3, p. 649-665, 2010. Disponível em: https://www.scielo.br/j/ciedu/a/DzHzGT83c3M5NV3sL3QTdyM/?format=pdf&lang=pt. Acesso em: 27 jul. 2022.

ANDRADE, Guilherme Trópia Barreto de. Percursos históricos de ensinar ciências através de atividades investigativas. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 13, n. 1, p. 121-138, abr. 2011. Disponível em: http://www.scielo.br/pdf/epec/v13n1/1983-2117-epec-13-01-00121.pdf.pdf. Acesso em: 17 out. 2021.

AMABIS, José Mariano; MARTHO, Gilberto Rodrigues. **Biologia das populações**. 2. ed. São Paulo: Moderna, 2004. v. 3.

AMABIS, José Mariano; MARTHO, Gilberto Rodrigues. **Biologia dos organismos**. 2. ed. São Paulo: Moderna, 2004. v. 2.

ALBERTS, Bruce. **Biologia molecular da célula**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 1997.

ALMEIDA, Argus Vasconcelos de; FALCÃO, Jorge Tarcísio da Rocha. As teorias de Lamarck e Darwin nos livros didáticos de biologia no Brasil. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 16, n. 3, 2010. Disponível em: https://www.scielo.br/j/ciedu/a/DzHzGT83c3M5NV3sL3QTdyM/abstract/?lang=pt. Acesso em: 17 ago. 2021.

A TEORIA de Darwin. [*S. l.*]: SOBIOLOGIA, 2021. Disponível em: http://www.sobiologia.com.br/conteudos/Seresvivos/Ciencias/bioselecaonatural2.php. Acesso em: 30 ago. 2021.

BACICH, Lilian; MORAN, José Manoel. **Metodologias ativas para uma educação inovadora**: uma abordagem teórico-prática. Porto Alegre, RS: Penso, 2018.

BARBOSA, Eduardo Fernandes; MOURA, Dácio Guimarães de. Metodologias ativas de aprendizagem na Educação Profissional e Tecnológica. **Boletim Técnico do Senac**, Rio de Janeiro, v. 39, n. 2, p. 48-67, maio/ago. 2013. Disponível em: https://www.bts.senac.br/bts/article/view/349Acesso em: 26 jul. 2021.

BARDIN, Laurence. **Análise de conteúdo**. São Paulo: Ed. 70, 2011.

BARRA, Vilma Marcassa; LORENZ, Karl M. Produção de materiais didáticos de ciências no Brasil, período: 1950 a 1980. **Ciência e Cultura**, v. 38, n. 3, p. 1970-1983, 1986. Disponível em: https://fep.if.usp.br/~profis/arquivo/projetos/artigos/LORENTZ_1986.pdf. Acesso em: 26 jul. 2021.

BASILIO, Vânia. **Sequência didática investigativa**: evolução dos seres vivos. Belo Horizonte: Padlet, 2022. Disponível em: https://padlet.com/vaniabasilio/8i1eur9hbri1j8iy. Acesso em: 4 jan. 2022.

BASTOS, Éder Cláudio; HEIN, Nelson; FERNANDES, Francisco Carlos. Inserção da controladoria em artigos publicados em eventos científicos nacionais. *In*: SIMPÓSIO DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO E TECNOLOGIA, 3., 2006. Niterói/RJ, **Anais** […]. Niterói/RJ: SEGeT, 2006. Disponível em: http://portal.inep.gov.br/c/journal/view_article_content?groupId=10157&articleId=18745&version=1.0. Acesso em: 13 ago. 2015.

BAUMAN, Zygmunt. Zygmunt Bauman: entrevista sobre a educação: desafios pedagógicos e modernidade líquida: Segunda parte da entrevista: os desafios da educação: aprender a caminhar sobre areias movediças [Entrevista cedida a] Alba Porcheddu. **Cadernos de Pesquisa**, v. 39, n. 137, maio/ago. 2009. Disponível em: https://www.scielo.br/pdf/cp/v39n137/v39n137a16.pdf. Acesso em: 4 jan. 2021.

BENVENUTO, Domenico *et al*. **Novo coronavírus:** origem e evolução baseadas em estudos filogenéticos. Brasília: Canal Ciência, 20 abr. 2020. Disponível em: https://www.canalciencia.ibict.br/ciencia-em-sintese1/especial-covid-19/353-novo-coronavirus-origem-e-evolucao-baseadas-em-estudos-filogeneticos. Acesso em: 4 jan. 2021.

BERBEL, Neusi Aparecida Navas. As metodologias ativas e a promoção da autonomia dos estudantes. **Semina: Ciências Sociais e Humanas**, Londrina, v. 32, n. 1, p. 25-40, jan./jun. 2011. Disponível em: http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/seminasoc/article/view/10326. Acesso em: 4 jan. 2021.

BIERNATH, André. **Os vírus que ficam 'escondidos' no corpo e podem causar problemas depois de décadas**. Londres: BBC News Brasil, 2022. Disponível em: https://www.bbc.com/portuguese/geral-60327346. Acesso em: 2 ago. 2022.

BORGES, A. T.; RODRIGUES, B. A.; Aprendendo a planejar investigações. *In*: ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA, 9., 2004, Jaboticatubas, **Atas** [...]. Jaboticatubas: SBF, 2004.

BRASIL. **Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996**. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. Brasília, Presidência da República, [2019]. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L9394.htm. Acesso em: 31 out. 2020.

BRASIL. Ministério da Economia. Instituto Nacional da Propriedade Industrial. **Ciência:** observatório de tecnologias relacionadas ao Covid-19. Brasília: INPI, 3 set. 2021. Disponível em: https://www.gov.br/inpi/pt-br/servicos/patentes/tecnologias-para-covid-19/Ciencia. Acesso em: 26 jul. 2021.

BRASIL. Ministério da Educação. **Resolução nº 4, de 17 de dezembro de 2018**. Institui a Base Nacional Comum Curricular na Etapa do Ensino Médio (BNCC-EM), como etapa final da Educação Básica, nos termos do artigo 35 da LDB, completando o conjunto constituído pela BNCC [...]. Brasília: Disponível em: https://normativasconselhos.mec.gov.br/normativa/view/CNE_RES_CNECPN42018.pdf. Acesso em: 25 maio 2022.

BRASIL. Ministério da Educação. **Orientações curriculares para o ensino médio:** ciências da natureza, matemática e suas tecnologias. Brasília: MEC, 2006. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/book_volume_03_internet.pdf Acesso em: 26 jul. 2021.

BROWN, John Seely; COLLINS, Allan; DUGUID, Paul. Situated cognition and the culture of learning. **Educational Researcher**, v. 18, n. 1, p. 32-42, Jan./Feb. 1989. Disponível em: https://www.johnseelybrown.com/Situated%20Cognition%20and%20the%20culture%20of%20learning.pdf. Acesso em: 4 mar. 2022.

BRUNER, Jerome Seymour. **Sobre o conhecimento**: ensaios de mãos esquerda. São Paulo: Phorte, 2008

BRUNER, Jerome Seymour. **Uma nova teoria da aprendizagem**. Rio de Janeiro: Bloch, 1969.

CALLAWAY, Ewen. Beyond Omicron: what's next for COVID's viral evolution The rapid spread of new variants offers clues to how SARS-CoV-2 is adapting and how the pandemic will play out over the next several months. **Nature 600**, p. 204-207, 5 Jan. 2022. Disponível em: https://www.nature.com/articles/d41586-021-03619-8. Acesso em: 30 abr. 2022.

CAMARGO, Fausto; DAROS, Thuinie. **A sala de aula inovadora**: estratégias pedagógicas para fomentar o aprendizado ativo. Porto Alegre: Penso, 2018.

Disponível em: https://curitiba.ifpr.edu.br/wp-content/uploads/2020/08/A-Sala-de-Aula-Inovadora.pdf. Acesso em: 13 abr. 2022.

CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. **Ensino de ciências por investigação**: condições de implementação em sala de aula. São Paulo: Cengage Learning, 2013.

CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. Fundamentos teóricos e metodológicos do ensino por investigação, **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 18, n. 3, 765-794, 2018. Disponível em: https://periodicos.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/4852. Acesso em: 13 abr. 2022.

CARVALHO, Anna Maria Pessoa de *et al*. **Investigar e aprender ciências**. São Paulo: Editora Sarandi, 2014. 5 v.

CARVALHO, Anna Maria Pessoa de *et al*. **Ensino de física**. São Paulo: Cengage Learning, 2010.

CHARNAY, Roland. Aprendendo (com) a resolução de problemas. *In*: PARRA, Cecília. (org.). **Didática da matemática**: reflexões psicopedagógicas. Porto Alegre: Artes Médicas, 1996, p. 36-47.

CHINN, Clark A.; MALHOTRA, Betina A. Epistemologically authentic inquiry schools: a theorical framework for evaluating inquiry tasks. **Science Education**, v. 86, n. 2, p. 175-218, 2002. Disponível em: https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1002/sce.10001. Acesso em: 13 abr. 2022.

CUNHA, Eugênio. **Autismo e inclusão**: psicopedagogia e práticas educativas na escola e na família. 4. ed. Rio de Janeiro: Wak Editora, 2012.

DARWIN, Charles. **A origem das espécies**: ilustrada. São Paulo: Melhoramentos, 1982.

DEWEY, John. **Democracia e educação**: introdução à filosofia da educação. 3 ed. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 1959.

DEWEY, John. **Experiência e educação**. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 1971.

DIÁRIO de Bordo: o que é um diário de bordo *In*: SIGNIFICADOS. [*S. l.*]: Significados, 2022. Disponível em: https://www.significados.com.br/diario-de-bordo/. Acesso em: 2 ago. 2022.

DRIVER, Rosalind; GUESNE, Edith; TIBERGHIEN, Andrée. **Children's ideas in science**. Philadelphia: Open University Press, 1985. Disponível em https://umbrella.lib.umb.edu/discovery/fulldisplay?vid=01MA_UMB:01MA_UMB&tab=Everything&docid=alma995198703503746&context=L&lang=en. Acesso em: 30 abr. 2021.

DUSCHL, Richard A. Research on the history and philosophy of science. *In*: GABEL, Dorothy L. (ed.). **Handbook of research on science teaching and learning**. New York,:MacMillan Publishing Company, 1994, p. p.443-465.

DUSCHL, Richard A. The high school laboratory experience: reconsidering the role of evidence, explanation and language of Science. **Paper commissioned by the National Research Council on the Role of the Laboratory in High School Science**, Aug. 2005. Disponível em: http://www7.nationalacademies.org/bose/RDuschl_comissioned_paper_71204_HSLabs_Mtg.pdf. Acesso em: 30 abr. 2021.

EVOLUÇÃO biológica. [*S. l.*]: Só Biologia, 2008-2022. Disponível em: https://www.sobiologia.com.br/conteudos/Evolucao/evolucao8.php#:~:text=Para%20o%20transformismo%2C%20a%20adapta%C3%A7%C3%A3o,a%20meios%20em%20cont%C3%ADnua%20mudan%C3%A7a.Acesso em: 4 jan. 2022.

FERREIRA, Vinicius. R**ede Genômica Fiocruz detecta alterações inéditas na proteína Spike do Sars-CoV-2**. Rio de Janeiro: Fiocruz, 23 mar. 2021. Disponível em: https://portal.fiocruz.br/noticia/rede-genomica-fiocruz-detecta-alteracoes-ineditas-na-proteina-spike-do-sars-cov-2. Acesso em: 30 abr. 2021.

FRAZÃO, Dilva. **Biografia de Charles Darwin**. Rio de Janeiro: Ebiografia, 2022. Disponível em: https://www.ebiografia.com/charles_darwin/. Acesso em: 2 ago. 2022.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia da indignação**: cartas pedagógicas e outros escritos. São Paulo: UNESP, 2000.

FORNI, Floreal, H.; GALLART, María Antonia; GIALDINO, Irene Vasilachis de. **Métodos cualitativos II**: la prática de la investigación. Buenos Aires: Centro Editor de América Latina,1992. Disponível em: https://www.fceia.unr.edu.ar/geii/maestria/2013/JUANA/tallermetodologia15MIS_Forni_Uni dad_5%20(1).pdf. Acesso em: 4 jan. 2021.

FUTUYMA, Douglas J. **Biologia evolutiva**. 2. ed. Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira de Genética/CNPq, 1992.

GALLART, María Antonia. La integración de métodos y la metodologia cualitativa. *In*. BECK, Ulrich *et al*. **Modernização reflexiva**: política, tradição e estética na ordem social moderna. São Paulo: Unesp, 1997.

GARCÍA, J. E.; ARIZA, Rafael Porlán. Ensino de ciências e prática docente: uma teoria do conhecimento profissional. *In:* HARRES, João Batista Siqueira. (org.). **Ensino de ciências**: teoria e prática docente. Porto Alegre: UNIVATES Editora, Lajeado, 2000. p. 7-42.

GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2009

GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 1991.

GODOY, Arilda Shmidt. Pesquisa qualitativa: tipos fundamentais. **Revista de Administração de Empresas**, v. 35, n. 4, 65-71, 1995.

GÓMEZ, Gregorio Rodríguez; FLORES, Javier Gil; JIMÉNEZ, Eduardo García. **Metodologia de la investigación cualitativa**. Málaga: Ediciones Aljibe, 1999.

HAIR JUNIOR; Joseph *et al*. **Fundamentos métodos de pesquisa em administração**. Porto Alegre: Bookman, 2004.

HARRES, João Batista Siqueira. Epistemologia e modelos didáticos no ensino de ciências. **Revista da Educação - Educação e Ciência e Questões afins**, Porto Alegre, n. 40, ano XXIII, pp. 57-86, abr. 2000.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Cidades**. Rio de Janeiro: IBGE, 2020. Disponível em: https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mg/passabem/panorama. Acesso em: 27 de mar. 2020.

KRASILCHIK, Myriam. **Prática de ensino de biologia**. 4. ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2008.

KRASILCHIK, Myriam. **Prática de ensino de biologia**. 4. ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2004.

KRAWCZYK, Nora. Reflexão sobre alguns desafios do ensino médio no Brasil hoje. **Cadernos de Pesquisa**, v. 41, n. 144, p. 754-771, 2011. Disponível em: https://www.scielo.br/j/cp/a/mq5QhqMxcsdJ9KfDZjqLmtG/abstract/?lang=pt. Acesso em: 27 jul. 2020.

KRASILCHIK, Myriam. Reformas e realidade: o caso do ensino de ciências. **São Paulo em Perspectiva**, v. 14, n. 1, p. 85-93, 2000. Disponível em: https://www.scielo.br/j/spp/a/y6BkX9fCmQFDNnj5mtFgzyF/?format=pdf&lang=pt. Acesso em: 27 de mar. 2020.

KUHN, Thomas S. **A estrutura das revoluções científicas**. 9. ed. São Paulo: Perspectiva, 2005.

LAKATOS, Eva Maria; MARCONI, Marina de Andrade. **Fundamentos de metodologia científica.** São Paulo: Atlas, 2010.

LAKATOS, Eva Maria; MARCONI, Marina de Andrade. **Metodologia do trabalho científico**: procedimentos básicos, pesquisa bibliográfica, projeto e relatório, publicações e trabalhos científicos. São Paulo: Atlas, 2010.

LEITE, Marcelo. Biotecnologias, clones e quimeras sob controle social: missão urgente para a divulgação científica. **São Paulo em Perspectiva**, v. 14, n. 3, 40-46, 2000.

LOPES, Sônia Godoy Bueno Carvalho; ROSSO, Sérgio. **Biologia**: volume único. 3. ed. São Paulo: Saraiva, 2013.

MACHADO, Amália. **O que é pesquisa qualitativa?** Porto Alegre: Acadêmica, 2021. Disponível em: https://www.todamateria.com.br/jean-baptiste-de-lamarck/. Acesso em: 2 ago. 2022.

MAGALHÃES, Lana. **Jean-Baptiste de Lamarck**. Manaus: Toda Matéria, 2022. Disponível em: https://www.academicapesquisa.com.br/post/o-que-%C3%A9-pesquisa-qualitativa. Acesso em: 2 ago. 2022.

MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. **Técnicas de pesquisa**: planejamento e execução de pesquisa, amostragens e técnicas de pesquisa, elaboração, análise e interpretação de dados. 4. ed. atual. São Paulo: Atlas, 1985.

MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. **Técnicas de pesquisa**: planejamento e execução de pesquisa, amostragens e técnicas de pesquisa, elaboração, análise e interpretação de dados. 4. ed. atual. São Paulo: Atlas, 1999.

MAYR, Ernst. **O que é evolução**. Rio de Janeiro: Rocco LTDA, 2009.

MEDEIROS, Amanda. **Docência na socioeducação**. Organização de Cynthia Bisinoto. Brasília: Universidade de Brasília, Campus Planaltina, 2014. Disponível em: http://ens.ceag.unb.br/sinase/ens2/images/Biblioteca/Livros_e_Artigos/Docencia_na_Socioeducacao_versao_eletronica.pdf. Acesso em: 27 de mar. 2020.

MINAS GERAIS. Secretaria Estadual de Educação. **PDP 2005**: módulo 1: Educação em Tempo de Mudanças. Belo Horizonte: SEE, 2005.

MINAYO, Maria Cecília de Souza (org.). **Pesquisa social**: teoria, método e criatividade. 34. ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2013.

MORAN, José. Mudando a educação com metodologias ativas. *In*: SOUZA, Carlos Alberto de; MORALES, Ofelia Elisa Torres (org.). **Mídias contemporâneas**: convergências midiáticas, educação e cidadania: aproximações jovens. Ponta Grossa: PROEX/UEPG, 2015. Disponível em: http://www2.eca.usp.br/moran/wpcontent/uploads/2013/12/mudando_moran.pdf. Acesso em: 14 jul. 2021.

MUNFORD, Danusa; LIMA, Maria Emília Caixeta de Castro. Ensinar ciências por investigação: em que estamos de acordo? **Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 9, n. 1, p. 72-89, jun. 2007. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S198321172007000100089&lng=en&nrm=iso Acesso em: 4 jan. 2021.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Inquiry and the National Science Standards**: a guide for teaching and learning. New York: National Academy Press, 2000.

NÉBIAS, Cleide. Formação dos conceitos científicos e práticas pedagógicas. Interface - **Comunicação, Saúde, Educação**, v. 4, 1999. Disponível em:

https://www.scielo.br/j/icse/a/wB3f5LTHSPSjgqnX4F4zRLy/?format=pdf. Acesso em: 2 ago. 2022.

PASQUARELLI, Bruno Vicente Lippe; OLIVEIRA, Thais Benetti de. Aprendizagem baseada em projetos e formação de professores: uma possibilidade de articulação entre as dimensões estratégica, humana e sócio-política da didática. **Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias**, v.. 12, n. 2, p. 186-203, Jul./Dec, 2017.

ORGANIZAÇÃO PARA A COOPERAÇÃO E DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO; INSTITUTO DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS ANÍSIO TEIXEIRA. **Brasil no PISA 2015**: análises e reflexões sobre o desempenho dos estudantes brasileiros. São Paulo: Fundação Santillana, 2016. Disponível em: https://download.inep.gov.br/acoes_internacionais/pisa/resultados/2015/pisa2015_completo_final_baixa.pdf. Acesso em: 4 jan. 2021.

ORGANIZAÇÃO PARA A COOPERAÇÃO E DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO; INSTITUTO DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS ANÍSIO TEIXEIRA. **Brasil no PISA 2018.** Brasília: Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira, 2020. Disponível em: https://download.inep.gov.br/publicacoes/institucionais/avaliacoes_e_exames_da_educacao_basica/relatorio_brasil_no_pisa_2018.pdf. Acesso em: 4 jan. 2021.

PELLA, M. O. The laboratory and science teaching. *In*: ANDERSEN, Hans O. **Reading in Science Education for the Secondary School**. London: MacMillan, 1969.

PIAGET, Jean. Discours du directeur du Bureau international d" education. *In*: CONFERENCEINTERNATIONALE DE L"INSTRUCTION PUBLIQUE, 3., 1952. Genebra: Bureau international d"education, 1952.

PINTO, Humberto Pessoa. **Crítica ao pragmatismo a partir de uma reflexão sobre o papel da ciência no projeto filosófico de John Dewey**. 2004. Dissertação (Mestrado em Filosofia) -Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2004. Disponível em: https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/87057. Acesso em 04 jan. 2021.

PLANTE, Jessica A. *et al*. Spike mutation D614G alters SARS-CoV-2 fitness and neutralization susceptibility. **Biorxiv**, Sep 2020. DOI: 10.1101/2020.09.01.278689. Update in: Nature.

PROGRAMA NACIONAL DO LIVRO E DO MATERIAL DIDÁTICO - PNLD. **Entenda as competências da BNCC para Ciências da Natureza e suas Tecnologias**. [São Paulo]: Moderna Explica, 2019. Disponível em: https://pnld.moderna.com.br/modernaexplica-em/entenda-as-competencias-da-bncc-para-ciencias-da-natureza-e-suas-tecnologias/. Acesso em: 2 ago. 2022.

RIDLEY, Mark. **Evolução**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2006.

SANDOVAL, William. A. Understanding students' practical epistemologies and their influence on learning through inquiry. **Science Education**, v. 89, n. 4, p. 634-656, 2005.

SANTIAGO, Maria Eliete. **Escola pública de 1º grau**: da compreensão à intervenção. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1990.

SASSERON, Lúcia Helena. **Alfabetização científica no ensino fundamental:** estrutura e indicadores deste processo em sala de aula. 2008. Tese (Doutorado em Educação)- Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

SASSERON, Lúcia Helena; CARVALHO, Ana Maria Pessoa de. Almejando a alfabetização científica no ensino fundamental: a proposição e a procura de indicadores do processo. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 13, n. 3, p. 333-352, 2008.

SAVIANI, Dermeval. **Pedagogia histórico-crítica**: primeiras aproximações. São Paulo: Cortez/Autores Associados, 1991.

SEBARROJA, Jaume Carbonell. **A aventura de inovar**: a mudança na escola. Porto Alegre: Artmed, 2002.

SHAW, Gisele. Os modelos didáticos de licenciandos em ciências da natureza no estágio e as imbricações com suas concepções de natureza da ciência. **Góndola Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias**, v. 13, n. 2, p. 218-235, 2018. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/327255690 _Os_modelos_didaticos_de_licenciandos_em_ciencias_da_natureza_no_estagio_e_ as_imbricacoes_com_suas_concepcoes_de_natureza_da_ciencia. Acesso em: 27 de mar. 2020.

SILVA, Iago Gabriel da. **O labirinto da fauna**: um jogo de tabuleiro como material didático para o ensino de evolução. 2020. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura) - Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Biológicas, Curitiba, 2020.

SLONGO, Ione Ines Pinsson. **A produção acadêmica em ensino de biologia**: um estudo a partir de teses e dissertações. 2004. Tese (Doutorado em Educação)- Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2004.

SPONCHIATO, Diogo. Coronavírus: como a pandemia nasceu de uma zoonose: entenda como o vírus conseguiu migrar de morcegos para seres humanos e se transformou no maior problema da humanidade. **Veja**, 16 set. 2020. Disponível em https://saude.abril.com.br/medicina/coronavirus-pandemia-zoonose/. Acesso em: 30 abr. 2021.

STEM Brasil. [Brasília]: STEM, 2021. Disponível em: https://stembrasil.org/cav/ .Acesso em: 4 dez. 2021.

SURVEY MONKEY. **Como a SurveyMonkey funciona**. [*S. l.*]: Survey, 2022. Disponível em: https://pt.surveymonkey.com/mp/take-a-tour/. Acesso em: 2 ago. 2022.

TOMAÉL, Maria InÍs. *et al*. Avaliação de fontes de informação na Internet: critérios de qualidade. **Informação e Sociedade**, João Pessoa, v. 11, n. 2, p. 13-35, 2001.

TUMELERO, Naína: Pesquisa de campo: conceitos, finalidade e etapas de como fazer. Florianópolis: Mettzer, 2022. Disponível em: https://blog.mettzer.com/pesquisa-de-campo/. Acesso em: 2 ago. 2022.

VERGARA, Sylvia Constant. **Projetos e relatórios de pesquisa em administração**. São Paulo: Atlas, 2005.

VIGOTSKY, Lev Semenovich. **A formação social da mente**: o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores. 2. ed. São Paulo: Martins Fontes, 2003.

VIGOTSKY, Lev Semenovich. **Pensamento e linguagem**. São Paulo: Martins Fontes, 1991.

WALLACE, Alfred Russel. *In:* WIKIPÉDIA: a enciclopédia livre. [San Francisco, CA: Wikimedia Foundation], 2022. Disponível em: https://pt.wikipedia.org/wiki/Alfred_Russel_Wallace. Acesso em: 3 ago. 2022.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **WHO-convened global study of origins of SARS-CoV-2**: China Part: Joint WHO-China study. [New York]: WHO, 14 January-10 February 2021. Disponível em https://www.who.int/publications/i/item/who-convened-global-study-of-origins-of-sars-cov-2-china-part. Acesso em: 30 abr. 2021.

ZABALA, Antoni. **A prática educativa**: como ensinar. Porto Alegre: Editora Artes Médicas Sul Ltda., 1998.

APÊNDICE A - Textos dos alunos

Autor: Daniel Oliveira Costa Ferreira

Professora/colaboradora: Vânia Aparecida Pereira Basílio

Texto: Como um vírus de morcego conseguiu infectar os seres humanos?

https://www.portalvaticano.com.br/noticias/morcego-e-covid-19-saiba-a-relaco-entre-eles

Estamos tentando responder à pergunta: Como um vírus de morcego acabou infectando e causando doença em seres humanos? Para isso levantamos várias hipóteses. A hipótese mais provável é que o vírus sofreu mutação no seu material genético (RNA).

De acordo com as pesquisas realizadas, ocorreram mutações em duas importantes estruturas do genoma do vírus. Uma mutação ocorreu na glicoproteína chamada Spike que é responsável pela infecção do vírus a célula humana. E outra no nucleocapsídeo que é uma estrutura viral formada pela associação do capsídeo com o ácido nucléico do vírus.

Com essas mutações o Coronavírus conseguiu o que ele precisava para poder infectar os seres humanos. O vírus desenvolveu uma modificação na proteína Spike que foi a chave para infectar as células humanas, e então garantir que ele espalhe pelo nosso organismo.

Estas informações possibilitam compreender que o Coronavírus é um vírus de morcego, que não possuía a maquinaria necessária para infectar os seres humanos. Ao longo do tempo o material genético do Coronavírus sofreu mutações, e estas mutações possibilitaram ao vírus infectar e causar doença em seres humanos.

As evidências levantadas corroboram para o entendimento de como ocorreu a infecção do Coronavírus nos seres humanos. É bom ressaltar que não há conclusões fechadas. O que se pode afirmar pelas pesquisas realizadas é que o Coronavírus evoluiu e esta evolução possibilitou sua adaptação no organismo humano.

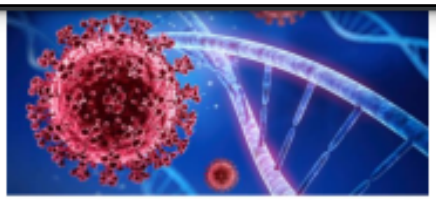
REFERÊNCIAS

BENVENUTO, Domenico *et al*. **Novo coronavírus:** origem e evolução baseadas em estudos filogenéticos. Brasília: Canal Ciência, 20 abr. 2020. Disponível em: https://www.canalciencia.ibict.br/ciencia-em-sintese1/especial-covid-19/353-novo-coronavirus-origem-e-evolucao-baseadas-em-estudos-filogeneticos. Acesso em: 4 jan. 2021.

SPONCHIATO, Diogo. Coronavírus: como a pandemia nasceu de uma zoonose: entenda como o vírus conseguiu migrar de morcegos para seres humanos e se transformou no maior problema da humanidade. **Veja**, 16 set. 2020. Disponível em https://saude.abril.com.br/medicina/coronavirus-pandemia-zoonose/. Acesso em: 30 abr. 2021.

Autores: Autores: Wagner Henrique de Araújo Valadares
Fagner Antônio de Araújo
Professora/colaboradora: Vânia Aparecida Pereira Basílio

Texto: Pandemia do Covid-19, como tudo começou?



https://www.google.com/search?q=muta%C3%A7%C3%A3o+do+coronavirus&tbm=isch&tbs=rl:1&hl=pt-BR&sa=X&ved=2ahUKEwjVm8j10pTyAhUnqlkKHWZgD00Q2-

Texto: Pandemia do Covid-19, como tudo começou?

Vivenciamos atualmente a pandemia de um Vírus, o Coronavírus. Mas você sabe como tudo isso começou? Vamos a uma breve explicação.

Ao observarmos atentamente o meio que nos cerca, percebemos que por mais semelhantes que possam ser os indivíduos de uma população, estes apresentam algumas diferenças entre si. Chamamos estas diferenças de variabilidade.

As mutações, alterações que ocorrem ao acaso no material genético dos seres vivos, provocam o aparecimento de novas características, ou seja, a variabilidade. Estas novas características podem ser vantajosas ou não para a adaptação. O processo de evolução dos seres vivos contribui para variabilidade de uma espécie.

A seleção natural é o processo em que os organismos mais aptos são selecionados pelo meio. Estes sobrevivem e passam suas características aos seus descendentes. Charles Darwin descreve a seleção natural, como a sobrevivência do mais aptos.

De acordo com Darwin, o processo de seleção natural age constantemente. A cada modificação no ambiente, é possível haver indivíduos, antes adaptados, que não suportam as novas condições ambientais.

A teoria de Darwin nos ajuda a entender o que provavelmente ocorreu com o Coronavírus, vírus causador da COVID-19. Segundo informações científicas, este vírus originou-se em morcegos sofreu mutações, passando a infectar os seres humanos.

Vou tentar explicar melhor... O coronavírus conseguiu se adaptar e migrar de uma espécie de hospedeiro para outra, ou seja, de morcegos para seres humanos. Este fenômeno é conhecido como zoonoses, enfermidades transmissíveis entre os animais silvestres e o homem.

O Coronavírus surgiu em animais silvestres, permanecendo nestes por muito tempo, pois, encontraram segurança e ficaram presos. Um erro (mutação) na cópia de seu DNA, fez com que o vírus evoluísse, permitindo-o passar de morcegos para seres humanos.

Esta hipótese pode ser explicada através da seguinte informação: Vírus são estruturas de genes que estão em evolução repentina e constante. Tudo para se adaptar melhor ao hospedeiro e se reproduzir. Na evolução ocasionada pelas frequentes reproduções, eles sofrem mutações que ajudam e ou que atrapalham sua

considerado exitoso, para isso, ele não pode aniquilar rapidamente o hospedeiro e deve ter um bom potencial de transmissão.

Há duas hipóteses sobre a evolução do Coronavirus que o permitiu infectar os seres humanos. Na primeira, o vírus foi entrando em contato aos poucos com a espécie humana e selecionando estratégias para fazer o salto. Na segunda, ele teria vindo mais pronto de um morcego e feito a transmissão interespécie de modo mais acelerado. É provável que o contato do homem com os animais silvestres tenha sido o principal meio de transmissão do vírus.

Sabe-se que Coronavírus já sofreu diversas mutações e tem uma configuração própria para infectar seres humanos. A evolução dos seres vivos não para, e com os vírus não é diferente.

Você ficou confuso? Vou fazer um pequeno resumo para lhe ajudar:

Pandemia é uma situação em que uma doença infecciosa ameaça simultaneamente muitas pessoas pelo mundo. Não tem ligação com a gravidade da doença, mas é caracterizada pela sua abrangência geográfica.

No momento atual vivenciamos a pandemia do COVID-19 que é causada por um microrganismo, um Vírus, o SARS-CoV-2. Segundo dados científicos, este Vírus é originário de um animal silvestre, o morcego. Estudos indicam também que o Coronavírus realizou um salto de animais silvestre (morcegos) até os seres humanos. As mutações ocorridas no RNA do vírus são apontadas como as responsáveis pelo salto interespécies.

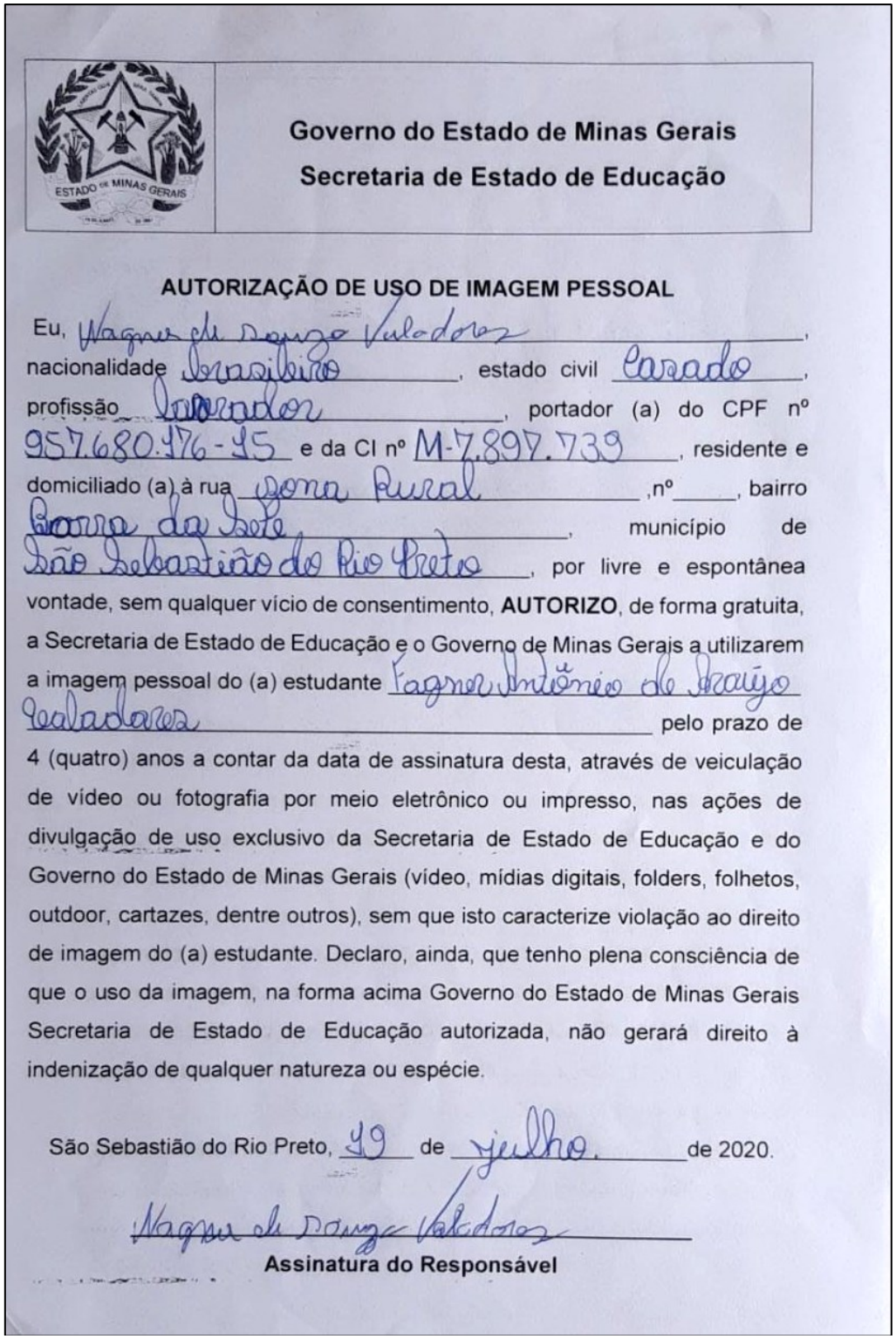
A degradação ambiental que proporcionou uma relação direta entre ser humano e os animais silvestres é apontada como o principal fator que levou a primeira contaminação dos seres humanos pelo Coronavírus

Diante dos conceitos discutidos neste texto, como podemos prevenir de novas zoonoses, como a pandemia do Coronavírus?

REFERÊNCIA

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

APÊNDICE B - Autorização de uso de imagem pessoal



Governo do Estado de Minas Gerais
Secretaria de Estado de Educação

AUTORIZAÇÃO DE USO DE IMAGEM PESSOAL

Eu, Wagner de Souza Valadares, nacionalidade Brasileiro, estado civil Casado, profissão Lavrador, portador (a) do CPF nº 957.680.176-15 e da CI nº M-7.897.739, residente e domiciliado (a) à rua Zona Rural, nº ____, bairro Barra da Sete, município de São Sebastião do Rio Preto, por livre e espontânea vontade, sem qualquer vício de consentimento, **AUTORIZO**, de forma gratuita, a Secretaria de Estado de Educação e o Governo de Minas Gerais a utilizarem a imagem pessoal do (a) estudante Fagner Antônio de Araújo Valadares pelo prazo de 4 (quatro) anos a contar da data de assinatura desta, através de veiculação de vídeo ou fotografia por meio eletrônico ou impresso, nas ações de divulgação de uso exclusivo da Secretaria de Estado de Educação e do Governo do Estado de Minas Gerais (vídeo, mídias digitais, folders, folhetos, outdoor, cartazes, dentre outros), sem que isto caracterize violação ao direito de imagem do (a) estudante. Declaro, ainda, que tenho plena consciência de que o uso da imagem, na forma acima Governo do Estado de Minas Gerais Secretaria de Estado de Educação autorizada, não gerará direito à indenização de qualquer natureza ou espécie.

São Sebastião do Rio Preto, 19 de julho de 2020.

Wagner de Souza Valadares

Assinatura do Responsável

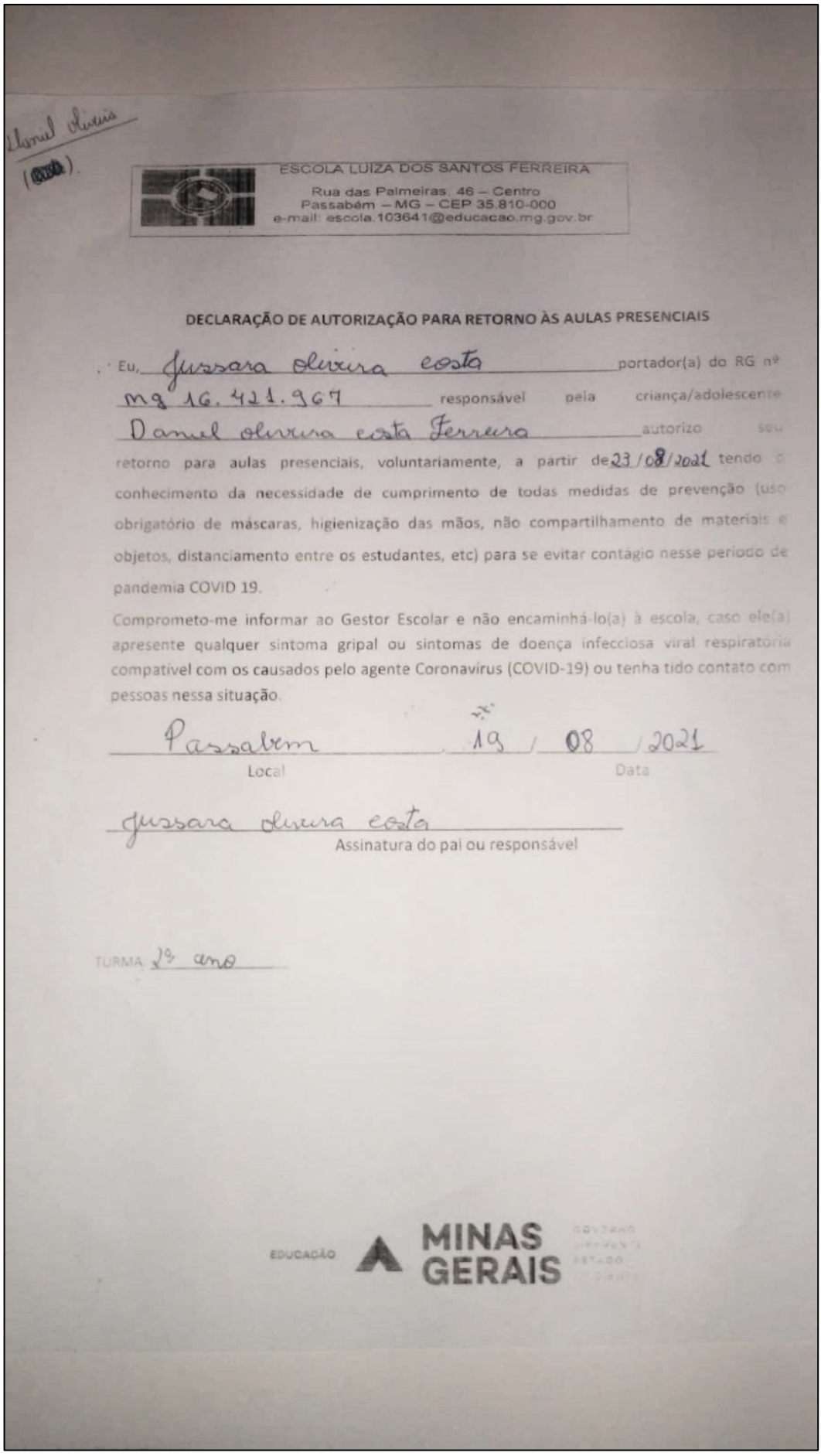
Governo do Estado de Minas Gerais
Secretaria de Estado de Educação

AUTORIZAÇÃO DE USO DE IMAGEM PESSOAL

Eu, Wagner de Souza Valadares, nacionalidade Brasileiro, estado civil Casado, profissão lavrador, portador (a) do CPF nº 957.680.176-15 e da CI nº M-7.997.739, residente e domiciliado (a) à rua Zona Rural, nº____, bairro Barra da Ilha, município de São Sebastião do Rio Preto., por livre e espontânea vontade, sem qualquer vício de consentimento, **AUTORIZO**, de forma gratuita, a Secretaria de Estado de Educação e o Governo de Minas Gerais a utilizarem a imagem pessoal do (a) estudante Wagner Henrique de Araújo Valadares pelo prazo de 4 (quatro) anos a contar da data de assinatura desta, através de veiculação de vídeo ou fotografia por meio eletrônico ou impresso, nas ações de divulgação de uso exclusivo da Secretaria de Estado de Educação e do Governo do Estado de Minas Gerais (vídeo, mídias digitais, folders, folhetos, outdoor, cartazes, dentre outros), sem que isto caracterize violação ao direito de imagem do (a) estudante. Declaro, ainda, que tenho plena consciência de que o uso da imagem, na forma acima Governo do Estado de Minas Gerais Secretaria de Estado de Educação autorizada, não gerará direito à indenização de qualquer natureza ou espécie.

São Sebastião do Rio Preto, 19 de julho de 2020.

Wagner de Souza Valadares
Assinatura do Responsável



Daniel Oliveira
(9 anos).

ESCOLA LUIZA DOS SANTOS FERREIRA
Rua das Palmeiras, 46 – Centro
Passabém – MG – CEP 35.810-000
e-mail: escola.103641@educacao.mg.gov.br

DECLARAÇÃO DE AUTORIZAÇÃO PARA RETORNO ÀS AULAS PRESENCIAIS

Eu, Jussara Oliveira costa portador(a) do RG nº MG 16.421.967 responsável pela criança/adolescente Daniel oliveira costa Ferreira autorizo seu retorno para aulas presenciais, voluntariamente, a partir de 23/08/2021 tendo o conhecimento da necessidade de cumprimento de todas medidas de prevenção (uso obrigatório de máscaras, higienização das mãos, não compartilhamento de materiais e objetos, distanciamento entre os estudantes, etc) para se evitar contágio nesse período de pandemia COVID 19.

Comprometo-me informar ao Gestor Escolar e não encaminhá-lo(a) à escola, caso ele(a) apresente qualquer sintoma gripal ou sintomas de doença infecciosa viral respiratória compatível com os causados pelo agente Coronavírus (COVID-19) ou tenha tido contato com pessoas nessa situação.

Passabém 19 / 08 / 2021
Local Data

Jussara Oliveira costa
Assinatura do pai ou responsável

TURMA 2º ano

EDUCAÇÃO MINAS GERAIS

ANEXO A - Termo de Anuência

ESCOLA LUIZA DOS SANTOS FERREIRA

Rua das Palmeiras, 46 – Centro
Passabém – MG – CEP 35.810-000
e-mail: escola.103641@educacao.mg.gov.br

TERMO DE ANUÊNCIA

Declaramos para os devidos fins que estamos de acordo com a execução do projeto de pesquisa intitulado "METODOLOGIAS ATIVAS MEDIANDO O ENTENDIMENTO DE COMO É CONSTRUÍDO O CONHECIMENTO CIENTÍFICO", a ser desenvolvido pelo professora Vânia Aparecida Pereira Basílio, aluna do Mestrado Profissional em Ensino de Biologia (ProfBio) sob a orientação do professora doutora Andréa Mara Macedo, do Departamento de Bioquímica e Imunologia da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). Para os fins que se fazem necessários, declaramos o apoio desta Escola à iniciativa.

Passabém, 01 de setembro de 2020.

Viviane Oliveira de Sá
619118-3
Diretora

Assinatura e carimbo da direção

Escola Estadual Odilon Behrens
Rua Godofredo Cândido de Almeida, 641 – Centro
São Sebastião do Rio Preto – MG – 35.815-000
Telefone: 31 3867-5100
e-mail: escola.104141@educacao.mg.gov.br

Escola de Tempo Integral

TERMO DE ANUÊNCIA

Declaramos para os devidos fins que estamos de acordo com a execução do projeto de pesquisa intitulado "METODOLOGIAS ATIVAS MEDIANDO O ENTENDIMENTO DE COMO É CONSTRUÍDO O CONHECIMENTO CIENTÍFICO", a ser desenvolvido pelo professora Vânia Aparecida Pereira Basílio, aluna do Mestrado Profissional em Ensino de Biologia (ProfBio) sob a orientação do professora doutora Andréa Mara Macedo, do Departamento de Bioquímica e Imunologia da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). Para os fins que se fazem necessários, declaramos o apoio desta Escola à iniciativa.

São Sebastião do Rio Preto, 10 de maio de 2021.

Dário Marques Campos
Masp: 1138991-3
Diretor

Assinatura e carimbo da direção da Escola

E. E. "ODILON BEHRENS" R045-82
1º e 2º Graus Decreto nº 3838 de 25-07-52 Decreto nº 3938 de 25-07-52, Resolução nº 3893/81 MG 26-02-81 (5ª) Resol. nº 4261/82, MG 12-03-82 (6ª) Resol. Nº 4363/82 MG 13-03-82 (7ª). Resol. nº 4592/83, MG 28-01-83 (8ª). Ensino Médio: Decreto nº 40443, de 30-06-98, Portaria nº 22/2000, MG 19-01-2000.
Rua Godofredo C. de Almeida, 641
F: (31) 3867-5100 - São Sebastião do Rio Preto - MG

ANEXO B - Termo de Assentimento Livre e Esclarecido (TALE)

TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TALE)

(Em atendimento à Resolução 466/12 do Conselho Nacional de Saúde / Ministério da Saúde)

Caro Escolar,

Gostaríamos de convidá-lo e obter o seu consentimento para participar no Projeto de Pesquisa **"**METODOLOGIAS ATIVAS MEDIANDO O ENTENDIMENTO DE COMO É CONSTRUÍDO O CONHECIMENTO CIENTÍFICO", coordenada por Vânia Aparecida Pereira Basílio, professora de Biologia e mestranda do PROFBIO/2020, tendo como objetivo desenvolver uma sequência didática para abordar o Tema: Evolução dos seres vivos, tal estratégia de ensino será utilizada como forma de complementar os estudos ministrados em sala de aula, sendo considerada uma alternativa bastante viável para ampliar o processo de ensino-aprendizagem do respectivo conteúdo. O projeto estará sob a responsabilidade professora doutora Andréa Mara Macedo, do Departamento de Bioquímica e Imunologia da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). A sua participação é voluntária e se dará por meio do preenchimento de questionários, além da participação e realização das seguintes atividades: discussão da temática em rodas de conversa, trabalhos em grupos, observações do cotidiano para responder hipóteses propostas, realização de experimentos ou demonstrações e produção de textos científicos sobre estudo da evolução os seres vivos. Os riscos decorrentes da sua participação serão mínimos, possivelmente por desconforto ou cansaço ao responder o questionário e/ou durante o desenvolvimento das atividades propostas. Porém, esclarecemos que qualquer um desses incômodos pode ser comunicado ao professor responsável para que, em comum acordo, procure a melhor medida para saná-los. Além disso, ressaltamos que a sua vontade em participar da pesquisa será respeitada, por isso, caso opte por não participar, uma atividade alternativa será indicada por seu professor, sem lhe causar qualquer prejuízo. Se depois de consentir a sua participação, você desistir de continuar participando, tem o direito e a liberdade de retirar seu consentimento em qualquer fase do estudo, seja antes ou depois da coleta dos dados, independente do motivo e sem nenhuma penalidade ou prejuízo para você. Você não terá nenhuma despesa e também não receberá nenhuma remuneração. Esclarecemos que em caso de danos provenientes da pesquisa você poderá buscar indenização. Esclarecemos que os dados coletados da presente pesquisa serão armazenados junto a Universidade Federal de Minas Gerais, sob a guarda da coordenadora do projeto até que os dados sejam analisados e publicados, mantendo sob sigilo a sua identidade, a qual não será divulgada que a sua participação é voluntária, o anonimato será sempre mantido, além de poder desistir em qualquer momento da pesquisa, sem quaisquer prejuízos. Em contrapartida, espera-se que com a sua participação, possibilite o desenvolvimento de novas estratégias pedagógicas para a melhoria da qualidade do ensino-aprendizado do conteúdo de Evolução, tornando-o ativo nesse processo. Adicionalmente, a sua participação desenvolverá a capacidade de ser protagonista do

seu próprio aprendizado e desenvolverá o senso crítico, de forma que o conteúdo estudado possa ser contextualizado com suas vivencias cotidianas, entendendo por exemplo que a Evolução é um processo inerente ao todos os seres vivos. Para qualquer outra informação, você poderá a qualquer momento entrar em contato com a orientadora no endereço de e-mail: andrea.mara.macedo@gmail.com.

Consentimento Pós–Informação

Eu,_____

_____fui informado sobre o que a pesquisadora pretende fazer e porque precisa da minha colaboração, e entendi a explicação. Por isso, eu concordo com a minha participação no projeto, sabendo que não há ganho e prejuízo algum e que posso sair quando quiser. Este documento é emitido em duas vias que serão ambas assinadas por mim e pela pesquisadora, ficando uma via comigo e outra com a pesquisadora.

Endereço do(a) participante-voluntário(a)	**Contato de urgência:** Sr(a)
Domicílio: (rua, praça, conjunto):	Domicílio: (rua, praça, conjunto):
_____	_____
Bloco: /Nº:	Bloco: /Nº:
/Complemento:_____	/Complemento:_____
Bairro:	Bairro:
/CEP/Cidade:_____	/CEP/Cidade:_____
_____	_____
Telefone:	Telefone:
_____	_____
Ponto de referência:	Ponto de referência:

Endereço do responsável pela pesquisa: Dra. Andréa Mara Macedo. **Instituição:** Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). Endereço: Av. Antônio Carlos, nº 6627. **Complemento:** Instituto de Ciências Biológicas, Bloco G2, Sala 275 – NEDUCON. **Bairro:** Pampulha. **CEP:** 31270-901, **Cidade:** Belo Horizonte, MG. **Telefones para contato:** (31) 3409-2993

ATENÇÃO: em caso de dúvidas éticas e para informar ocorrências irregulares ou danosas durante sua participação neste estudo, dirija-se ao: Comitê de Ética em pesquisa da Universidade Federal de Minas Gerais: Av. Antônio Carlos, 6627. Unidade Administrativa II - 2º andar - Sala 2005. Campus Pampulha Belo Horizonte, MG - Brasil. Telefone: (31)3409-4592

Belo Horizonte, _____ de _____ de _____.

Assinatura ou impressão datiloscópica do (a) voluntário (a) ou responsável	Nome e Assinatura do(s) responsável(eis) pelo estudo

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)

(Responsáveis - Estudantes de 11 a 17 anos)

(Em atendimento à Resolução 466/12 do Conselho Nacional de Saúde / Ministério da Saúde)

Caro Responsável/Representante Legal:

Gostaríamos de obter o seu consentimento para que seu filho(a)_____ participe do Projeto de Pesquisa **"**METODOLOGIAS ATIVAS MEDIANDO O ENTENDIMENTO DE COMO É CONSTRUÍDO O CONHECIMENTO CIENTÍFICO", coordenada por Vânia Aparecida Pereira Basílio, professora de Biologia e mestranda do PROFBIO/2020, tendo como objetivo desenvolver uma sequência didática para abordar o Tema: Evolução dos seres vivos. Tal estratégia de ensino será utilizada como forma de complementar os estudos ministrados em sala de aula, sendo considerada alternativa bastante viável para ampliar o processo de ensino-aprendizagem do respectivo conteúdo. O projeto estará sob a responsabilidade professora doutora Andréa Mara Macedo, do Departamento de Bioquímica e Imunologia da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). Esclarecemos que a participação do seu (ua) filho (a) é voluntária e se dará por meio do preenchimento de questionários, além da participação e realização das seguintes atividades: discussão da temática em rodas de conversa, trabalhos em grupos, observações do cotidiano para responder hipóteses propostas, realização de experimentos ou demonstrações e produção de textos científicos sobre estudo da evolução os seres vivos. Os riscos decorrentes da participação serão mínimos, possivelmente por desconforto ou cansaço ao responder o questionário e/ou durante o desenvolvimento das atividades propostas. Porém, esclarecemos que qualquer um desses incômodos pode ser comunicado ao professor responsável para que, em comum acordo, procurem a melhor medida para saná-los. Além disso, ressaltamos que a vontade de seu (ua) filho (a) em participar da pesquisa será respeitada, por isso, caso ele (a) opte por não participar, uma atividade alternativa será indicada pelo professor, sem lhe causar qualquer prejuízo. Se depois de consentir a participação, houver desistência em continuar participando, terão o direito e a liberdade de retirar tal consentimento em qualquer fase do estudo, seja antes ou depois da coleta dos dados, independente do motivo e sem nenhuma penalidade ou prejuízo para você. Você não terá nenhuma despesa e também não receberá nenhuma remuneração. Esclarecemos que em caso de danos provenientes da pesquisa você poderá buscar indenização. Informamos que os dados coletados da presente pesquisa serão armazenados junto a Universidade

Federal de Minas Gerais, sob a guarda da coordenadora do projeto até que os dados sejam analisados e publicados, mantendo sob sigilo a identidade, a qual não será divulgada. Em contrapartida, espera-se que com a participação do seu (ua) filho (a), possibilite o desenvolvimento de novas estratégias pedagógicas para a melhoria da qualidade do ensino-aprendizado do conteúdo de Evolução, tornando assim o aluno ativo nesse processo. Adicionalmente, desenvolverá no aluno a capacidade de ser protagonista do seu próprio aprendizado e desenvolverá o senso crítico, de forma que o conteúdo estudado possa ser contextualizado com suas vivencias cotidianas, entendendo por exemplo que a Evolução é um processo inerente ao todos os seres vivos. Para qualquer outra informação, você poderá a qualquer momento entrar em contato com a pesquisadora no endereço de e-mail: andrea.mara.macedo@gmail.com.

Consentimento Pós–Informação

Eu,_____

_____fui informado sobre o que a pesquisadora pretende fazer e porque precisa da colaboração do meu (inha) filho (a), e entendi a explicação. Por isso, eu concordo que o meu (inha) filho (a) participe no projeto, sabendo que não há ganho e prejuízo algum e que poderá sair quando quiser. Este documento é emitido em duas vias que serão ambas assinadas por mim e pela pesquisadora, ficando uma via comigo e outra com a pesquisadora.

Endereço do(a) participante-voluntário(a)	**Contato de urgência:** Sr(a)
Domicílio: (rua, praça, conjunto):	Domicílio: (rua, praça, conjunto):
_____	_____
_____	_____
Bloco: /Nº:	Bloco: /Nº:
/Complemento:_____	/Complemento:_____
Bairro: /CEP/Cidade:_____	Bairro: /CEP/Cidade:_____
_____	_____
Telefone: _____	Telefone:
Ponto de referência:	_____
	Ponto de referência:

Endereço do responsável pela pesquisa: Dra. Andréa Mara Macedo . **Instituição:** Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). Endereço: Av. Antônio Carlos, nº 6627. **Complemento:** Instituto de Ciências Biológicas, Bloco G2, Sala 275 – NEDUCON. **Bairro:** Pampulha. **CEP:** 31270-901, **Cidade:** Belo Horizonte, MG. **Telefones para contato:** (31) 3409-2993 ou 984776784.

ATENÇÃO: em caso de dúvidas éticas e para informar ocorrências irregulares ou danosas durante sua participação neste estudo, dirija-se ao: Comitê de Ética em pesquisa da Universidade Federal de Minas Gerais: Av. Antônio Carlos, 6627. Unidade Administrativa II - 2º andar - Sala 2005. Campus Pampulha Belo Horizonte, MG - Brasil.

Telefone: (31)3409-4592

Belo Horizonte, _____ de _____ de _____.

Assinatura ou impressão datiloscópica do (a) voluntário (a) ou responsável	Nome e Assinatura do(s) responsável(eis) pelo estudo