



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE BIOLOGIA**



EVOLUÇÃO BIOLÓGICA NO ENSINO MÉDIO: ALMANAQUE COMO RECURSO DIDÁTICO

LUCIANA MARIA PINHEIRO VIEIRA

Rio de Janeiro

2022

LUCIANA MARIA PINHEIRO VIEIRA

**EVOLUÇÃO BIOLÓGICA NO ENSINO MÉDIO: ALMANAQUE COMO
RECURSO DIDÁTICO**

Trabalho de Conclusão de Mestrado - TCM apresentado ao Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em Rede Nacional - PROFBIO, do Instituto de Biologia, da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ensino de Biologia.

Área de concentração: Ensino de Biologia

Orientadora: Dr.^a Maria Margarida Pereira de Lima Gomes

Rio de Janeiro

Agosto - 2022

658e Vieira, Luciana Maria Pinheiro
Evolução Biológica no Ensino Médio: almanaque como
recurso didático / Luciana Maria Pinheiro Vieira.
- Rio de Janeiro, 2022.
181 f.

Orientadora: Maria Margarida Pereira de Lima
Gomes.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal do
Rio de Janeiro, Instituto de Biologia, Programa de
Pós-Graduação em Ensino de Biologia em Rede Nacional,
2022.

1. Currículo de biologia. 2. evolução biológica. 3.
almanaque. 4. abordagem investigativa. 5.
conhecimento escolar. I. Gomes, Maria Margarida
Pereira de Lima, orient. II. Título.

Luciana Maria Pinheiro Vieira

EVOLUÇÃO BIOLÓGICA NO ENSINO MÉDIO: ALMANAQUE COMO RECURSO DIDÁTICO

Trabalho de Conclusão de Mestrado - TCM apresentado ao Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em Rede Nacional - PROFBIO, do Instituto de Biologia, da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ensino de Biologia.

Aprovada em: **12 de agosto de 2022**

Assinatura presidente: _____
Nome do(a) orientador(a): Maria Margarida Pereira de Lima Gomes

Assinatura: _____
Nome completo: Thiago Ranniery Moreira de Oliveira
Título: Doutor
Instituição à qual é vinculado(a): Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ)

Assinatura: _____
Nome completo: Rodrigo Cerqueira do Nascimento Borba
Título: Doutor
Instituição à qual é vinculado(a): Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG)

Rio de Janeiro

Agosto - 2022

DEDICATÓRIA

*Dedico este trabalho ao meu marido José Aloisio,
ao meu filho Marcello Flavius, aos meus pais (in
memoriam) e aos que me incentivaram a ir sempre mais
além, nunca desistir!*

AGRADECIMENTOS

A Deus fonte inesgotável de amor, força e proteção.

À minha família pelo apoio incondicional e presença motivadora.

À minha querida orientadora, Dr^a Maria Margarida Pereira de Lima Gomes, pela intensa dedicação e por sempre ter uma palavra de carinho e motivação. A você, toda a minha admiração e gratidão.

À professora Cassia Mônica Sakuragui, pelo carinho, atenção, suporte à turma de Mestrado 2020 em todos os momentos e pela revisão da minha dissertação: muito obrigada!

À Universidade Federal do Rio de Janeiro, ao Programa de Mestrado Profissional em Ensino de Biologia (PROFBIO) e a todos os professores do programa pelos ensinamentos e experiências compartilhados.

À Coordenadora PROFBIO UFRJ Margarete de Macedo Monteiro pela prontidão, atenção e incentivo.

À CPG UFRJ, eleita em novembro de 2021, por me receber tão bem como Representante Discente da turma PROFBIO 2020 nas reuniões realizadas, no qual pude vivenciar e participar das análises e discussões em um ambiente muito colaborativo e acolhedor!

Ao Projeto Fundação Biologia por todos os momentos de aprendizagem, apoio, incentivo e parceria.

À Direção e Coordenação da escola em que a pesquisa foi realizada, a discentes que participaram da pesquisa sem os quais esse trabalho não seria possível.

A todos os meus alunos, do presente e do passado, vocês são minha fonte de inspiração e motivação.

Ao grupo Seis (G6), Carla, Christiano, Cristyani, Janyedja e Patrícia pela parceria nos trabalhos, mensagens de motivação, momentos de descontração e estudo durante o Mestrado.

À amiga Carla pelo incentivo, motivação e pelas palavras de carinho, especialmente durante o processo de produção do TCM.

Às amigas Sheila e Suelen pelo incentivo, prontidão, atenção, disponibilidade e carinho.

Aos colegas de outros polos e ao grupo de representantes que se fizeram presentes, em especial à Cibele (UNICAMP - Representação Discente Nacional) Aline (UERJ- Representação Discente Nacional - Suplente), Mariely (UFJF/JF), Samantha Lewis (Representante Suplente PROFBIO/UFRJ).

À turma PROFBIO 2020 pela parceria, pela confiança em minha Representação Discente, pelos momentos de luta, superação e comemoração.

Ao quadrinista Carlos Ruas por disponibilizar as tirinhas de Biologia para serem utilizadas no produto Educacional e ao Ilustrador Estevão Barbieri que tão bem soube representar minhas ideias em desenhos.

À banca avaliadora por todas as contribuições para esse trabalho.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES pelo apoio ao Programa.

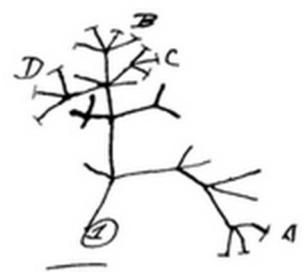
O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) - Brasil - Código de Financiamento 001.



RELATO DA MESTRANDA – TURMA: 2020

Instituição: Universidade Federal do Rio de Janeiro
Mestranda: Luciana Maria Pinheiro Vieira
Título do TCM: Evolução Biológica no Ensino Médio: almanaque como recurso didático
Data da defesa: 12 de agosto de 2022
<p>E de repente me vejo aqui fazendo esse relato e, ao mesmo tempo, um filme se passa em minha mente: uma professora, com seus dezenove anos, entrando em um ônibus, assumindo uma classe multisseriada na zona rural, na Escola Estadual Girassol! Nesse espaço era Diretora, Coordenadora, responsável pela compra dos perecíveis da merenda, a que fazia os relatórios de bens patrimoniais, mapas de merenda e Professora! Ah! Não posso esquecer da dona Geninha, a merendeira querida! Caso fosse relatar tudo, daria um livro, com muitos capítulos.</p> <p>Continuei a jornada, das classes de alfabetização ao Ensino Médio, quanta aprendizagem! E entre uma escola e outra, muitos foram os desafios que me levaram a vivenciar projetos diversos que me incentivaram a estudar, especializar, almejando fazer o melhor possível, buscando apoio de docentes no meio profissional e acadêmico.</p> <p>Entre um diálogo e outro, eis que tenho conhecimento do PROFBIO e o que parecia ser um sonho, torna-se realidade. Assim, o Mestrado Profissional em Ensino de Biologia chegou trazendo desafios, em meio a Pandemia da Covid-19. E os nossos encontros presenciais, às sextas-feiras, foram interrompidos. Em pensar que uma turma que se encontrou presencialmente duas vezes pudesse criar laços remotamente, sendo possível se fazer presente desse jeito! Foi mais um aprendizado!</p> <p>Nesse “andar da carruagem” como diria minha mãe, fui conhecendo pessoas incríveis como as do grupo de extensão de Materiais Didáticos do Projeto Fundação Biologia - UFRJ ao qual fui apresentada pela minha Orientadora do TCM, Maria Margarida Gomes. Você que está lendo consegue imaginar o quão gratificante foi isso? Desse jeito mesmo e mais um pouco...</p> <p>Sendo Representante Discente da turma PROFBIO 2020 em momento pandêmico, o desafio se tornou ainda maior e o “ainda bem que a gente tem a gente”, figurinha constante no grupo da turma, trazia refrigerio junto ao aconchego da querida professora Cássia Mônica Sakuragui que se fez presente em todos os momentos.</p> <p>Certamente, foi desafiante: muitas atividades do curso, estudo para as qualificações, conciliar trabalho, atenções à família, tarefas domiciliares, cobrança interna mesmo, cochilos de cansaço em frente a tela do notebook, mas um sorriso a cada superação e uma bateria recarregada entre um tema e outro, com muita determinação!</p> <p>Dessa forma, o tempo foi passando, embates acontecendo, entre esses a reconstrução do conhecimento sobre abordagem investigativa em sala de aula, troca de saberes com o aprofundamento dos conteúdos da disciplina Biologia, discussões em grupo, apresentações diversas nos encontros remotos e muita parceria entre os discentes.</p> <p>Decerto, o PROFBIO contribui significativamente para o meu “fazer” docente!</p>

I think



“Há grandeza nessa concepção da vida, com suas diferentes forças, tendo sido originalmente criada sob diferentes formas ou sob uma só; e que, enquanto este planeta foi girando em concordância com a constante lei da gravitação, uma infinidade de formas belas e admiráveis se desenvolveram e estão se desenvolvendo a partir de um começo tão simples”.

Charles Darwin – A Origem das Espécies (1859)

RESUMO

EVOLUÇÃO BIOLÓGICA NO ENSINO MÉDIO: ALMANAQUE COMO RECURSO DIDÁTICO

VIEIRA, Luciana Maria Pinheiro. **Evolução Biológica no ensino médio: almanaque como recurso didático**. Rio de Janeiro, 2022. Dissertação de Mestrado submetida ao Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em Rede Nacional - ProfBio, da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Biologia. Rio de Janeiro, 2022

Este estudo aborda a *evolução biológica* como parte integrante do currículo escolar de Biologia do Ensino Médio. O referido tema é constituído por conhecimentos que são, muitas vezes, abordados de forma fragmentada o que contribui para que os estudantes não os compreendam de forma coerente e integrada. Ademais, a temática é muitas vezes permeada por conflitos e equívocos nos contextos do ensino escolar que pode levar a formas de negacionismo e/ou desqualificação dos conhecimentos científicos. Com base nisso, apresenta-se o processo de produção, aplicação e análise de um almanaque que aborda a temática da evolução biológica a partir de atividades que procuram desenvolver a capacidade investigativa dos estudantes. Assumindo esse tema curricular como integrador para a construção do conhecimento biológico foi proposta uma questão orientadora do trabalho: Como um almanaque pode contribuir para a dinâmica de estudo e para a compreensão dos processos de evolução biológica? Considerando a relevância da fundamentação histórica acerca da temática, da influência das pressões seletivas no processo evolutivo, da utilização de estratégias didáticas investigativas que evidenciam as relações evolutivas e da legitimidade dos saberes, são apresentados estudos bibliográficos sobre: (i) a evolução como um eixo para a Biologia escolar destacando também a influência das pressões seletivas no processo evolutivo e a utilização de cladogramas como facilitadores ao entendimento das relações evolutivas entre diferentes grupos de organismos; (ii) os processos de construção dos conhecimentos escolares; (iii) a abordagem investigativa como forma de dinamização das atividades escolares. O material produzido, aplicado e analisado, o almanaque *Evolução em foco* é organizado em atividades que incentivam o aluno a interagir com um de seus personagens, o Darwinilson. Este se apresenta como estudante da turma de ensino médio e vai apresentando as questões investigativas, dialogando com personagens da história evolutiva das Ciências Biológicas. Através das atividades propostas no almanaque, os estudantes vão se tornando protagonistas de seu aprendizado. Dessa forma, esse processo é desenvolvido aos poucos, sendo alicerçado no material didático em tela. As atividades, com embasamento científico, buscam permitir a análise do tema possibilitando a des/re/construção de visões distorcidas e equivocadas em relação ao pensamento evolutivo de forma envolvente, investigativa e divertida. Resultados e análises da utilização das atividades do almanaque por estudantes são apresentados indicando a riqueza de possibilidades e limites desse material nos contextos escolares no ensino de Biologia.

Palavras-chave: Currículo de biologia; evolução biológica; almanaque; abordagem investigativa; conhecimento escolar

ABSTRACT

BIOLOGICAL EVOLUTION IN HIGH SCHOOL: ALMANAC AS A TEACHING RESOURCE

VIEIRA, Luciana Maria Pinheiro. **Evolução Biológica no ensino médio: almanaque como recurso didático.** Rio de Janeiro, 2022. Dissertação de Mestrado submetida ao Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em Rede Nacional - ProfBio, da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Biologia. Rio de Janeiro, 2022

This study addresses the biological evolution as an integral part of the high school biology curriculum. This theme consists of knowledge that is often approached in a fragmented way, which contributes to students not understanding them in a coherent and integrated way. Furthermore, the theme is often permeated by conflicts and misunderstandings in the context of school teaching that can lead to forms of denialism and/or disqualification of scientific knowledge. Based on this, the process of production, application and analysis of an almanac is presented that addresses the theme of biological evolution from activities that seek to develop students' investigative capacity. Assuming this curricular theme as an integrator for the construction of biological knowledge, a guiding question for the work was proposed: How can an almanac contribute to the dynamics of study and to the understanding of the processes of biological evolution? Considering the relevance of the historical foundation on the subject, the influence of selective pressures on the evolutionary process, the use of investigative didactic strategies that evidence evolutionary relationships and the legitimacy of knowledge, bibliographic studies are presented on: (i) evolution as an axis for School Biology, also highlighting the influence of selective pressures on the evolutionary process and the use of cladograms as facilitators to the understanding of evolutionary relationships between different groups of organisms; (ii) the processes of construction of school knowledge; (iii) the investigative approach as a way of stimulating school activities. The material produced, applied and analyzed, the almanac *Evolution in focus*, is organized into activities that encourage the student to interact with one of its characters, Darwinilson. He presents himself as a high school student and presents investigative questions, dialoguing with characters from the evolutionary history of Biological Sciences. Through the activities proposed in the almanac, students become protagonists of their learning. In this way, this process is developed gradually, being based on the didactic material on screen. The activities, with scientific basis, seek to allow the analysis of the theme, enabling the des/re/construction of distorted and mistaken views in relation to evolutionary thinking in an engaging, investigative and fun way. Results and analysis of the use of almanac activities by students are presented, indicating the wealth of possibilities and limits of this material in school contexts in Biology teaching.

Keywords: Biology curriculum; biological evolution; almanac; investigative approach; school knowledge

SUMÁRIO

LISTA DE FOTOGRAFIAS	14
LISTA DE GRÁFICOS	14
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS	15
1 INTRODUÇÃO	16
1.1 OBJETIVOS	24
1.1.2 OBJETIVO GERAL.....	24
1.1.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	24
CAPÍTULO 1 EVOLUÇÃO EM FOCO.....	25
1.1 Um olhar sobre a Teoria da Evolução.....	25
1.2 A Teoria da Evolução e a consolidação da Biologia como Ciência.....	29
1.3 Teoria da Evolução Biológica como tema central e unificador em Biologia.....	36
1.4 Evolução: uso de cladogramas para o ensino.....	38
1.5 Mecanismos básicos de mudança evolutiva.....	40
CAPÍTULO 2 (RE) CONSTRUINDO O CONHECIMENTO.....	44
2.1 Conhecimento escolar: um diálogo entre o conhecimento científico e cotidiano.....	44
2.2 Ensino de Evolução Biológica: entraves e possibilidades.....	46
2.3 Ensino por investigação: uma abordagem diferenciada ao ensino.....	48
CAPÍTULO 3 PERCURSO METODOLÓGICO: CONSTRUINDO O ALMANAQUE.....	51
3.1 Revisitando o passado como fonte de inspiração.....	51
3.2 Entrelaçando emoções, ideias e conhecimentos.....	52
3.3 A construção do almanaque <i>Evolução em foco</i>	53
CAPÍTULO 4 PERCURSO METODOLÓGICO: O ALMANAQUE EM AULAS DE BIOLOGIA.....	57
4.1 A Ética na Pesquisa.....	57
4.2 Local da Pesquisa e público-alvo.....	58

4.3 Levantamento das concepções prévias dos estudantes.....	59
4.4 Aplicação do produto: almanaque <i>Evolução em foco</i>	65
4.5 Avaliação do produto: almanaque <i>Evolução em foco</i>	73
4.5.1 Avaliação pelos alunos do Ensino Médio.....	73
CAPÍTULO 5 REFLEXÕES E PROBLEMATIZAÇÕES EM DIÁLOGO COM O CONHECIMENTO ESCOLAR EM BIOLOGIA.....	76
5.1 Concepções em evidência.....	76
5.2 Problematizações em ação.....	78
5.3 Analisando a construção conhecimento escolar.....	79
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	82
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	85
APÊNDICES.....	91
APÊNDICE A Almanaque <i>Evolução em foco</i> : orientações aos docentes.....	92
APÊNDICE B Almanaque <i>Evolução em foco</i>	121
APÊNDICE C Modelo do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido	160
APÊNDICE D Modelo do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (menor).....	162
APÊNDICE E Termo de Assentimento Livre e Esclarecido.....	164
APÊNDICE F Questionário 1 - Concepções prévias acerca da Evolução	167
APÊNDICE G Questionário 2 - Concepções prévias acerca da Evolução	168
APÊNDICE H Apreciação do Produto/discentes.....	169
ANEXO.....	170
Parecer Consubstanciado do Comitê de Ética em Pesquisa (CEP).....	171

LISTA DE FOTOGRAFIAS

Fotografia 1 – Nuvem de palavras: vocábulos relacionados à evolução – criação discente com mediação docente.....	65
Fotografia 2- Narrativa criada pelos discentes a partir da nuvem de palavras com mediação docente	66
Fotografia 3- Síntese da narrativa pelos discentes com mediação docente	66
Fotografia 4- Almanaque <i>Evolução em foco</i> para as atividades junto aos discentes.....	67
Fotografia 5- Apreciação discente do produto: almanaque <i>Evolução em foco</i>	67
Fotografia 6 - Folha avulsa 1 para respostas às atividades no almanaque <i>Evolução em foco</i>	68
Fotografia 7- Folha avulsa 2 para as respostas às atividades no almanaque <i>Evolução em foco</i>	68
Fotografia 8- Análise, discussão elaboração de hipóteses pelos discentes – atividades no almanaque.....	71
Fotografia 9- Realização das atividades no almanaque <i>Evolução em foco</i> , pelos discentes.....	71

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - respostas dos discentes à afirmativa: <i>A evolução busca a perfeição da espécie</i>	62
Gráfico 2 - respostas dos discentes à afirmativa: <i>O ser humano é a espécie mais evoluída dos seres vivos</i>	63
Gráfico 3 - respostas dos discentes à afirmativa: <i>Macacos e seres humanos possuem ancestrais comuns</i>	63
Gráfico 4 - respostas dos discentes à afirmativa: <i>As espécies são fixas e imutáveis. Permanecem inalteradas desde a Criação</i>	64
Gráfico 5 - respostas dos discentes à pergunta: <i>Evolução biológica: melhoria, ascensão, mudança, progresso?</i>	68
Gráfico 6 - respostas das discentes à pergunta: <i>A evolução sempre favorece os melhores genótipos?</i>	69
Gráfico 7 - Comparação das respostas à pergunta: <i>Evolução Biológica: melhoria, ascensão, mudança, progresso?</i> Antes e depois da realização das atividades no almanaque.....	72
Gráfico 8 - Comparação das respostas à pergunta: <i>A evolução sempre favorece os melhores genótipos?</i> Antes e depois das atividades no almanaque.....	72
Gráfico 9 - Avaliação das atividades apresentadas no almanaque, pelos discentes.....	73
Gráfico 10 - Avaliação das atividades realizadas no almanaque, pelos discentes.....	74
Gráfico 11 - Avaliação discente: <i>A atividade ajudou a entender o assunto trabalhado?</i>	74

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

DNA	Ácido Desoxirribonucleico
BCSC	Biological Sciences Curriculum Study
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CEP	Comitê de Ética em Pesquisa
EI	Ensino por Investigação
EM	Ensino médio
ENEM	Exame Nacional do Ensino Médio
HUCFF	Hospital Universitário Clementino Fraga Filho
NEJA	Núcleo de Educação de Jovens e Adultos
PROEMI	Programa do Ensino Médio Inovador
PROFBIO	Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em Rede Nacional
TALE	Termo de Assentimento Livre e Esclarecido
TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
TCM	Trabalho de Conclusão de Mestrado
UFRJ	Universidade Federal do Rio de Janeiro
URSS	União das Repúblicas Socialistas Soviéticas

1 INTRODUÇÃO

*Quem não planta jardins por dentro, não
planta jardins por fora e nem passeia por eles.
(Rubem Alves)*

Uma vida dedicada à educação. Lá se vão trinta e sete anos e eis que quando penso que estou no término, recomeço e me encontro nos dizeres de Anísio Teixeira¹: “Educar é crescer. E crescer é viver. Educação é, assim, vida no sentido mais autêntico da palavra”² e então, sigo passeando pelos meus jardins e realizando-me com a colheita, nem sempre imediata, mas é possível ver flores em meio aos espinhos que encontro pelo caminho, flores essas que são as sementes que vão aumentar, enriquecendo o jardim e sigo acreditando que há beleza em todas as coisas, desde que se saiba acreditar.

Desde 2010 atuo como docente na disciplina Biologia em Colégio Público da rede Estadual de Ensino no município de Niterói, estado do Rio de Janeiro. Entretanto, iniciei minha profissão docente bem antes, no ano de 1985, atuando em diferentes séries do ensino fundamental e médio. Costumo falar que a cada dia consigo redescobrir a profissão docente junto aos alunos em meio a tantos desafios, seja pela escassez de recursos, pelas dificuldades inerentes a diferentes realidades ou pela falta de valorização e reconhecimento por parte de muitos governantes. Certamente, esse “redescobrir” vem através da convivência diária permeada por muitas emoções na qual o prazer em lidar com vidas é imensurável, desafiante, cativante e, ao mesmo tempo, preocupante, pois é preciso orientar o “voo”, permitindo posturas reflexivas, críticas, investigativas, integradoras e fundamentadas no conhecimento que, quando bem utilizado, auxilia na tomada de decisões sendo capaz de transformar vidas, corroborando para a construção de um mundo melhor.

¹Anísio Teixeira (1900-1971) foi um importante teórico da educação no Brasil. Foi o principal idealizador das grandes mudanças que ocorreram na educação brasileira no século XX. Fez parte do movimento de renovação do ensino chamado de Escola Nova. Disponível em: https://www.ebiografia.com/anisio_teixeira/ Acesso em: 27 jun 2021.

² “O passado é extremamente importante, mas como luz que ilumina o presente e nos ajuda a vê-lo melhor, e a evitar os erros e omissões da experiência anterior”. *Anísio e a Educação Brasileira: da formação intelectual aos projetos para a escola pública, 1924-64-* Disponível em <https://repositorio.ufu.br/bitstream/123456789/23190/1/AnisioTeixeiraEducacao.pdf> Acesso em: 27 jun 2021.

Assim, a busca pela melhor forma de ensinar é contínua, seja através da mediação³ dos processos de aprendizagem partindo da reflexão sobre as diferentes realidades encontradas no espaço escolar, na troca de conhecimentos entre os docentes, no conhecimento de novos métodos de ensino e na aprendizagem contínua através da participação em cursos, palestras, projetos, entre outros. Educar, ensinar, aprender, motivar, construir, desconstruir, reconstruir, investigar, uma infinidade de ações que permeiam o “fazer e ser professora”. É poesia, encanto, desafio; de fato uma magia com momentos de ansiedade e tensões, mas ao mesmo tempo permeado de esperança, determinação e com aquele *feedback* gostoso que vem através das relações interpessoais. O “fazer” docente exige preparo, pesquisa, investigação e muito estudo. Bom é ter segurança na arte de ensinar e buscar conhecimento para que este seja aplicado de forma a propiciar descobertas, reconstruções de saberes, criticidade e autonomia. E assim eu sigo, em um processo contínuo, em busca de poder oferecer e fazer o melhor na área que eu escolhi: profissão docente.

Por tudo isso, buscando esse aprimoramento vi no Mestrado Profissional em Ensino de Biologia (PROFBIO) da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) a oportunidade de realizar um curso com professores de alto nível de conhecimento, certamente essa oportunidade em muito contribuiria para o meu desempenho profissional. A flexibilidade que o PROFBIO ofereceu também foi um atrativo, por ser um curso semipresencial tornou possível essa realização mesmo estando em exercício, ou seja, em regência de turmas em séries do Ensino Médio.

Entretanto, no início do curso fomos surpreendidos pela Pandemia da Covid-19 e todas as suas consequências na vida social. Assim, passamos de um curso com formato semipresencial para o remoto completo. Muitos foram os desafios, mas conseguimos criar laços, compartilhar práticas pedagógicas, desenvolver atividades em grupo entre outras, virtualmente.

Nesse contexto, as minhas quintas-feiras também se tornaram muito prazerosas com a oportunidade de participar do Projeto Materiais Didáticos do Projeto Fundação Biologia - UFRJ. Vivenciei momentos intensos, com muita aprendizagem, discussões, análises e estudo de

³ Considero a mediação como parte da ação docente que busca o envolvimento e a motivação discente frente às atividades de ensino propostas e desenvolvidas para o aprendizado que, muitas vezes, são permeadas de surpresas. Mediar arte, a capacidade de conduzir, com sapiência, o processo que possibilita construções e reconstruções do conhecimento escolar. Mediar, portanto, ensinar.

artigos, oportunidade de participar de atividades educacionais diversas, junto a discentes da graduação e docentes de outras unidades escolares, sob a coordenação da Orientadora do Trabalho de Conclusão de Mestrado (TCM).

Certamente, os momentos descritos fizeram “amadurecer” a temática do TCM: *Evolução Biológica no Ensino Médio: almanaque como recurso didático*.

E por que essa temática seria relevante? Ora, em minha atuação no ensino médio percebo a dificuldade dos discentes em relação à integração de conteúdos em Biologia na qual a abordagem memorística e fragmentada está presente, com pouca ou nenhuma conexão evolutiva. Observando também equívocos⁴ quanto ao significado de evolução biológica em que, muitas vezes, está associada à ideia de progresso.

Logo, considerando a importância da evolução como eixo integrador de conteúdos de ensino da Biologia escolar busquei desenvolver um produto educativo: um almanaque com viés investigativo, com atividades mediadas por “atores” da história evolutiva.

Como aporte teórico, foi relevante ler e compreender sobre como a Biologia se consolidou enquanto ciência, tendo como determinante a Teoria da Evolução. Ao mergulhar nessa essência e no pensamento biológico da antiguidade pode-se verificar como o conhecimento foi construído, o que é fascinante! Quando mergulhamos na história das ciências percebemos que ela é permeada por desafios, possibilidades e limitações. Ora, todo ser humano é passível de erros e acertos, então, torna-se necessário desmistificar a visão dos cientistas como gênios, impossibilitados de errarem, sendo inquestionáveis no espaço de pesquisa. Isso é primordial para que os discentes tenham um novo olhar sobre a compreensão do “fazer” ciência.

Ademais, dialogar com diversos autores ao longo do processo de construção do TCM possibilitou o “repensar” da minha prática pedagógica por meio do viés investigativo partindo da questão problematizadora: “Como um almanaque pode contribuir para a dinâmica de estudo e para a compreensão dos processos de evolução biológica?”

⁴ É relevante considerar que há dinâmica no conhecimento científico, ele não é estático, o que é perceptível na história da ciência, na qual equívocos também foram cometidos. Assim, “no fundo, o ato de conhecer dá-se contra um conhecimento anterior [...]” (BACHELARD, 1996, p. 17). Considero que a tensão entre saberes científicos e cotidianos, portanto, é essencial à reconstrução do conhecimento. Desse modo os conhecimentos prévios dos estudantes, aqui designados por equívocos, são parte da elaboração do conhecimento escolar.

Diversos almanaques estiveram presentes na minha fase infanto-juvenil proporcionando prazer através de uma leitura envolvente e descontraída. As histórias narradas, os personagens engraçados e a temática diversificada contendo também conhecimentos teóricos de intelectuais, ideias educacionais e propagandas me conduziram a uma aprendizagem contextualizada e significativa.

Um conjunto de páginas, hoje frágeis e amareladas pela ação do tempo, que contém informações e conhecimentos variados, como aspectos históricos, econômicos, culturais, poesias, literatura, biografias, anedotas, receitas, conselhos, calendários, astrologia, jogos, passatempos, curiosidades, informações sobre as transformações tecnológicas, propagandas e charadas. Esses são os almanaques. Neles, uma diversidade de conhecimentos de todos os tipos, é agrupada em edições anuais. Os almanaques, pela sua diversidade e pluralidade, representam importantes fontes para o estudo da história cultural e social, mas, muitas vezes são “esquecidos, ignorados ou até desprezados”. (BROTEL, 2001, p. 17)

Inspirada por essas boas memórias de aprendizado, imaginei o produto com essa característica envolvente, contendo conhecimentos de Biologia conectados a um eixo integrador: a evolução biológica.

Através das atividades propostas, determinados conteúdos de Biologia do ensino médio poderiam ser “redescobertos” a partir de uma abordagem investigativa, possibilitando a sua análise no espaço escolar, com confronto de saberes, respeitando os diversos posicionamentos, mas promovendo a (re)construção do conhecimento acerca da evolução com embasamento científico, pois:

Caso salientemos o caráter pluralista da cultura, a possibilidade de convivermos com diferentes conhecimentos aplicáveis a diferentes contextos podemos compreender a escola como capaz de se mover na perspectiva de uma formação diversa. Nem sempre caberá à cultura erudita a definição dos valores culturais, nem sempre caberá à cultura popular tal definição; assim como nem sempre caberá ao conhecimento científico e/ou erudito fornecer-nos respostas, nem sempre caberá ao conhecimento cotidiano o direcionamento das ações. Não se trata, portanto, de fazer do conhecimento escolar a síntese entre conhecimento científico e conhecimento cotidiano, ou mesmo a "ponte" capaz de aproximá-los. Ao contrário, admitir a diversidade de conhecimentos sem hierarquizações absolutas faz da escola claramente um campo de expressão dos embates entre diferentes saberes. Para haver socialização do conhecimento científico e/ou erudito, deve haver constrangimento do conhecimento cotidiano, acarretando sua modificação. Por outro lado, para questionarmos o caráter ideológico do conhecimento científico e/ou erudito, precisamos expressar o fato de este não se referir aos únicos saberes possíveis. De tal forma que, como objetivo central, tenhamos o processo de crítica às concepções dominantes que sustentam as relações de poder coercitivo e os mecanismos de opressão. (LOPES, 1997, p. 109 - 110)

Desse modo, a autora enfatiza que a escola é permeada por diferentes saberes, expressos em sua diversidade, que contribuem para a construção do conhecimento escolar, não cabendo oposições entre diferentes culturas, mas possibilidades de (re)contextualização.

Portanto, o embate de saberes contribui para a ressignificação do conhecimento considerando que

existem três requisitos essenciais para a aprendizagem significativa: a oferta de um novo conhecimento estruturado de maneira lógica; a existência de conhecimentos na estrutura cognitiva que possibilite a sua conexão com o novo conhecimento; a atitude explícita de apreender e conectar o seu conhecimento com aquele que pretende absorver. (TAVARES, 2003, p. 56)

Refletindo sobre as palavras do autor, é relevante perceber a evolução como eixo integrador de conteúdos em campos de estudo como a zoologia, microbiologia, a bioquímica celular e molecular, botânica, entre outros. Através da análise filogenética é possível evidenciar a história evolutiva das espécies.

Segundo Meyer & El-Hani (2005) na comunidade científica é inegável a percepção de que o pensamento evolutivo corrobora para a compreensão de diversas áreas das Ciências Biológicas, sendo fundamental à compreensão dos fenômenos da vida. Para esses autores “não é apropriado tratar a evolução como somente mais um conteúdo a ser ensinado, lado a lado com quaisquer outros conteúdos abordados nas salas de aula de Biologia, na medida em que as ideias evolutivas têm um papel central, organizador do pensamento biológico” (p. 10).

Dessa forma, ao mergulhar na história das Ciências e analisar o percurso acerca das concepções das teorias evolutivas tendo o fator tempo como elemento preponderante ao estudo, favorecemos a contextualização e a integração de conteúdos fundamentais para compreensão da Biologia como um todo.

Ademais, “a Teoria Sintética da Evolução é considerada a teoria mais unificadora dentre todas as teorias biológicas. Antes dela, as diversas áreas das ciências biológicas eram independentes, reunidas fragmentariamente na chamada História Natural. Foi a partir desta teoria que surgiu a Biologia com o seu estatuto e paradigmas unificadores como Ciência” (DIAS & BERTOLOZZI, 2009, p. 5).

É fato que a obra “A Origem das Espécies”, publicada em 1859, contemplou a biologia em sua essência: a ideia de que todos os seres vivos têm ancestrais em comum, “na árvore da

vida, sucessivos eventos de ramificação representam o surgimento de novas espécies a partir das preexistentes” (MEYER & EL-HANI, 2005, p. 25).

Entretanto, embora a teoria Darwiniana defendesse que as mudanças em um organismo pudessem proporcionar melhor sobrevivência e reprodução, sendo transmitidas entre gerações e fixadas na população, não soube explicar como ocorria a transmissão entre gerações, o que corroborou para que a mesma fosse ofuscada por décadas, período no qual as teorias contrárias às ideias de Darwin voltaram a repercutir. Huxley (1942) utilizou o termo *eclipse do Darwinismo* para descrever esse período.

Estudos evolutivos tornaram-se cada vez mais uma mera coleção de casos reais ou hipotéticos de adaptações. O Darwinismo do final do século XIX assemelhava-se à escola de Teologia Natural do início do século XIX [...]. Havia pouco contato das especulações evolutivas com os fatos de citologia e hereditariedade ou com qualquer experimentação real. (Huxley, 1942, p. 23)

Nesse contexto, ao nos depararmos com os equívocos e resistências ao lidar com a temática evolução nos contextos escolares e fazermos uma retrospectiva evolutiva verificamos que tais atitudes estiveram presentes, caracterizando um campo de disputas contínuo no qual o caráter investigativo subsidiou os atores da evolução considerando os limites do aparato científico da época. Ademais, as questões religiosas, o negacionismo científico, as representações aleatórias influenciam os modos como as pessoas compreendem os conhecimentos relacionados à evolução. Conforme retratado por Alteres e Alteres (2001) a teoria da evolução biológica é um tema considerado controverso, profundamente influenciada por equívocos que são passados ao longo das gerações e que são diferentes do consenso científico.

Existem também as divergências conceituais relacionadas ao entendimento do significado de evolução biológica,

Segundo Futuyma (1992), a natureza mecanicista, absolutamente impessoal, dos processos de evolução parece ser muito difícil de compreender - para aqueles que acreditam que todas as coisas existem para um propósito - que significados têm sido frequentemente encontrados na Evolução Biológica que nem Darwin, nem os modernos biólogos evolutivos imaginaram. Alguns igualam Evolução Biológica com “progresso” das formas de vida inferiores às superiores, mas é impossível definir quaisquer critérios não arbitrários pelos quais o progresso possa ser medido. A própria palavra “progresso” implica direção, se não mesmo o avanço em direção a um objetivo, mas nem direção nem objetivo são fornecidos pelos mecanismos de Evolução Biológica. Muito menos, apesar das concepções populares, a Evolução Biológica pode ser concebida como “progresso”. Isso era tão evidente para Darwin que ele

escreveu, em seu caderno de notas, "nunca dizer superior ou inferior" em referência às diferentes formas de vida, ainda que nem sempre ele seguisse sua própria admoestação. (FUTUYMA 1992, apud CARNEIRO & ROSA, 2003, p. 2- 3)

Decerto, equivocadamente, a espécie humana é considerada por muitos, o ápice da Evolução. No entanto, todas as espécies atuais estão no auge da sua própria evolução e são igualmente referenciais para critérios de progresso (ARAÚJO, 1992).

Logo, no contexto das discussões que permeiam as contradições entre conhecimentos científicos e outros conhecimentos sociais e culturais

é preciso levar em conta que todo processo de saber é resultado de um processo de construção de conhecimento. Por isso, dominar conhecimentos não quer dizer apenas apropriação de dados objetivos pré-elaborados, produtos prontos do saber acumulado. Mais do que dominar os produtos, interessa aos alunos compreender que estes são resultantes de um processo de investigação humana. Assim, trabalhar o conhecimento no processo formativo dos estudantes significa proceder à mediação entre os significados do saber no mundo atual e aqueles dos contextos nos quais foram produzidos. Significa explicitar os nexos entre a atividade de pesquisa e seus resultados, portanto instrumentalizar os alunos no próprio processo de aprendizagem. (DELIZOICOV, ANGOTTI, PERNAMBUCO, 2002 apud ROSA, 2013, p. 220)

Considerando o exposto, os saberes precisam ser dialogados e intercruzados analisando o contexto em que foram produzidos no qual o fator tempo é elemento significativo. A problematização e a mediação no processo de pesquisa corroboram para a (re)construção do conhecimento.

O trabalho aqui apresentado está organizado em cinco capítulos. No primeiro capítulo procuro enfatizar a concepção da Teoria da Evolução, o entrelaçamento das ciências e a fundamentação científica necessárias ao reconhecimento das Ciências Biológicas como autônoma, assim como o surgimento da Biologia como componente disciplinar que veio unificar as áreas das Ciências Biológicas, destacando também a importância do enfoque filogenético para uma visão integrada do processo evolutivo, no qual “a Sistemática não se apoia sobre a morfologia em particular, mas sobre uma base de dados morfológicos, moleculares, fisiológicos, histoquímicos, comportamentais etc” (AMORIM, 2008, p. 129).

Dessa forma, os cladogramas são estratégias diferenciadas no ensino de evolução no qual são evidenciadas as relações de parentesco entre os seres vivos. Sob o ponto de vista

evolutivo são ferramentas que possibilitam uma visão integrada com a percepção da conexão entre os seres vivos.

Já no segundo capítulo apresento as relações entre os conhecimentos cotidiano, científico e escolar e a mediação através do ensino por investigação, considerando que o conhecimento científico não é o único e que, certamente, o discente traz para a escola as concepções sobre evolução.

À comunidade científica cabe a construção do novo conhecimento, a busca pelo desconhecido, a retificação do já sabido. A comunidade escolar, ao contrário, trabalha com a aceitação prévia do conhecimento produzido em outras instâncias e tem por objetivo torná-lo ensinável, acessível ao nível de compreensão do estudante. (LOPES, 1997, p. 52)

Assim sendo, a confrontação entre o conhecimento científico e cotidiano é essencial, pois é através do entrecruzamento entre eles e da sua (re)contextualização pedagógica que o conhecimento escolar é construído. É na prática pedagógica que se estabelece um diálogo com espaço para questionamentos, possibilitando o intercâmbio de saberes e proporcionando a (re)construção através do embate entre os conhecimentos, considerando as suas identidades.

Nesse sentido, para que ocorra a (re)construção do conhecimento escolar é necessária a participação ativa do professor como mediador junto ao estudante, pois:

[...] cabe ao professor o papel de mediar o acesso às linguagens e significados produzidos, antes, no âmbito científico, cujas conceitualizações, dialogicamente articuladas com conhecimentos dos estudantes, precisam “romper com o senso comum” (SANTOS, 2003), romper com “a impressão primeira” (BACHELARD, 1996), permitindo que os estudantes reinterpretem, à luz da ciência, as situações reais do cotidiano. (SANGIOGO; ZANON, 2014, p. 159)

Em seguida, no terceiro capítulo mostro a estrutura temática do produto desenvolvido com reflexões acerca do significado de evolução biológica com abordagem de conteúdos evidenciando a variação genética no processo evolutivo e as forças seletivas, sendo as atividades mediadas por “atores” da história evolutiva como Lamarck, Darwin, Wallace e Mendel, tendo como protagonista o discente que é estimulado por um personagem que auxilia no desenrolar da narrativa, ocupando também a posição de membro da equipe de pesquisa.

Dando prosseguimento, no quarto capítulo trato os procedimentos metodológicos da pesquisa: onde e como serão abordadas as questões da pesquisa, os aspectos éticos envolvidos e a descrição do percurso metodológico.

No quinto capítulo apresento as reflexões acerca do conhecimento escolar em Biologia a partir do embate entre os conhecimentos científico e cotidiano enfatizando as problematizações presentes no produto: almanaque *Evolução em foco*.

E concluindo, são traçadas as considerações finais com uma análise de todo o processo da pesquisa, seus resultados e as relações com as metodologias utilizadas. Retomam-se os objetivos e as questões iniciais de pesquisa, relacionando-os com os resultados apresentados e discutidos.

Enfim, o almanaque *Evolução em foco* como estratégia didática, com abordagem investigativa cuja temática integra conteúdos em Biologia.

1.1 OBJETIVOS

1.1.2 Objetivo Geral

- Compreender como um almanaque produzido para o ensino de evolução biológica pode orientar a dinamização de práticas educativas na disciplina escolar Biologia.

1.1.3 Objetivos Específicos

- Aprofundar os estudos e análises sobre a Teoria da Evolução, tendo como referências obras literárias e artigos científicos relacionados tanto ao campo da Biologia como ao universo dos currículos escolares que abordam a temática.

- Produzir atividades pedagógicas privilegiando o ensino investigativo por meio do almanaque *Evolução em Foco*.

- Aplicar as atividades produzidas e analisar seus resultados buscando compreender como os estudantes aprendem as relações entre a evolução e os processos de mudança ao longo do tempo.

CAPÍTULO 1 EVOLUÇÃO EM FOCO

1.1 Um olhar sobre a Teoria da Evolução

Em 1859, Charles Darwin (1809–1882) publicou uma das mais importantes obras da Ciência, “A Origem das Espécies”, que “exerceu grande influência sobre o pensamento moderno, modificando radicalmente as concepções até então vigentes acerca da natureza do mundo” (MAYR, 2005 apud SOUZA; DORVILLÉ, 2014, p.1855) e que até hoje é utilizado como uma base do estudo da evolução.

No entanto, cabe aqui ressaltar a participação reconhecida e fundamental de Alfred Russel Wallace (1832-1913), visto que há registros de que ambos chegaram de forma independente e simultânea, à concepção de Seleção Natural.⁵

De fato, considerando a época em que ocorreu a publicação sobre a ideia da evolução por seleção natural, Wallace realmente poderia ter sido o pioneiro, entretanto, talvez por insegurança e pelo desejo de obter a aprovação de Darwin, não o fez. As críticas eram esperadas e teria que enfrentá-las. Assim, devido a sua postura despretensiosa e simples, corroborou para ter o papel secundário, o que já seria gratificante para ele (RUMJANEK, 2008).

Com a publicação de “A Origem das Espécies” a ideia de ancestralidade comum e seleção natural foram lançadas. Os indivíduos que tivessem as características mais adaptadas às condições ambientais estariam mais aptos à sobrevivência e, conseqüentemente, essa vantagem poderia estar presente nas linhagens descendentes.

Considerando a variedade entre indivíduos de uma população com muitos descendentes, no qual muitos morrem antes de chegarem à fase adulta, na maioria das vezes, é surpreendente verificar como Darwin e Wallace constataram o mecanismo de seleção natural sem saberem como as características hereditárias eram transmitidas entre as gerações e como estas poderiam favorecer a sobrevivência da espécie. Embora sendo contemporâneos de Gregor Mendel, ambos desconheciam suas pesquisas acerca da hereditariedade ou sobre a molécula de

⁵ Segundo Papavero & Santos (2014) Em carta escrita por Darwin, em 18 de junho de 1858, ao seu amigo geólogo britânico Charles Lyell (1797-1875) Darwin fala do recebimento de uma carta e manuscrito de Alfred Wallace Russel no qual ele revela suas descobertas acerca da seleção natural. Tal fato deixou Darwin surpreso e ao mesmo tempo atônito, devido a tamanha coincidência impressionante. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbh/a/G6z3gmqHCJPXzxmTNj8mQP/?lang=pt&format=pdf> Acesso em: 15 jan 2022.

DNA, que só foi descoberta em 1953. Darwin e Wallace já previam em sua Teoria esse mecanismo, mas não conseguiram mostrar como isso, acontecia (FUTUYMA, 2002).

Ao retornar de sua viagem de cinco anos pelo mundo, a bordo do HMS Beagle, em 1837, com apenas vinte e oito anos e trazendo uma grande coleção de plantas, fósseis e insetos, Darwin rascunhou a *árvore da vida* onde evidenciou a ancestralidade comum, destacando também as espécies extintas: “Sob a figura de uma grande árvore (...) os ramos e os gomos representam as espécies existentes; os ramos produzidos nos anos precedentes representam a longa sucessão das espécies extintas” (DARWIN, 2004, p. 140).

Certamente, Darwin revolucionou o século XIX com suas teses e seu raciocínio genial.

O que fez de Darwin um grande cientista e um intelectual tão inovador? Era um observador soberbo, dotado de uma curiosidade insaciável. Nunca aceitava nada sem explicação e sempre queria saber o porquê das coisas. Por que a fauna das ilhas é tão diferente daquela encontrada no continente mais próximo? Como surgem as espécies? Por que os fósseis da Patagônia são tão parecidos com a biota atual de lá? Por que cada ilha em um arquipélago tem suas próprias espécies endêmicas e mesmo assim elas são muito mais semelhantes entre si do que em relação a espécies correlatas em regiões mais distantes? Foi esta capacidade de observar fatos interessantes e formular perguntas apropriadas que permitiu a Darwin fazer tantas descobertas científicas e desenvolver tantos conceitos originais. (MAYR, 2009, p.31)

Considerando a argumentação baseada na lógica e na interpretação, sem evidência direta “Darwin hipotetizou que a causa da evolução é a seleção natural agindo sobre a variação hereditária” (FUTUYMA, 2009, p.11).

Ao defender a teoria da descendência com modificação⁶, Darwin confrontou a ideia do fixismo, posicionamento aceito pela maioria dos naturalistas da época. Ora, quando sua teoria foi publicada ou mesmo antes, no período em que estudava, a maioria dos professores da Universidade de Cambridge eram anglicanos. Estes condenavam a evolução, admitiam a criação e o fixismo em que as espécies eram tidas como fixas e imutáveis. Embora fosse submetida ao governo, a Igreja Anglicana controlava o Sistema Educacional do país (DESMOND & MOORE, 1995, p. 53; BIZZO, 2002, p. 56; CARMO, 2006, p. 8).

⁶ De acordo com Carneiro Leão (2001, p. 142) Darwin preferia o termo evolução em favor do termo descendência com modificação, pois não se sentia à vontade com a noção de progresso ou com a ideia de estruturas orgânicas “superiores” e “inferiores”, uma vez que cada organismo se adapta bem a seu meio ambiente como o homem ao seu. Disponível em: <https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/ecos/article/view/8643109> Acesso em: 15 jan 2022

A teoria evolucionista causou grande impacto ao ser divulgada, “a filosofia inerente ao discurso de Darwin trazia em seu bojo concepções muito ameaçadoras aos valores e doutrinas teológicas então predominantes” (CARVALHO, 2005, p. 18). Mayr (1998, p.29) afirma que “nada assinalou de modo mais definitivo a emancipação da ciência em face da religião e da filosofia do que a revolução darwiniana”. Segundo Bossa (2007) o homem também passou a ser nivelado com os demais seres vivos, deixou de ter um status especial, sendo colocado no quadro da evolução biológica, abolindo a linha divisória entre ciências naturais, humanas ou sociais.

A ideia de evolução criou controvérsia, mais na esfera popular do que entre os naturalistas. A evolução parecia contradizer a Bíblia, na qual é indicado que os vários tipos de seres vivos foram criados separadamente. Os termos evolução e seleção natural foram impactantes a crenças religiosas.

Mas, a ideia de que os organismos poderiam se transformar através dos tempos surgiu, inicialmente, através de Jean Baptiste Pierre Antoine de Monet (1744-1829), o cavaleiro de Lamarck, que no início do século XIX defendia que todas as espécies, incluindo o *Homo sapiens*, originavam-se de outras pré-existentes. Ao publicar sua obra “Filosofia Zoológica”, Lamarck apresentou sua teoria defendendo que os seres vivos poderiam apresentar melhoramento constante e que as características eram adquiridas pela adaptação ao ambiente:

O trabalho crucial foi o seu *Philosophie Zoologique* (1809) no qual argumenta que as espécies mudam ao longo do tempo e transformam-se em outras espécies. O modo pelo qual ele imaginava que as espécies mudavam diferia de maneira importante das ideias de Darwin ou da moderna evolução. Os historiadores preferem a palavra contemporânea “transformismo” para descrever as ideias de Lamarck. [...] Lamarck supunha que as linhagens de espécies persistiam indefinidamente, mudando de uma forma para outra; no seu sistema, as linhagens não se ramificavam nem se extinguíam. [...] O principal mecanismo era uma “força interna” – algum tipo de mecanismo desconhecido no interior do organismo que o levava a produzir uma prole levemente diferente de si próprio. Assim, quando as mudanças se tivessem acumulado ao longo de muitas gerações, a linhagem estaria visivelmente transformada, talvez o suficiente para tornar-se uma nova espécie. O segundo mecanismo de Lamarck (e possivelmente o de menor importância para ele) é aquele pelo qual ele é lembrado hoje: a herança de caracteres adquiridos [...] Lamarck sugeriu que uma espécie poderia ser transformada se essas modificações adquiridas individualmente fossem herdadas pela progênie do indivíduo. Em sua famosa discussão sobre o pescoço da girafa, ele argumentou que as girafas ancestrais haviam se esticado para atingir folhas mais altas nas árvores. O esforço fez com que seus pescoços se tornassem levemente maiores. Seus pescoços mais longos foram herdados pela sua prole, o qual iniciou sua vida com uma propensão a ter pescoços mais longos do que o de seus progenitores. Depois de muitas gerações de alongamento de pescoço, o resultado foi o que vemos hoje. Lamarck descreveu o processo como sendo

determinado pelo “esforço” da girafa, e ele frequentemente descrevia os animais com “desejando” ou “querendo” mudanças em si próprios. A sua teoria foi, por isso, muitas vezes caricaturada, pois sugeria que a evolução acontecia de acordo com a vontade do organismo – somente com alguma flexibilidade no desenvolvimento individual e a herança dos caracteres adquiridos. (RIDLEY, 2006, p. 31- 32)

O modelo de evolucionismo de Lamarck era criacionista evolucionista, mesmo sendo hoje um modelo considerado frágil, Lamarck tem o grande mérito de ter questionado o conceito fixista das espécies (AMORIM, 2008). Lamarck merece respeito como primeiro cientista que advogou pela evolução e tentou apresentar um mecanismo para explicá-la (FUTUYMA, 2002).

Ademais, com os avanços da Biologia Evolutiva, a epigenética⁷ evidencia que mudanças ambientais podem ativar e/ou desativar genes induzindo padrões de expressão gênica que podem ser transmitidas aos descendentes, logo, Lamarck não estaria tão equivocado ao postular que alterações morfológicas são reflexos de atividades internas nos organismos em resposta às alterações ambientais (BARBOSA, *et al*, 2018).

Dessa forma, cabe ressaltar que a ciência não é estática e a busca pelo conhecimento, fundamentada no método científico, é contínua no qual as inovações tecnológicas viabilizam uma análise que vai além do que olhos podem enxergar.

Ao longo do tempo, as “evidências se tornaram tão esmagadoras que os biólogos não mais se referem a evolução como uma teoria, e sim consideram-na um fato [...]” (MAYR, 2008, p. 242). Entretanto, conflitos entre a fé e a razão, criação e evolução perduram na contemporaneidade. Um desses equívocos é quanto ao significado do termo evolução que, muitas vezes, está associado a progresso, mas evolução significa mudança, seja na forma como no comportamento dos organismos ao longo das gerações. Darwin relutou em usar o termo evolução, usava a expressão “descendência com modificação”. Harrison apud RIDLEY (2006,

⁷ Para Fantappiè (2013) “A epigenética é definida como modificações do genoma que são herdadas pelas próximas gerações, mas que não alteram a sequência do DNA. Por muitos anos, considerou-se que os genes eram os únicos responsáveis por passar as características biológicas de uma geração à outra. Entretanto, esse conceito tem mudado e hoje os cientistas sabem que variações não-genéticas (ou epigenéticas) adquiridas durante a vida de um organismo podem frequentemente serem passadas aos seus descendentes. A herança epigenética depende de pequenas mudanças químicas no DNA e em proteínas que envolvem o DNA. Existem evidências científicas mostrando que hábitos da vida e o ambiente social em que uma pessoa está inserida podem modificar o funcionamento de seus genes” Disponível em: <http://www.revistacarbono.com/wp-content/uploads/2013/06/Marcelo-Fantappie-Epigen%C3%A9tica-e-Mem%C3%B3ria-Celular.pdf> Acesso em: 17 jun 2022.

p. 28) definiu evolução como “mudança ao longo do tempo por meio de descendência com modificação”.

Cabe ressaltar que a seleção natural não é uma força que impulsiona ao progresso, não sendo possível afirmar que qualquer organismo seja perfeitamente adaptado. Esse é um processo, sendo resultado da variação, reprodução diferencial e hereditariedade. As variações existentes na população são selecionadas, não são o resultado de um processo aleatório.⁸

Hoje, podemos somar às observações de Darwin, as descobertas da Biologia Molecular e da Bioquímica, das quais uma de grande importância diz respeito ao código genético. Esse código determina como as sequências de nucleotídeos em moléculas de DNA são traduzidas para gerar as proteínas, componentes fundamentais de nossas células. Os seres vivos diferem no seu patrimônio genético, mas os mecanismos bioquímicos que utiliza essa informação – o próprio código genético – é virtualmente idêntico em seres extremamente diversos. (MEYER & EL-HANI, 2005, p.28-29)

Decerto, a composição química desse ácido nucleico⁹ é uma semelhança notável que evidencia a ancestralidade comum.

1.2 A Teoria da Evolução e a consolidação da Biologia como Ciência

A Biologia é uma ciência nova que somente se consolidou durante a primeira metade do século XX. Foram necessários quase dois séculos de movimento de unificação e autonomia para que essa ciência adquirisse reconhecimento e singularidade na produção de conhecimentos biológicos (SMOCOVITIS, 1992; MAYR, 2005; MARANDINO, SELLES & FERREIRA, 2009). O seu percurso histórico foi marcado por muitos conflitos até consolidar-se como campo de conhecimento.

⁸ “A variação genética que ocorre em uma população por causa de uma mutação é aleatória – mas a seleção age nessa variação de maneira muito não-aleatória: variantes genéticas que ajudam na sobrevivência e na reprodução são muito mais prováveis de se tornarem comuns do que as que não ajudam”. Disponível em: <https://evosite.ib.usp.br/evo101/IIIE6Nonrandom.shtml> Acesso em: 20 jan 2022.

⁹ Ácidos Nucléicos são macromoléculas formadas pela ligação tipo fosfodiéster entre cinco nucleotídeos diferentes, suas unidades fundamentais e tem por função o armazenamento e a expressão da informação genética. Existem basicamente dois tipos de ácidos nucleicos: o Ácido Desoxirribonucleico (DNA) e o Ácido Ribonucleico (RNA). Disponível em: https://cesad.ufs.br/ORBI/public/uploadCatalogo/11242316022012Biologia_Celular_aula_6.pdf Acesso em 09 mai 2022.

No século XVIII as áreas de conhecimento que deram origem à Biologia se apresentavam em campos distintos nas ciências biológicas: a *história natural*, mais descritiva onde se destacavam a zoologia, a botânica e a mineralogia e as *ciências médicas* composta pela citologia, embriologia, anatomia e fisiologia humana onde o caráter experimental era preponderante (SMOCOVIDIS, 1992; MAYR 2005, 2008).

Segundo Marandino, Selles e Ferreira (2009, p. 37) “esse contexto fragmentado reforçava o menor status dos conhecimentos biológicos em relação às ciências mais consolidadas, especialmente a Física” que, juntamente com a química possuíam status de ciências autônomas. A Física era vista como o próprio paradigma da Ciência e sua compreensão permitiria o entendimento das demais. As características lógicas e matemáticas eram elementos preponderantes para proclamar uma determinada área de pesquisa que deveria estar de acordo com as leis gerais e universais. Desse modo, o surgimento da Biologia e o seu reconhecimento como ciência, no século XIX, esteve atrelada às Ciências Exatas, entretanto, muitos naturalistas clamaram pela sua autonomia.

Pensadores naturalistas como Comte de Buffon (1707-1788), Lamarck (1744-1829), Darwin (1809-1882), Alfred Wallace (1823-1913) entre outros, corroboraram para que a História Natural fosse transformada, passando de descritiva para um entendimento histórico da natureza, aliada ao efeito temporal (MAYR, 1982). Com esse foco, um conjunto de disciplinas científicas com seus próprios métodos, distintos das ciências físicas, passaram a ser necessárias para ordenar a diversidade de dados biogeográficos e biológicos recolhidos em expedições marítimas e terrestres (PAPAVERO *et al*, 1997).

Com a teoria evolutiva de Charles Darwin e Wallace,

o consentimento de que as espécies evoluem a partir de um ancestral comum mudou a visão de mundo existente. Onde se pregava o existencialismo tipológico e determinista, passou-se a uma visão de mundo transformista e imperfeito. No âmbito dos estudos evolutivos, o aceite e as implicações dessas ideias intrigaram os pesquisadores, que questionaram a autenticidade do Sistema Lineano, já que o interesse agora era o de tentar reconhecer o ancestral e as relações de parentesco entre os organismos vivos, resgatando assim sua filogenia. A partir de então, diversas propostas teóricas e métodos analíticos surgiram, com o intuito de estudar e melhor representar as relações de parentesco entre organismos e de compreender de que modo funcionam. A finalidade foi chegar a uma única verdade sobre a natureza, que até então era mantida somente pelas leis da Física. (POLISELI, 2012, p. 93)

“Na tradição vinda de Platão, [...] filosofia do Essencialismo, a variação é uma imperfeição acidental; somente a essência importa [...] cada espécie [...] tinha uma essência e, um não poderia se transformar em outro” (FUTUYMA, 2009, p. 6). Ao posicionar um processo por seleção natural entre variações hereditárias, Darwin identificou a variação como um fato central dos sistemas biológicos. Fazendo isso ele quebrou uma tradição de 2000 anos que dominava o pensamento ocidental.

A explicação proposta por Darwin combinava herança miscível ou das misturas em uma construção típica do modelo de pangênese e da fluidez das gêmulas transmitidas de uma geração a outra que se misturavam ao se combinarem no zigoto- com herança de caracteres adquiridos uma vez que a primeira não explicava a variação e se tornava um obstáculo para a evolução. Como Darwin não conseguia provar sua teoria da herança, ele mesmo veio a rejeitá-la. (ROSE, 2000, p.14)

Darwin conseguiu estabelecer uma linha de raciocínio de herança de ancestralidade com todas as espécies, chegou a falar de hereditariedade, se perguntava sobre a alternância de gerações na expressão de algumas características, em seu livro “Origem da Espécies”, entretanto, por desconhecer conhecimentos de genética não tinha a compreensão de como as características eram passadas para as gerações posteriores.

Apenas alguns anos depois de Darwin publicar seu livro ‘Origem das Espécies’, Gregor Mendel escreveu um artigo muito inovador sobre a herança em ervilhas. Nesse artigo, Mendel propunha o modelo de herança particulada, que afirmava que os organismos transmitem unidades discretas herdáveis (hoje chamadas de genes) à sua descendência. Embora Darwin nunca tenha conhecido os genes, o trabalho de Mendel preparou o terreno para a compreensão das diferenças genéticas nas quais a evolução está baseada. (CAMPBELL & REECE, 2008, p. 469)

Mendel descreveu os mecanismos de dominância, recessividade e segregação trabalhando com o cruzamento de ervilhas e escrevendo, com muita precisão estatística, o seu trabalho. Sendo contemporâneos do século XIX, Darwin e Mendel tinham raciocínios brilhantes, de forma muito parecida. Mendel sabia que os princípios descritos por ele seriam muito importantes para descrever a evolução das espécies (HENDERSON, 2011).

Os conhecimentos em Genética elucidaram o que o Darwinismo não conseguiu desvendar, embora tenha, de forma brilhante, deduzido. Esse entrelaçamento entre o mecanismo de herança e evolução culminou, posteriormente, na Teoria Sintética da Evolução¹⁰.

Dessa forma, houve uma ressignificação da teoria da evolução em bases genéticas, com desenvolvimento de modelos matemáticos cujos “procedimentos experimentais, capazes de produzir dados representados e interpretados matematicamente que garantiam a objetividade e o caráter científico, sustentaram em nível filosófico a ideia unificada das Ciências Biológicas” (SMOCOVITIS, 1996). Assim, as lacunas existentes sobre herança foram preenchidas através do modelo mendeliano e a teoria sintética da evolução atendeu ao Positivismo lógico¹¹ onde o conhecimento válido era o que se apoiava na realidade empírica.

Com as publicações dos primeiros trabalhos sobre genética de populações na década de 1910 por Ronald Fisher (1890-1962), John Burdon Sanderson Haldane (1892-1964) e Sewall Wright (1889-1988) a evolução foi remodelada em dados quantitativos e modelos matemáticos empregados pelos pesquisadores (SMOCOVITIS, 1996).

Também no século XX, o equilíbrio Hardy e Weinberg¹² “explorando a matematização de variáveis evolutivas dirigidas geneticamente deu início ao processo de ‘modernização’ da

¹⁰Para Souza, Toni & Cordeiro (2011, p.197) “Entre 1937-1950 nasceu oficialmente a Teoria Sintética da Evolução ou Neodarwinismo, inserindo a Genética de Populações para explicar os processos evolutivos. Várias publicações tiveram grande impacto na reformulação da teoria evolutiva como a proposta por Darwin. Em 1937, Dobzhansky publicou o livro *Genetics and the Origin of Species*, no qual ele enfatiza a importância do Princípio de *Hardy-Weinberg*, de 1908 (base de Genética de Populações) como manutenção do equilíbrio genético nas populações por forças evolutivas, pois dois alelos permanecerão na mesma frequência em uma população, de geração a geração, a menos que essa frequência seja afetada por: migração, mutação, seleção e deriva”. Disponível em: <https://uab.ufsc.br/biologia/files/2020/08/Gen%C3%A9tica-Evolutiva.pdf> Acesso em 25 jan 2022.

2. Segundo Souza, Toni & Cordeiro (2011, p. 198) “As populações contêm variações que surgem através de mutação ao acaso (não dirigida adaptativamente) e por recombinação; 3. As populações evoluem por mudanças nas frequências gênicas através da deriva genética, fluxo gênico e seleção natural; 4. A maior parte das variantes genéticas adaptativas apresenta pequenos efeitos fenotípicos individuais; 5. A diversificação vem através da especiação; 6. Se esses processos continuarem por tempo suficientemente longo, darão origem a mudanças de nível taxonômico. A partir de 1950, o nascimento da genética molecular afetou de forma considerável o desenvolvimento da moderna teoria sintética, sem alterar, no entanto, sua natureza fundamental”. Disponível em: <https://uab.ufsc.br/biologia/files/2020/08/Gen%C3%A9tica-Evolutiva.pdf> Acesso em: 25 jan 2022.

¹¹ De acordo com Chibeni (s/d) durante a primeira metade do século XX, uma plêiade de eminentes filósofos empreendeu aperfeiçoar aquilo que vimos denominando de concepção comum de ciência, em um sofisticado programa filosófico, conhecido como positivismo lógico. Esse movimento, cujo núcleo original formou-se em torno do chamado Círculo de Viena, na década de 1920, exerceu uma influência marcante sobre a comunidade científica, que perdura até nossos dias. Disponível em: <https://www.unicamp.br/~chibeni/textosdidaticos/ciencia.pdf> Acesso em: 01 fev 2022.

¹² O equilíbrio de Hardy e Weinberg, proposto em 1908 pelo matemático inglês Godfrey Harold Hardy (1877-1947) e o médico alemão Wilhem Weinberg (1862-1937) evidenciou que se nenhum fator evolutivo atuasse sobre uma população que satisfizesse certas condições, as frequências de seus alelos permaneceriam inalteradas ao longo das gerações (FUTUYMA, 1992).

Evolução”. A genética de populações foi relevante para a Teoria da Evolução porque proporcionou “o preenchimento tanto de lacunas teóricas, relativas às questões básicas da variedade e da manutenção das novas características, quanto de lacunas metodológicas, ao incorporar a experimentação e os modelos matemáticos” (MARANDINO, SELLES e FERREIRA, 2009, p. 41-42).

Posteriormente, a evolução foi definida como a mudança da frequência gênica das populações, mediante estudos de Thomas Hunt Morgan (1866-1945), Hermann Joseph Muller (1890-1967) e Theodosius Dobzhansky (1900-1975) realizados nos Estados Unidos. (SMOCOVITS, 1996).

Entretanto, a física e a química mantinham o status de ciências hegemônicas estando ainda mais fortalecidas com o advento bélico das duas grandes guerras mundiais (1914-1918 e 1939 – 1945) e da Guerra Fria (1947-1989).

De acordo com Smocovitis (1996: 97), apesar de o termo Biologia ter sido cunhado por Lamarck e Treviranus no início do século XIX, as Ciências Biológicas como uma “ciência autônoma e legítima” só puderam ser defensáveis quando a evolução foi articulada como teoria. Antes disso, os conhecimentos biológicos caracterizavam-se, por um lado, pela descrição das espécies animais e vegetais e, por outro lado, pela tradição experimental dos estudos em Citologia, Embriologia e, especialmente, Fisiologia Humana. As Ciências Biológicas não haviam alcançado no século XIX o que a Física conquistara no século XVIII e isto se devia, principalmente, à sua fragmentação. O surgimento e o avanço da Genética nas primeiras décadas do século XX – área do conhecimento beneficiada pelo refinamento dos métodos experimentais citológicos e por uma abordagem quantitativa –, aliado à influência do Positivismo Lógico e aos movimentos políticos e artísticos ocorridos no âmbito das duas grandes guerras, promoveram uma resignificação do darwinismo e, conseqüentemente, ganhou força a ideia de unificação das Ciências Biológicas. Para Smocovitis (1996), a síntese evolutiva é então parte de todo esse processo. (SELLES & FERREIRA, 2005, p. 53)

Mas, a partir de 1953, com a elucidação da base molecular da hereditariedade quando o geneticista, biólogo molecular e zoologista americano James Watson (1928– Atualidade) e o biólogo molecular, biofísico e neurocientista inglês Francis Crick (1916-2004) propuseram a estrutura do DNA, foi possível uma melhor compreensão acerca da mutação e variação genética. Dessa forma, a resignificação do Darwinismo em bases genéticas e a crescente influência da Biologia Molecular foram importantes para o fortalecimento das Ciências Biológicas (SELLES & FERREIRA, 2005).

A disciplina Biologia representou a incorporação pela escola da retórica unificadora, “do mesmo modo que a evolução tornou-se teoria estruturante das Ciências Biológicas, a gradativa substituição de disciplinas escolares como Zoologia, Botânica e História Natural pela disciplina escolar Biologia, fortaleceu o argumento de que a evolução funcionasse, igualmente, como organizadora dos conhecimentos escolares em Biologia” (SELLES & FERREIRA, 2005, p. 54).

Então, a Evolução Biológica passou a dar um sentido racional e materialista ao estudo da Biologia (DOBZHANSKY, 1973) e os conhecimentos sobre evolução biológica puderam ser aplicados “à compreensão dos mais diversos campos do conhecimento sobre a vida, [...] o entendimento das relações de parentesco entre os seres vivos” (MEYER & EL-HANY, 2005, p.10-15). A evolução veio unificar os fatos, dando sentido à biologia enquanto ciência. (DOBZHANSKY, 1973).

Quanto à disciplina escolar biologia é preciso considerar que, embora o processo de escolarização tenha ocorrido, principalmente no século XX, sendo as Ciências Biológicas um referencial, cabe salientar que a mesma não foi construída apenas por essa base histórica, mas também pelas especificidades relacionadas a organização do conhecimento, a tradição pedagógica e as relações de poder inerentes ao contexto escolar.

Se a constituição da disciplina escolar Biologia mantém relações sócio-históricas com o processo de unificação das Ciências Biológicas em busca daquilo que Goodson (1995) reconhece como status, recursos e territórios, podemos entender porque a teoria da evolução tem sido cada vez mais defendida como eixo organizador de seus currículos na Educação Básica. Afinal, para que as Ciências Biológicas fossem reconhecidas como um corpo de conhecimentos unificado, tornava-se necessária a constituição de uma retórica que disseminasse tal ideia nos bancos escolares. Assim, do mesmo modo que a evolução tornou-se teoria estruturante das Ciências Biológicas, a gradativa substituição de disciplinas escolares como Zoologia, Botânica e História Natural pela disciplina escolar Biologia fortaleceu o argumento de que a evolução funcionasse, igualmente, como organizadora dos conhecimentos escolares em Biologia. Isso já se expressa, por exemplo, nos materiais curriculares norte-americanos produzidos a partir dos anos de 1950, os quais tiveram como autores alguns dos pesquisadores defensores da unificação. (SELLES & FERREIRA, 2005, p. 54-55)

Os materiais curriculares estadunidenses, produzidos pela equipe do *Biological Sciences Curriculum Study (BCSC)* expressavam o movimento em torno da unificação das Ciências Biológicas onde a evolução se apresentava como eixo articulador, de forma polêmica e não consensual, havendo uma subdivisão do ensino da disciplina Biologia em seus aspectos

bioquímicos, celulares e ecológicos (CICILLINI, 1991). A relutância em expor a aparente falta de unidade fez com que as versões fossem designadas por ‘azul’, ‘verde’ e ‘amarela’ (SELLES & FERREIRA, 2005; p. 55) sendo que a versão azul apresentou um papel muito significativo na veiculação das ideias evolutivas que sustentavam uma visão de ciência moderna unificada (SMOCOVIDIS, 1996).

Dessa forma,

se unificação das Ciências Biológicas não foi produzida consensualmente nos meios acadêmicos, a escola parece ter incorporado em grande parte essa ideia ao construir uma nova disciplina escolar – a disciplina escolar Biologia – em substituição às disciplinas escolares presentes pelo menos até a metade do século XX no país [...]. Ao se distanciar dos embates travados no campo acadêmico, a disciplina escolar Biologia encontra espaço para abordar outras temáticas e ampliar a adoção de outras finalidades sociais no cotidiano de seu ensino. (SELLES & FERREIRA, 2005, p. 55)

No Brasil, sob influências internacionais, especialmente dos Estados Unidos que se encontrava em disputa com a União das Repúblicas Socialistas Soviéticas (URSS) em produção científica no início da década de 1960, o ensino foi referenciado pelo método científico com ênfase em atividades experimentais nas décadas de 1960-70, uma vez que “as mudanças metodológicas requeridas para a disciplina Biologia demandavam um arranjo curricular mais ambicioso que alcançasse outras esferas normativas vinculadas aos desdobramentos da escolaridade [...] as propostas curriculares introduziam mais fortemente elementos da cultura científica no contexto escolar não apenas para criar novos hábitos intelectuais como também para elevar as possibilidades do aprender” (SELLES, 2008, p. 608-613).

Então, a Biologia veio unificar áreas científicas das Ciências Biológicas, o que proporcionou a sua inclusão no currículo escolar, tornando-a um componente disciplinar. Ao mesmo tempo, a evolução biológica como centralidade no ensino de Biologia possibilitou a conexão de saberes, pois “vista à luz da evolução, a biologia é, talvez, intelectualmente a ciência mais satisfatória e inspiradora. Sem essa luz, torna-se uma pilha de fatos diversos, alguns deles interessantes ou curiosos, mas sem uma imagem significativa do todo” (DOBZHANSKY, 1973, p. 129).

1.3 Teoria da Evolução Biológica como tema central e unificador em Biologia

Segundo Ridley (2006) a teoria da evolução é notadamente a mais importante das teorias biológicas [...] Em biologia, nenhuma outra ideia é tão poderosa cientificamente ou tão estimulante do ponto de vista intelectual e “não há uma única pergunta ‘Por que’ em biologia a que se possa responder de maneira adequada sem levar em conta a evolução” (MAYR, 2009, p.15). A evolução pode acrescentar uma dimensão extra de interesse às faces mais atraentes, sendo um eixo articulador das subáreas que compõem a ciência de referência, como a Zoologia, Citologia e Botânica (SELLES & FERREIRA, 2005).

A Biologia evolutiva permite explicar a diversidade, as características adaptativas ou não dos seres vivos, que todas as espécies se originaram de um ancestral comum, as características dos organismos desde seus traços moleculares, bioquímicos e atributos ecológicos (FUTUYMA, 2002).

[...] a evolução é diretamente pertinente com nosso dia a dia de muitas maneiras. Nas ciências da saúde, por exemplo, muitos organismos que causam doenças infecciosas, tais como malária, gonorreia e tuberculose, rapidamente desenvolveram resistência a antibióticos. A ciência médica é desafiada a encontrar novas drogas ou outros métodos de controle e tratamento – métodos que terão sucesso somente se os princípios evolutivos levados em consideração [...] as aplicações da biologia evolutiva na produção de alimentos são inúmeras. [...] cruzamentos seletivos [...] relações entre as espécies [...] adaptação das plantas aos inimigos naturais [...] características úteis que podem ser geneticamente transferidas [...] compostos químicos e derivados de diversos organismos tornam-se úteis às pesquisas médicas, industriais e biológicas [...] conservação e manejo ambiental [...] os estudos evolutivos também nos deram evidências abundantes e bem documentadas sobre a relação dos humanos com as outras espécies, sobre os passos pelos quais algumas características humanas evoluíram e sobre as variações genéticas dentro e entre as populações humanas. (FUTUYMA, 2009, p. 7-8)

Entretanto, é preciso conectar saberes, pois quando se faz uma abordagem sistêmica redescobrimo as interações a partir do eixo evolutivo ocorre uma melhor organização do conhecimento, o que é relevante à aprendizagem real e significativa. É preciso analisar que “a abordagem analítica levou a uma fragmentação dos conhecimentos, a um esmigalhamento dos saberes. Precisamos reconstruí-los para melhor ensinarmos” (ROSNAY, 2002, p. 493).

Através do eixo evolutivo é possível abarcar diferentes áreas, conforme destacam Tidon & Vieira (2009, p. 1) “Os cientistas costumam dizer que a biologia evolutiva é o eixo transversal que percorre todas as áreas das ciências biológicas, atingindo inclusive alguns segmentos das ciências exatas e humanas”. As autoras destacam que nos últimos 150 anos a Teoria da

Evolução foi acrescida de atualizações e desdobramentos possibilitando oportunidades de análises, reflexões e criticidade.

Sendo eixo unificador e integrador, a evolução biológica dialoga com temas sociais preponderantes, como por exemplo, a abordagem de evolução humana e a análise do conceito de raça que é incompatível com a teoria da evolução onde é “fácil distinguir fenotipicamente um europeu de um africano ou de um asiático, mas tal facilidade desaparece completamente quando procuramos evidências dessas diferenças ‘raciais’ nos respectivos genomas” (PENA, 2008, p.19). Reflexões sobre raça e eugenia, esterilização, entre outras, são temas relevantes que podem ser conectados ao eixo evolutivo sob análise crítica e investigativa, considerando o caráter transdisciplinar¹³. Nesse contexto, ao considerar os processos evolutivos observamos que estes estão alinhados com temas relevantes à saúde e bem-estar, como por exemplo, as aplicações biotecnológicas, tratamento de doenças infecciosas, transgenia, evolução de micro-organismos, patógenos virais e bacterianos com desenvolvimento de vacinas e medicamentos que visam proporcionar uma melhor qualidade de vida (FUTUYMA, 2002). Ademais, o ensino de evolução também possibilita a interdisciplinaridade ao lidar com questões que perpassam os limites curriculares da disciplina Biologia.

Podemos dizer que nos reconhecemos diante de um empreendimento interdisciplinar todas as vezes em que ele conseguir incorporar os resultados de várias especialidades, que tomar de empréstimo à outras disciplinas certos instrumentos e técnicas metodológicos, fazendo uso dos esquemas conceituais e das análises que se encontram nos diversos ramos do saber, a fim de fazê-los integrarem e convergirem [...] (JAPIASSU, 1976, p. 74 e 75)

Portanto, não é apropriado tratar a evolução como somente mais um conteúdo a ser ensinado, lado a lado com quaisquer outros conteúdos abordados nas salas de aula de Biologia, na medida em que as ideias evolutivas têm um papel central, organizador do pensamento biológico [...] (MEYER & EL-HANI 2005), além de nos conceder subsídios para investigar as mudanças que ocorreram nos organismos.

¹³ A transdisciplinaridade, como o prefixo “trans” indica, diz respeito àquilo que está ao mesmo tempo entre as disciplinas, através das diferentes disciplinas e além de qualquer disciplina. Seu objetivo é a compreensão do mundo presente, para o qual um dos imperativos é a unidade do conhecimento. Disponível em: <http://www.ufrj.br/leprans/arquivos/conhecimento.pdf> Acesso em: 11 fev 2022.

De fato, o pensamento evolutivo pôde enriquecer outros ramos da Biologia proporcionando maior clareza a respeito da história da humanidade (MAYR, 2009) e, ao mesmo tempo, tornou possível uma visão integrada de conteúdos disciplinares.

1.4 Evolução: uso de cladogramas para o ensino

O conhecimento evolutivo é fundamental para a compreensão da Biologia, pois

a maior parte da comunidade científica considera o pensamento evolutivo o eixo central e unificador das Ciências Biológicas. A evolução é tipicamente entendida como um elemento indispensável para a compreensão apropriada da grande maioria dos conceitos e das teorias encontrados nessas ciências. (MEYER; EL-HANI, 2005, p. 123)

Entretanto, o ensino de evolução, muitas vezes, é pouco explorado como eixo integrador dos conhecimentos das Ciências Biológicas. Tidon & Lewontin (2004) salientam que a evolução biológica geralmente é abordada nas aulas de biologia no final da terceira série do Ensino Médio de forma fragmentada, considerando os demais conteúdos discutidos nas aulas e temas discutidos em séries anteriores. Dessa forma, muitas vezes, o enfoque através do elo evolutivo não é evidenciado, seu ensino apresenta caráter memorístico e conteudista.

Decerto, a utilização de estratégias didáticas podem corroborar para a (re)construção de conceitos acerca da evolução possibilitando a conexão de conhecimentos, como a utilização de ferramentas explicativas da sistemática filogenética, os cladogramas.¹⁴ Partindo da concepção de que cada ser vivo compartilha ancestrais em maior ou menor grau com demais seres vivos, a análise baseada no parentesco filogenético da história evolutiva dos grupos corrobora para uma melhor compreensão dos processos de evolução biológica a partir da utilização dessas representações gráficas. Tais recursos didáticos podem proporcionar melhor entendimento da dinâmica da vida a partir do processo evolutivo, pois

Organizar os conteúdos tratados nas aulas sob a forma de árvores evolutivas é a chave para tratar assuntos complexos como tempo geológico, homologias e a noção de evolução como mudança e não como progresso do mais simples ao

¹⁴ De acordo com Guimarães (2005), “os cladogramas são árvores filogenéticas que mostram as relações de parentesco entre os organismos. Os métodos para sua construção são ditados pela sistemática filogenética (ou cladística)” que é uma metodologia de classificação dos organismos que busca refletir a história evolutiva dos grupos e reuni-los com base no grau de parentesco filogenético. Segundo Oliveira (2010) “esta metodologia foi proposta por Willy Hennig em 1950, mas só teve ampla divulgação depois de traduzida do alemão para o inglês, em 1965”.

mais complexo. O raciocínio hierárquico parte da própria concepção de família que o aluno traz consigo – uma vez que evolução nada mais é que a genealogia familiar tratada em um tempo muito dilatado. Essa abordagem facilita a defesa de que estamos todos conectados independentemente da aparente distância entre nossa espécie e os demais organismos do planeta. (SANTOS & KLASSA, 2012, p. 77)

O levantamento de hipóteses com a análise das evidências disponíveis sobre dinâmica evolutiva proporciona uma visão de unidade dos seres vivos evidenciando a ancestralidade comum. Dessa forma, a utilização de cladogramas corrobora para uma visão mais integrada dos organismos uma vez que representa de maneira mais clara, através de representação gráfica, as relações evolutivas, sendo uma representação mais simplificada da árvore filogenética.

Entretanto, é importante primeiramente que as convenções envolvidas nessas representações sejam compreendidas (DEES *et. al*, 2014; BOYCE, 2015), logo, o entendimento da estrutura e das propriedades da ferramenta¹⁵ são fundamentais para que não ocorram equívocos sobre as relações de parentesco entre os organismos, considerando os aspectos evolutivos.

Para Santos e Calor (2007) os cladogramas devem ser adequados às demandas pedagógicas com diminuição da quantidade de detalhes, contendo apenas informações de grupos representativos, sem ênfase em nomenclaturas e enfocando nas modificações das características dos grupos e na relação entre eles.

De acordo com Guimarães (2005) a vantagem do uso da sistemática filogenética seria, em princípio, a de permitir uma abordagem comparativa da vida e diminuir a distância entre os grupos de seres vivos sendo possível analisar as características que unem os seres vivos em determinado grupo que, sendo monofilético,¹⁶ é validado à luz da teoria evolutiva.

¹⁵ Os cladogramas são construídos a partir de três elementos básicos: os organismos de interesse (ou clados), isto é, aqueles sobre os quais deseja-se compreender a história e relações evolutivas; linhas, que representam o tempo evolutivo; e nódulos, que correspondem ao ponto de encontro entre duas linhas, revelando o ancestral comum entre dois grupos de organismos. Em alguns cladogramas, as linhas também são utilizadas como escala de tempo evolutivo, isto é, seu tamanho representa o maior (linhas maiores) ou menor (linhas menores) tempo entre o surgimento dos diferentes grupos. Disponível em: <https://www.infoescola.com/biologia/cladograma/> Acesso em: 19 fev 2022.

¹⁶ Um grupo monofilético é definido como a reunião de todos os descendentes de um ancestral comum, este incluso. Baseado no reconhecimento dos grupos monofiléticos (naturais), a sistemática filogenética é uma poderosa ferramenta para reconstruir a evolução dos organismos a partir de critérios científicos e objetivos, auxiliando na solução do problema de sistematizar a informação [...] Hennig propôs que apenas grupos monofiléticos são naturais, uma vez que eles seriam os únicos que realmente respeitam o conceito evolutivo da

“Além disso, pelo fato dos cladogramas corresponderem a hipóteses sobre a evolução dos grupos, seu uso pode facilitar a introdução de conceitos relativos à construção, corroboração e refutação de hipóteses científicas, aproximando os estudantes da prática e da natureza da ciência biológica” (SANTOS & CALOR, 2007, p. 2). Esses autores destacam a importância dos cladogramas como base para a compreensão da Biologia, evidenciando que o seu uso pode contribuir para que equívocos sobre a teoria evolutiva sejam elucidados, permitindo também que outros conceitos possam ser trabalhados como homologia, analogia, ancestralidade comum e modificações através dos tempos.

Ademais, “a variedade de seres vivos identificados e os aspectos moleculares já estudados formam uma complexa rede de saberes que são difíceis de serem assimilados e compreendidos. A teoria evolutiva é uma forma de articular essa gama de informações, oferecendo unidade e continuidade a toda diversidade biológica” (MEGLHIORATTI, 2004, p. 17).

Segundo Cicillini (1997) conteúdos curriculares do ensino de Biologia, tais como Genética, Botânica e Zoologia, também pressupõem conceitos evolucionistas para a sua real compreensão.

Nesse ínterim, a utilização da ferramenta pode levar a uma *releitura* da vida através de uma interpretação evolutivamente contextualizada.

1.5 Mecanismos básicos de mudança evolutiva

Para que a evolução ocorra é preciso que forças seletivas atuem sobre a variação genética, sendo esta fundamental ao processo evolutivo. Mutações, migração, deriva genética e seleção natural são mecanismos que podem causar alterações na frequência gênica da população, sendo por isso considerados mecanismos de mudanças evolutivas. (SOUZA, TONI, CORDEIRO, 2011)

Embora Darwin e Mendel fossem contemporâneos, o naturalista desconhecia os estudos sobre a genética Mendeliana. Em sua teoria evolucionista havia uma lacuna, pois não explicava a origem das variedades nem como as características eram transmitidas através das gerações.

ancestralidade comum. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/ss/article/view/11128> Acesso em: 19 fev 2022.

Entretanto, Darwin deixou implícito em suas anotações que haveria outros mecanismos evolutivos.

Estou totalmente convencido de que as espécies não são imutáveis, e que aquelas pertencentes ao que chamamos de mesmo gênero são descendentes diretas de outra espécie já extinta; do mesmo modo que as variedades constatadas de uma espécie descendem de um dos tipos daquela espécie. Finalmente, estou convencido também de que a seleção natural foi o meio principal de modificação, porém não o único. (DARWIN, 1859/2009, p. 32).

Mendel tinha as respostas, mas foi somente no início do século XX, com Darwin e Mendel já falecidos que as pesquisas do monge austríaco acerca da hereditariedade foram reconhecidas, a partir de trabalhos independentes, pelos botânicos: Hugo de Vries, Carl Correns e Erich Tschermak-Seysenegg. Ao procurarem referências sobre hereditariedade, se depararam com os trabalhos de Mendel. Este havia enviado as pesquisas para muitos de seus pares, entretanto não obteve atenção (SNUSTAD, 2001).

A mutação seria a responsável pelo surgimento de diversos alelos dos genes, chamados por Mendel de fatores, o que proporcionava a variabilidade genética no organismo. Hugo de Vries propôs o conceito de mutação ao estudar a hereditariedade de uma planta onde pôde observar algumas características que não estavam presentes em seus ancestrais.

Nessa época também surgiram objeções à seleção natural e uma delas foi que “a seleção natural explicava a evolução pelo acaso. Isso era (e ainda é) um erro de compreensão de seleção natural, que não é um processo aleatório” (RIDLEY, 2006, p. 36). Variantes genéticas, que são importantes para a sobrevivência e para a continuidade da reprodução, tendem a serem mais comuns do que as que não são; já a variação genética que ocorre em uma população por causa de uma mutação, esta é aleatória. “Seleção natural apenas seleciona entre quaisquer variações existentes na população. O resultado é a evolução.”¹⁷

Entretanto, a mutação é aleatória em dois sentidos: há como prever a probabilidade de ocorrência, mas não é possível prever quais, em muitas cópias, ela estará presente, sendo o processo estocástico¹⁸ ao invés de determinístico e no sentido de que a chance de uma mutação

¹⁷ Equívocos sobre seleção natural. Disponível em: <http://ecologia.ib.usp.br/eosite/evo101/IIIE6Nonrandom.shtml#:~:text=Sele%C3%A7%C3%A3o%20natural%20apenas%20seleciona%20entre,Isso%20tamb%C3%A9m%20%C3%A9%20um%20equ%C3%ADvoco>
Acesso em: 26 fev 2022.

¹⁸ Estocástico: quando não é possível prever a direção da mudança, pois essas ocorrem ao acaso e não por adaptação ao ambiente.

em particular ocorrer não é influenciada pelo fato de o organismo estar ou não em um ambiente do qual tal mutação seria vantajosa. Isto é, o ambiente não induz mudanças adaptativas (FUTUYMA, 2009, p. 282).

Durante o processo de divisão celular podem ocorrer mutações que, quando ocorrem na produção de gametas, podem passar aos descendentes. A mutação é a fonte primária de variabilidade porque novos genes só podem surgir por mutação que geram novos genes. A segregação independente e a permutação geram novas combinações de genes e o ambiente seleciona a variante mais bem adaptada.

Certamente as maravilhosas adaptações dos organismos são características que, como disse Darwin, ‘excitam nossa admiração’. As adaptações são características que evoluíram por seleção natural porque elas servem a alguma função que aumenta a sobrevivência ou a reprodução dos organismos que a possuem [...] a evolução adaptativa é causada pela seleção natural agindo sobre a variação genética. (FUTUYMA, 2009; p. 227)

Para um Darwinista, [...] todos os indivíduos que sobrevivem ao processo de eliminação estão ‘adaptados’ e as propriedades que permitiram que sobrevivessem podem ser chamadas de adaptações. A eliminação não tem ‘o propósito’ [...] de promover a adaptação, ao contrário, é a adaptação que é um subproduto da eliminação (MAYR, 2009, p. 182).

Mas, além da seleção natural há outro mecanismo evolutivo que ocorre ao acaso “a deriva genética, fornece um tipo de ‘hipótese nula’: ela nos diz como a evolução acontece se as mutações não são acionadas pela seleção natural [...] alguns caracteres, especialmente ao nível molecular, parecem ter evoluído pela deriva genética” (FUTUYMA, 2009, p. 227- 228).

Na deriva genética¹⁹ a mudança na frequência dos alelos de uma população de geração a geração ocorre em virtude de eventos ao acaso e seus efeitos tendem a ser mais acentuados em populações pequenas. Esta causa evolução ao acaso devido ao erro de amostragem, ao passo que a seleção natural causa evolução baseada na aptidão. Deriva e seleção não criam alelos. Novos alelos surgem por mutação ou migração e seleção natural e deriva genética não ocorrem sem a presença de variação genética na população. As mutações podem ser favoráveis ou não

¹⁹ A deriva genética pode resultar na perda de alguns alelos (incluindo os benéficos) e na fixação, ou aumento para 100% de frequência, de outros alelos [...] pode causar maiores efeitos quando uma população tem o tamanho drasticamente reduzido por um desastre natural (efeito gargalo) ou quando um pequeno grupo se separa da população principal para fundar uma nova colônia (efeito fundador). Disponível em: <https://pt.khanacademy.org/science/biology/her/heredity-and-genetics/a/genetic-drift-founder-bottleneck> Acesso em: 27 fev 2022.

e os alelos são selecionados porque são favoráveis às condições presentes, podendo ser desfavoráveis se as condições modificarem no futuro. Na deriva genética, algum fator casual ocasiona a redução do número de indivíduos de determinada população favorecendo a manutenção de uma característica que nem era a de melhor adaptação.

Outro mecanismo de mudança evolutiva é a migração. Nos processos migratórios novos genes podem ser introduzidos em uma população. Segundo Mayr, (2009) o acervo genético de qualquer população local de uma dada espécie, a não ser as mais isoladas, é muito afetado pela imigração de genes de outras populações e pela emigração de genes para outras populações.

Enfim,

As forças evolutivas de mutação, deriva genética, migração e seleção natural criam e destroem a variabilidade genética em uma população. Com o passar do tempo, uma população pode dividir-se em duas ou mais subpopulações que por fim são incapazes de se inter cruzar, ou seja, elas tornam-se reprodutivamente isoladas umas das outras, que é o principal evento na formação de espécies. (SNUSTAD, 2001)

Dessa forma, temos a especiação na qual ocorre a separação das linhagens que originam duas ou mais espécies distintas.

CAPÍTULO 2 (RE)CONSTRUINDO O CONHECIMENTO

2.1 Conhecimento escolar: um diálogo entre o conhecimento científico e cotidiano

A escola é o lugar, por excelência, onde os saberes se encontram e no qual há de se considerar a diversidade de conhecimentos. Entretanto, “nosso sistema escolar parece marcado por uma profunda ‘epistemofobia’ que ignora, exclui, recusa e oculta, como uma lembrança dolorosa, o gosto pela ciência.” (JAPIASSU, 1999, p. 264, grifo do autor). Essa é uma falha que oprime, pois ao relegar a experiência da vida, marginalizando o saber cotidiano, oriundo de uma diversidade cultural popular, perde-se o referencial para a confrontação de saberes, essencial à contextualização, descaracterizando o conhecimento escolar. E essa repressão discriminatória acentua-se quando um conhecimento é considerado superior ao outro, desconsiderando o que Freire (1987, p.68) tão bem ponderou “não há saber mais ou saber menos, há saberes diferentes”. Dessa forma, o professor e a escola têm:

o dever de não só respeitar os saberes com que os educandos, sobretudo os das classes populares, chegam a ela – saberes socialmente construídos na prática comunitária -, mas também [...], discutir com os alunos a razão de ser de alguns desses saberes em relação com o ensino dos conteúdos. (FREIRE, 2021, p. 31)

Isto posto, é na relação dialógica entre o conhecimento científico e cotidiano no qual não há imposição, mas mediação docente com articulação e reflexão das experiências, que os discursos podem ser (re)construídos de forma contextualizada com ressignificação, à luz da ciência.

Assim, é preciso romper com a ‘epistemofobia’²⁰ sendo relevante considerar que a contextualização da aprendizagem se dá pela relação que o discente estabelece com o que é ensinado e a sua própria vida. Nessa conjuntura o saber cotidiano se estabelece como uma diretriz na qual “o senso comum precisa ser transformado em bom senso, este entendido como a elaboração coerente do saber e como explicitação das intenções conscientes dos indivíduos livres” (ARANHA & e MARTINS,1993, p. 35).

Nesse ínterim, ao analisar as questões político- históricas percebemos o quão importante é a percepção de que fatos não podem ser analisados isoladamente, é preciso contextualizar e

²⁰ Termo usado no contexto educacional, no qual os conhecimentos cotidianos dificilmente são valorizados, predominando uma cultura hegemônica. Foi empregado por Hilton Japiassu (1934-2015), filósofo brasileiro com vasta produção científica sobre interdisciplinaridade tendo sido orientado em seu doutorado por Georges Gusdorf.

possibilitar a criticidade frente ao que nos é apresentado, conforme afirma Lopes (1999, p. 108) “o domínio do conhecimento científico é necessário, principalmente, para nos defendermos da retórica científica que age ideologicamente em nosso cotidiano. Para vivermos melhor e para atuarmos politicamente no sentido de desconstruir processos de opressão”.

Dessa forma:

há necessidade de uma escola em que as pessoas possam dialogar, duvidar, discutir, questionar e compartilhar saberes. Onde há espaço para transformações, para as diferenças, para o erro, para as contradições, para a colaboração mútua e para a criatividade. Uma escola em que os professores e alunos tenham autonomia, possam pensar, refletir sobre o seu próprio processo de construção de conhecimentos e ter acesso a novas informações. Uma escola em que o conhecimento já sistematizado não é tratado de forma dogmática e esvaziado de significado. (REGO, 2003, p. 118)

Concordo com a autora quando retrata a escola viva com participação efetiva de discentes e docentes considerando que,

À comunidade científica cabe a construção do novo conhecimento, a busca pelo desconhecido, a retificação do já sabido. A comunidade escolar, ao contrário, trabalha com a aceitação prévia do conhecimento produzido em outras instâncias e tem por objetivo torná-lo ensinável, acessível ao nível de compreensão do estudante. (LOPES, 1997, p. 52)

E é nessa dinâmica que o conhecimento científico e o cotidiano se confrontam, emergindo o conhecimento escolar no qual o docente tem o papel de mediador sem descaracterizar a história cultural, mas possibilitando a discussão no qual o conhecimento científico representa “todo conhecimento objetivo, verdadeiro em termos absolutos, não ideológico por excelência, sem influência da subjetividade e, fundamentalmente, descoberto e provado a partir dos dados da experiência, adquiridos por observação e experimentação” (LOPES, 1999, p. 6).

Enfim, são nas relações de diálogo e conflito entre conhecimentos cotidianos e científicos, nos entrecruzamentos, que o conhecimento escolar é construído cabendo a reflexão de que “ninguém consegue identificar-se com sua atividade humano-genérica a ponto de poder desligar-se inteiramente da cotidianidade” (HELLER, 2004, p. 17).

2.2 Ensino de Evolução Biológica: entraves e possibilidades

O ensino de evolução biológica é permeado por entraves em que as concepções prévias dos estudantes sobre a vida na Terra podem se apresentar diferentes daquelas que são aceitas cientificamente. Tais diferenças podem gerar conflitos nas práticas do ensino que podem contribuir para formas de negacionismo e/ou desqualificação dos conhecimentos científicos.

Muitas vezes, os discentes trazem para a escola concepções acerca do mundo biológico e crenças religiosas que podem orientar para interpretações distorcidas e/ou superficiais acerca dos conhecimentos da teoria evolutiva. Ademais, essas informações, sem fundamentação científica, podem ser fortalecidas pela mídia de massa, o que pode exercer forte influência em grande parte da população (SANTOS & CALLOR, 2007).

Assim, concepções e valores de ordem religiosa e cultural parecem corroborar para a resistência ao lidar com a temática, assim como a falta de domínio de conceitos relacionados a evolução por alguns docentes, a divulgação de vídeos sem embasamento científico, sites com informações duvidosas que refletem o obscurantismo científico e/ou as relações de poder, representações gráficas inadequadas, entre outras.

Nesse contexto citamos como exemplo,

a fila indiana da evolução humana, liderada pelo *Homo sapiens* e iniciada por um primata pequeno semelhante a um chimpanzé, o *Australopithecus* (ou mesmo um chimpanzé verdadeiro em algumas das suas variações), é um exemplo claro da permanência de falsas concepções científicas, disseminadas na cultura de massa. A iconografia canônica da evolução (como é chamada por Gould, 1989) esconde uma das maiores deturpações da teoria da evolução: a ideia de progresso na história biológica. A fila indiana é considerada a escalada do mundo orgânico em direção à melhoria e ao aperfeiçoamento, empurrado naturalmente pelo processo evolutivo, um tipo de “evolução” linear que remonta à *Scala Naturae* aristotélica e seus degraus de aumento de complexidade. (MAYR, 2000, apud SANTOS & CALLOR, 2007, p. 4).

Frente ao exposto, é preciso refletir que

[...] nós podemos ajudar os alunos a considerarem suas aulas de ciência interessantes e desafiadoras sem que sejam entendidas como ameaçadoras. O ensino eficaz nesta área, não só poderá ajudar os alunos a aprenderem sobre a teoria da evolução, mas também a compreenderem melhor o modo como a ciência é feita, os procedimentos através dos quais o conhecimento científico se acumula, as limitações da ciência e as formas pelas quais este difere das outras formas de conhecimento [...] (REISS, 2011, p.13)

Considerando a evolução como um eixo que perpassa as ciências biológicas assumindo um caráter interdisciplinar/transdisciplinar é relevante dialogar com a temática de forma contextualizada, considerando os aspectos socioculturais. A utilização de abordagens metodológicas com questões problematizadoras que estimulam a pesquisa, possibilitando o confronto de saberes e a (re)construção de conceitos com embasamento científico através de atividades investigativas favorecem a aprendizagem. Além disso, é relevante evidenciar a história do pensamento evolutivo considerando o tempo em que os conceitos foram e vem sendo construídos, assim, podemos ter melhor entendimento da natureza da ciência no qual há de se considerar a coerência das concepções em cada época.

Ademais, reitero que a utilização de cladogramas constitui um recurso estratégico favorável ao ensino de evolução biológica, entretanto,

a concepção dos professores precisa estar aliada à ideia de que as filogenias não representam cenários conclusivos sobre a história evolutiva dos organismos estudados, e sim hipóteses transitórias sobre as relações de parentesco, baseadas em conjuntos particulares de dados. Ao apresentar o conhecimento científico como dinâmico e não hermético, a abordagem filogenética pode trazer a discussão sobre a filosofia das ciências para a sala de aula, especialmente sobre conceitos relacionados à natureza transitória das teorias e a importância do espírito crítico em relação aos métodos e hipóteses. (SANTOS & CALOR, 2007, p. 01)

Dessa forma, os cladogramas proporcionam a sistematização de áreas de conhecimentos ao relacionar os estudos em genética, embriologia, paleontologia, fisiologia, citologia, zoologia, botânica, entre outros para sintetizar o processo evolutivo das espécies no qual as relações de parentesco são estabelecidas em função das homologias. Nesse processo é importante considerar que “o professor de biologia tem um grande aliado para desenvolver discussões em classe: os convites ao raciocínio” (KRASILCHIK, 2011, p.82).

Nesse contexto, a exploração com abordagem investigativa no qual o docente atua como mediador proporciona uma aprendizagem real e significativa tendo o discente como protagonista no processo de aprendizagem.

2.3 Ensino por investigação: uma abordagem diferenciada ao ensino

Segundo Zompero & Laburú (2016, p. 13) “ao estudarmos o histórico do ensino de Ciências encontramos diversas [...] tendências. [...] Entre essas tendências pode ser citada o ensino por investigação [...] que recebeu grande influência de John Dewey²¹” que evidenciou a experiência vivenciada como indissociável ao processo de aprendizagem no qual a mesma é ressignificada.

[...] a experiência, para ser educativa, deve conduzir a um mundo expansivo de matérias de estudo, constituídas por fatos ou informações, e de ideias. Esta condição somente é satisfeita quando o educador considera o ensino e aprendizagem como um processo contínuo de reconstrução da experiência. (DEWEY, 1958, p. 118)

O método que Dewey escolheu para fazer isso foi chamado de “teoria da investigação”, uma ideia baseada na concepção de que a mudança do ambiente ocasiona problemas de adaptação que devem ser resolvidos por meio de uma investigação onde várias hipóteses são examinadas. As teorias filosóficas tradicionais são então vistas como meios de fornecer hipóteses a serem testadas.

Considerando o pensamento de Dewey saliento que o conhecimento escolar reflete essa essência no qual conhecimentos cotidiano e científico são confrontados, sem perda das identidades. É nessa relação dialógica entre os saberes que o “fazer científico” possibilita o exercício de habilidades argumentativas frente à problematização, sendo assim o ponto de partida do processo de investigação no qual o discente pode ser protagonista.

Ora,

[...] é necessário entender que o problema nas atividades investigativas tem a função de mediar as relações entre professor e aluno, uma vez que os questionamentos em torno do problema pelo professor encontram-se vinculados tanto à ação investigativa dos estudantes, quanto à elaboração das explicações sobre o fenômeno em estudo. Isso indica que os problemas nessa perspectiva de ensino são importantes para o trabalho em sala de aula, uma vez que o seu foco é mediar o processo de construção de conhecimento do sujeito. (SOLINO & GEHLEN, 2014, p. 149)

²¹ Filósofo e pedagogo norte-americano. Defendeu a ideia de unir a teoria e a prática no ensino. Foi um dos fundadores da Escola filosófica de Pragmatismo, pioneiro em psicologia funcional, e representante principal do movimento da Educação Progressiva. Disponível em: <https://andragogiabrasil.com.br/john-dewey/> Acesso em: 27 fev 2022.

Nessa perspectiva, ao propor um problema orientando as reflexões para a construção de um novo conhecimento, o docente estimula e medeia o aprendizado de forma contextualizada partindo da problematização no qual são considerados os conhecimentos prévios, pois

[...] os alunos geralmente usam os seus pré-conhecimentos, muitas vezes baseados no senso comum, para responder a indagação de seus professores. É a partir das respostas dos alunos que o professor tem a possibilidade de reelaborar sua aula, estabelecendo uma ponte a partir das “hipóteses” apresentadas pelos estudantes até o conhecimento científico. (HOFFMANN; NAHIRNE; STRIEDER, 2017, p.92)

Logo, correlacionar os conhecimentos prévios/cotidianos ao estudo é uma diretriz enriquecedora ao ensino por investigação no qual, a partir deles surge o embate frente ao conhecimento científico, com respeito aos posicionamentos. Dessa forma, nasce o conhecimento escolar.

Essa proposta de ensino deve ser tal que leve os alunos a construir seu conteúdo conceitual participando do processo de construção e dando oportunidade de aprenderem a argumentar e exercitar a razão, em vez de fornecer-lhes respostas definitivas ou impor-lhes seus próprios pontos de vista transmitindo uma visão fechada das ciências. (CARVALHO, 2004)

Segundo Sasseron (2015) a interação é necessária à abordagem investigativa cabendo ao docente promover e orientar o percurso na resolução do problema, no levantamento e teste de hipóteses e na elaboração de respostas. Desse modo, o aluno vivencia o método científico adquirindo autonomia na construção do conhecimento.

Cabe ressaltar a importância do erro na construção do conhecimento no qual, sendo trabalhado e superado pelo aluno, ensina muito mais que muitas aulas expositivas possibilitando a construção do conhecimento pelos discentes a partir deles (CARVALHO, 2013; CURY, 1994). Dessa forma, ao provocar o desequilíbrio, o erro desperta a busca pela superação.

É nessa reflexão sobre o problema e na busca de ações para resolvê-lo que o ensino por investigação se configura como abordagem didática significativa à aprendizagem. Mas é preciso uma boa mediação para que o foco investigativo não se perca, de forma que

[...] ao longo da investigação, ao permitir e promover situações em que ocorram interações discursivas, o professor poderá oferecer condições para que a argumentação surja. Para isso é necessário que ele se atente ao trabalho de organização e análise dos dados e informações existentes e questione sempre os alunos, ao propor perguntas de tal modo que seja possível analisar

observações feitas e/ou hipóteses levantadas e contrapor situações. (SASSERON, 2013, p. 47-48)

Ademais, é preciso considerar a importância da interação social entre os sujeitos envolvidos, pois “as mais elevadas funções mentais do indivíduo emergem de processos sociais” (VIGOTSKY, 1984 apud CARVALHO, 2013, p. 3-4) e nessas interações sucessivas o professor tem papel significativo sendo suporte nas (re)construções para ressignificação de conceitos. Isto posto, cabe possibilitar a cooperação entre os estudantes promovendo o raciocínio e as habilidades discentes.

Dessa forma, subsidiado pela abordagem investigativa, percebe-se que “todo conhecimento é resposta a uma pergunta. Se não há pergunta não há conhecimento científico. Nada é evidente. Nada é gratuito. Tudo é construído” (BACHELARD, 1996, p. 18). A partir da problematização, das argumentações, das reflexões em um ambiente colaborativo, tendo o docente como mediador, a autonomia e o protagonismo discente ganham destaque, afinal, o aluno é o ator principal do processo.

CAPÍTULO 3 PERCURSO METODOLÓGICO: CONSTRUINDO O ALMANAQUE

3.1 Revisitando o passado como fonte de inspiração

Logo que iniciei o curso de mestrado do PROFBIO, ao pensar no produto que poderia desenvolver, me veio à mente a possibilidade de produzir um almanaque com abordagens didáticas acerca de um tema complexo e essencial ao entendimento dos conhecimentos em Biologia: a evolução biológica. Segundo Le Goff (1990) o almanaque, originariamente popular, era confeccionado com material de baixo custo, o que facilitava a sua aquisição. Seu estilo textual com muitas ilustrações, curiosidades, dicas de saúde, religiosidade, anedotas chamavam a atenção de leitores com diferentes níveis de conhecimento.

Ao mergulhar nos estudos para a produção do almanaque percebi as muitas variações do uso e das definições ao longo da história que me fizeram pensar nas formas que os almanaques assumiram em tempos e espaços específicos, haja vista o significado etimológico da palavra almanaque²². Assim, para conhecer um pouco dessas vertentes revisei o passado e a partir do século XVIII mergulhei em seu encantamento, observando a riqueza textual inerente à sua construção que, certamente, seriam subsídios consideráveis à produção do almanaque *Evolução em foco*.

De acordo com Le Goff (1994), a partir da segunda metade do século XVIII os almanaques passam a apresentar em seu texto anedotas, textos divertidos incluindo fábulas, contos e canções, atingindo um público com pouco ou nenhum conhecimento. Gradualmente outros discursos, com uma linguagem não tão popular passaram a estar presentes permitindo a divulgação do conhecimento científico e um enfoque mais organizado do imaginário popular passível de mudança ao longo do tempo.

²² Do árabe almanakh: Tem várias hipóteses para sua origem. A mais sóbria diz que vem de al-manaj, o círculo dos meses: *manaj* parece ser a arabização do vocábulo latino *manacus*, que designava o círculo do relógio solar que marca a sucessão dos meses. Combina com a finalidade primordial dos almanaques, que sempre foi a de publicar o calendário com as estações, a luação, os eclipses etc. Outra hipótese, muito mais imaginativa, também passa pelos árabes: o vocábulo viria de *al-manah*: lugar onde se para numa viagem, local onde o camelo descansa, referindo-se às 12 paradas que a Terra faria no seu trajeto ao redor do Sol, nas casas do zodíaco, e lembrando, ao mesmo tempo, o local onde os condutores de caravanas estacionavam para descansar e trocar entre si notícias, histórias curiosas e fatos pitorescos, bem ao modo dos almanaques modernos. Disponível em: <https://www.dicionarioetimologico.com.br/almanaque/> Acesso em: 03 nov 2020.

Em suma, através da circulação, a cultura escrita presente no almanaque pôde alcançar diversos espaços ao longo da temporalidade.

(...) Desde o século XVIII ou o século XVII, mesmo antes, o almanaque é um gênero ao mesmo tempo literário e editorial utilizado para difundir textos de natureza extremamente diferente. Daí o sucesso perpetuado de um livro que pode ser ao mesmo tempo útil e prazeroso, didático e de devoção, tradicional e “esclarecido”. Essa diversidade organiza a tipologia das obras, dos simples calendários, que indicam os santos de cada dia e as fases da lua, até os almanaques poéticos ou enciclopédicos. Ela se encontra igualmente no seio de muitos almanaques compostos de textos capazes de responder a todas as demandas, de satisfazer a todas as necessidades. (CHARTIER, R., 1999, p. 139-142)

Possuindo elementos da cultura popular e sendo veículo da divulgação científica, publicitária, literária entre outras, o almanaque abrange saberes do senso comum e do conhecimento erudito, sendo a informação e a comunicação realizada através de uma linguagem de fácil compreensão que proporciona grande interação com o leitor.

Para Eça de Queirós (1945, p. 513) o “almanaque é o livro disciplinar que coloca os marcos, traça as linhas dentro das quais circula, em precisão, toda a nossa vida social”. Tais palavras salientam a amplitude dos gêneros encontrados nos almanaques, de marcador do tempo a uma categorização enciclopédica com a abordagem de gêneros discursivos em edições diversificadas com propagandas de diversas empresas que o patrocinavam, afinal, por abordar um pouco de tudo, conter gêneros textuais diversificados e ter um caráter lúdico atingia um grande público. Segundo o autor, em suas páginas havia verdades capitais da humanidade que forneciam um modelo de organização do dia a dia.

Assim, considerando toda essa versatilidade aconchegante e popular criei o almanaque *Evolução em foco* tendo como personagens os atores da evolução e meus chamegos, os discentes, no qual o personagem criado, Darwinilson, está incluso.

3.2 Entrelaçando emoções, ideias e conhecimentos

O almanaque esteve presente na minha infância. Lembro-me das histórias, dos personagens se destacavam e como os temas eram abordados de forma descontraída, tendo também informações sobre conhecimentos de intelectuais, ideias educacionais e propagandas. Trazia em suas páginas pequenos textos envolventes que agradavam diferentes gerações, sendo

um produto de grande circulação. Difícil era não o encontrar nos diferentes espaços que visitava, algumas vezes o recebia como brinde, em algumas lojas que visitava.

Dessa forma, considerando as boas lembranças, busquei trazer para o almanaque *Evolução em Foco* essa proposta de interação com o leitor de forma envolvente, prazerosa, desafiante e com um toque de ludicidade considerando que “o lúdico [...] desperta prazer, quando estimulamos a criatividade e desenvolvemos o conhecimento” (SANT’ANNA e NASCIMENTO, 2001, p. 20) e que a experiência gera autoconhecimento, maturação e trocas interpessoais no qual as atividades lúdicas no espaço pedagógico vão além de brincadeiras e jogos, funcionam como recursos de formação e autodesenvolvimento (LUCKESI, 2004). Nesse contexto, o lúdico é o ápice de uma realização que proporciona prazer considerando a experiência vivenciada conforme descrito por Luckesi, 1998, p.27:

[...] tenho tido a tendência em definir a atividade lúdica como aquela que propicia a “plenitude da experiência”. [...] O que mais caracteriza a ludicidade é a experiência de plenitude que ela possibilita a quem a vivencia em seus atos. [...] Brincar dá prazer a quem se dispõe a vivenciar essa experiência.

Ao unir uma atividade agradável ao conteúdo educacional diferentes habilidades podem ser desenvolvidas sendo a memorização reflexo da vivência da experiência o que possibilita autonomia e aprendizagem.

Ademais, por apresentar conhecimentos eruditos e populares, sendo um gênero de fácil acesso e assimilação, utilizando diversas linguagens sem uma rigidez formal, admitindo vários recursos motivadores como imagens, personagens entre outros, o almanaque mostra-se como um recurso didático favorável ao ensino, com múltiplas possibilidades de interação.

3.3 A Construção do almanaque *Evolução em foco*

Na realização das atividades laborativas, ao longo de minha trajetória profissional no ensino de Biologia, sempre percebi a resistência de muitos estudantes em relação aos conteúdos referentes à evolução quando estes tinham como ponto de partida a apresentação das teorias evolutivas. Por isso, inicio as atividades do almanaque com o tema *mutações*, com atividades investigativas acerca do significado de evolução biológica e, posteriormente, as relações filogenéticas em uma perspectiva evolutiva. Entre uma atividade e outra são apresentadas algumas tirinhas em quadradinhos que podem ser problematizadas. Além disso, há atividades que

proporcionam momentos de descontração com a resolução de caça-palavras, coordenadas e associações de imagens às histórias evolutivas, entre outras. Nesse percurso metodológico, as teorias evolutivas passam por uma percepção histórica surpreendente na qual os discentes relacionam a história do pensamento evolutivo aos fatos atuais, o que exerce fascínio, uma vez que podem vislumbrar como em épocas tão distantes permeadas por dificuldades, resistências e com falta de aparato tecnológico para as atividades experimentais, os atores da evolução produziram com maestria, as suas teorias. Assim, busco resgatar esse reconhecimento aos personagens da história evolutiva, conectando o presente com a Teoria da Evolução de Charles Darwin e Alfred Russell Wallace, destacando as contribuições fundamentais de Lamarck e Gregor Mendel, afinal: “Nada em biologia faz sentido exceto à luz da evolução” (DOBZHANSKY, 1973).

Nesse contexto, o leitor é um estudante do ensino médio, protagonista nas ações investigativas. A proposta é mediada por personagens da história da ciência tais como: Lamarck, Darwin, Wallace e Mendel. E temos ainda o Darwinilson, um aluno mediador que interage a todo momento com os colegas de sua turma.

O almanaque *Evolução em foco*, apresenta duas seções com perguntas que despertam a curiosidade, tendo como questões problematizadoras: *A evolução sempre favorece os melhores genótipos?* e *Como quem não tem boca come?* A terceira seção, que é considerada *bônus*, trazem as perguntas: *Por que tanto corona? Variantes virais, o que têm a ver com evolução?* Essa atividade foi inserida no almanaque considerando-se o período pandêmico durante o qual este trabalho foi produzido. Considerei esta atividade como uma oportunidade de divulgação científica, com possibilidade de promover a desconstrução de conceitos negacionistas divulgados pelas Fake News, tendo como referencial a seriedade de ciência.

Em “*A evolução sempre favorece os melhores genótipos?*” a ênfase foi relacionar a evolução ao processo de mudança e que essa ocorre ao longo do tempo, nas diferentes populações. Dessa forma, considerei a temática *anemia falciforme* cuja abordagem investigativa permitiu a percepção de que as mutações ocorrem ao longo do tempo em diferentes populações e que estas podem ser favoráveis ou não, considerando as condições presentes. Ademais, as reflexões possibilitaram uma correlação da alteração de genes para anemia falciforme como característica evolutiva selecionada e transmitida de geração em geração em determinadas regiões geográficas com alta incidência de malária, o que proporcionou a análise acerca do significado de evolução biológica, desmistificando a sua

associação a progresso. A atividade também pôde ser explorada em uma perspectiva interdisciplinar em uma retrospectiva histórica associando a migração e miscigenação de grupos populacionais com a dispersão do alelo *S* para diversas regiões da África, assim como para o continente europeu²³.

Atividades envolvendo coordenadas e caça-palavras dão tom descontraído, motivante, lúdico, dinâmico, prazeroso e com possibilidades de discussão e associação com as tarefas anteriormente realizadas. Cabe ressaltar a *investigação* na pergunta intencionalmente provocativa quanto ao significado de evolução biológica: “A evolução *sempre favorece os melhores genótipos?*” que proporciona a análise de evolução/mutação ao acaso e não finalidade de favorecimento em populações.

Na segunda seção *Como quem não tem boca come?* propõe-se uma análise investigativa acerca dos meios para obtenção de nutrientes pelos seres vivos. Nessa etapa são utilizados pequenos vídeos para análise sobre as formas de captura de alimentos por alguns protozoários, seguida de pesquisa sobre a temática, envolvendo a diversidade de seres vivos. Esta, culmina com a investigação de algumas características relacionadas à nutrição, considerando os táxons de poríferos a cordados. Posteriormente, a filogenia é analisada com a construção de um cladograma no qual podem ser exploradas as relações evolutivas desses animais. Nessa atividade estabelece-se uma conexão de conteúdos em biologia, considerando a formação dos folhetos embrionários às novidades evolutivas, evidenciando a formação de tecidos e órgãos e correlacionando-os ao processo de nutrição.

As atividades são intercaladas com associações de imagens aos filós para recorte/colagem e análise de como os animais obtêm energia para as atividades vitais com a identificação de estruturas envolvidas no processo de digestão dos alimentos. Tirinhas em

²³ Segundo Pena (2008) “[...] além da África subsaariana, o alelo beta^S e a anemia falciforme podem ser vistos na África do Norte, Grécia, Itália, Oriente Médio, Península Arábica, Índia e até na China. A razão dessa ampla distribuição ficou mais clara com os avanços em genética molecular humana. Estudos de marcadores genéticos que flanqueiam o gene da beta-globina mostraram que, na verdade, aconteceram várias mutações beta^S independentes que se estabeleceram em populações expostas à malária falciparum. Quatro das mutações ocorreram na África e receberam os nomes das respectivas regiões geográficas em que se fixaram: tipo Senegal, tipo Camarões, tipo Benin e tipo República Centro-africana (também chamada tipo Banto). A quinta mutação beta^S, denominada tipo Árabe-Indiano, não ocorre na África e sim, como o nome indica, na Ásia Menor e Índia. [...] a anemia falciforme não é uma “doença de negros” nem uma “doença africana”, mas sim uma doença eminentemente geográfica, produto de uma estratégia evolucionária humana para lidar com a malária causada pelo *Plasmodium falciparum*”. Disponível em: <https://cienciahoje.org.br/coluna/anemia-falciforme-uma-doenca-geografica/#:~:text=Deve%20ficar%20bem%20claro%2C%20ent%C3%A3o,mal%C3%A1ria%20causada%20pelo%20Plasmodium%20falciparum>. Acesso em: 10 jun 2022.

quadrinhos divertidas instigam a investigação estabelecendo uma conexão entre os mecanismos evolutivos. Estas também estão presentes em uma Oficina: *repensando a evolução*, na qual os discentes, juntamente com Darwinilson, *viajam* pelo Beagle em um convite feito por Darwin, analisam os Tentilhões de Galápagos, o melanismo industrial, a diversidade genética e a seleção natural. A utilização de vídeos, histórias em quadrinhos, associações dos tentilhões aos tipos de alimentos, a interação dos atores da evolução com o personagem Darwinilson/turma e vice-versa proporcionam descontração, envolvimento e conexão dos conteúdos através do eixo evolutivo.

Na seção *bônus: Por que tanto corona? Variantes virais, o que têm a ver com evolução?* Darwinilson dialoga com o professor Mendel acerca das variantes virais tendo como parâmetro a Pandemia da Covid-19. Busco assim, orientar os estudantes a construir respostas às problematizações com a formulação e análise de hipóteses, tendo como suporte questões que levam à reflexão e interação das atividades presentes no almanaque, como por exemplo, analisando mutações que afetam as propriedades de um vírus como a transmissão ou gravidade.

Finalizando as atividades no almanaque, Darwinilson convida os discentes a pesquisarem a biografia de Lamarck, Wallace, Darwin e Mendel, personagens da história evolutiva, corroborando com os embates e (re)construção do conhecimento escolar. Na proposição das atividades considerei relevante respeitar os diversos posicionamentos e promover a reconstrução de saberes para a compreensão dos conhecimentos acerca da evolução, com embasamento científico. Assim, mergulhando na versatilidade textual do almanaque, seu estilo aconchegante e envolvente, criei o almanaque *Evolução em foco* com abordagem investigativa.

CAPÍTULO 4 PERCURSO METODOLÓGICO: O ALMANAQUE EM AULAS DE BIOLOGIA

Neste capítulo é apresentado o percurso metodológico realizado para a organização e desenvolvimento desta dissertação. Portanto, são aqui abordados os aspectos éticos envolvidos, os instrumentos utilizados para a produção de dados, a exposição do itinerário metodológico com análise, discussão e problematização dos resultados da produção do almanaque e de sua aplicação em turmas de ensino médio de uma escola estadual do Rio de Janeiro.

4.1 A Ética na Pesquisa

Considerando que “toda pesquisa envolvendo seres humanos deverá ser submetida à apreciação de um Comitê de Ética em Pesquisa” conforme a resolução nº 466 de 12 de dezembro de 2012 do Conselho Nacional de Saúde e da Resolução nº 510 de 07 de abril de 2016 do Conselho Nacional de Saúde²⁴, o projeto de produção e aplicação do almanaque foi submetido por meio da Plataforma Brasil, sob o nº CAAE 444.33021.4.0000.5257, ao Comitê de Ética e Pesquisa do Hospital Universitário Clementino Fraga Filho/HUCFF/UFRJ em 11 de março de 2021, tendo sido aprovado em 17 de maio de 2021 (Anexo A). Ressalto também que a Direção do colégio autorizou o desenvolvimento da pesquisa conforme declaração de anuência (Anexo B).

Devido ao período pandêmico, época em que as aulas foram suspensas presencialmente, no período de março de 2020 a novembro de 2021, ocorrendo de forma totalmente remota, no qual a baixa frequência evidenciada pela falta de aparato tecnológico e mudança radical na rotina que levou ao abalo físico e psicológico provocado pela situação atípica vivenciada, foi solicitada ao Comitê de Ética e Pesquisa do HUCFF/UFRJ a extensão do prazo para aplicação do produto desenvolvido: almanaque *Evolução em foco*, inicialmente prevista para ser realizada no período de julho a novembro de 2021 para o período de novembro a março de 2022. Tal solicitação foi aprovada, considerando a extensão do prazo para defesa do Trabalho de

²⁴ Dispõe sobre as normas aplicáveis a pesquisas em Ciências Humanas e Sociais cujos procedimentos metodológicos envolvam a utilização de dados diretamente obtidos com os participantes ou de informações identificáveis ou que possam acarretar riscos maiores do que os existentes na vida cotidiana. Disponível em: Disponível em: Disponível em: <http://www.unirio.br/cchs/eb/news/comunicado-sobre-a-resolucao-no-510-de-07-de-abril-de-2016-cns> Acesso em 10 abr 2022.

Conclusão de Mestrado pela Comissão Nacional do PROFBIO, inicialmente prevista para fevereiro de 2022, passando para agosto de 2022.

A aplicação do almanaque teve início após aprovação do parecer consubstanciado do Comitê de Ética em Pesquisa do CFCH, sendo realizado o contato com a Direção e Coordenação da escola para apresentação das atividades investigativas, seguida da distribuição e recolhimento dos termos de consentimento e assentimento livre e esclarecido (Apêndices C, D e E). Os discentes envolvidos na pesquisa eram das turmas de segundo ano do Ensino Médio que tiveram a matrícula renovada para a terceira série do Ensino Médio, para o ano de 2022.

4.2 Local da Pesquisa e público-alvo

Participaram das atividades 30 alunos com idade entre 16 e 21 anos, matriculados no 3º ano do Ensino Médio, em uma unidade escolar da cidade de Niterói que pertence à Secretaria de Educação do Estado do Rio de Janeiro. A referida escola oferta as seguintes modalidades de Ensino: Fundamental, Médio (Ensino Regular e Programa do Ensino Médio Inovador/PROEMI), Ensino Profissionalizante (Administração), Núcleo de Educação de Jovens e Adultos (NEJA), atendendo a cerca de 1.228 alunos.

A escolha dessa série é justificada pelo fato dos conteúdos referentes à Biotecnologia serem abordados no 3º ano do ensino médio, sendo necessários conhecimentos prévios acerca do estudo sobre material genético e por considerar a interrupção das aulas presenciais nos períodos de março de 2020 a novembro de 2021 devido a Pandemia da Covid-19, no qual a maioria dos alunos apresentou defasagem de conteúdos relativos às séries anteriores, sendo um deles relacionados ao ensino de evolução. Além disso, pela possibilidade de conexão dos conhecimentos biológicos por meio do eixo evolutivo propiciando uma aprendizagem integrada, almejando também um melhor desempenho no Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) para os discentes que buscam disputar uma vaga para continuidade dos estudos em uma Universidade Pública. Os alunos foram estimulados a participar das atividades, voluntariamente e ativamente sendo convidados a avaliarem o produto, posteriormente.

4.3 Levantamento das concepções prévias dos estudantes

Buscando analisar as concepções prévias dos discentes acerca da *evolução*, considerando o conhecimento cotidiano e escolar dos estudantes, o déficit de conteúdos devido ao isolamento social imposto aos discentes e docentes no período de março de 2020 a novembro de 2021 pelo advento da pandemia da Covid-19, os questionários (Apêndices G e H) com perguntas abertas e fechadas para averiguar as concepções dos alunos sobre evolução, subsidiar a elaboração do recurso metodológico foram aplicados no mês de novembro de 2021, época em que o ensino totalmente presencial foi retomado. Os dados coletados serviram de base para elaboração de gráficos viabilizando a interpretação e a análise de resultados. Para construir esses elementos representativos foi utilizado programa Microsoft 365 Excel 2020.

O questionário 1 (Apêndice G) apresentou questões abertas sobre o tema *evolução* sendo a primeira pergunta: O que você entende por evolução biológica? Nessa questão, 10 alunos relacionaram evolução biológica com mutações, mudanças, adaptação das espécies ao longo do tempo apresentando como justificativas: *“as alterações que acontecem ao longo do tempo podem proporcionar uma melhor adaptação ao meio ambiente”*, *“a evolução é algo que ocorre naturalmente, a mudança pode favorecer as espécies através do tempo”* e *“evolução biológica é o processo de modificação e adaptação das espécies”*; 08 alunos registraram que evolução biológica tem a ver com transformação em algo melhor, conforme comentários transcritos a seguir: *“antigamente nós éramos macacos e graças a evolução passamos de Homo sapiens aos humanos de hoje”*, *“quando estamos evoluindo nos transformamos em algo melhor”*, *“evoluir é aprimorar a espécie, é progredir, ter força, inteligência e capacidade de se reproduzir”*. Um dos discentes alegou que *“não procura entender evolução biológica e discorda de muita coisa”*, 08 disseram não saber o significado e 03 não responderam. É relevante considerar que a maioria dos participantes (20 discentes) apresentaram equívocos em suas respostas ao relacionarem evolução biológica a progresso com sobrevivência dos fortes, entretanto, foi apresentada uma relação de evolução com capacidade de reprodução, o que pode ser explorado, tendo em vista que evolução biológica envolve descendência, sendo essa vinculada à mudança gênica dentro de uma população através dos tempos, a longo prazo, considerando que genes “favoráveis” podem passar a ser “desfavoráveis” se as condições mudarem no futuro. Segundo Silva & Silva (2009) a evolução biológica ocorre por meio de mutações aleatórias que nem sempre são benéficas e não podem ser controladas. Em *“o homem evoluiu do macaco e o homem moderno corresponde à evolução do Homo sapiens”* ficou evidenciada a “marcha para o

progresso”, *como se* ocorresse um refinamento evolutivo ou escalada evolutiva, fato que, muitas vezes, é mostrado equivocadamente através de imagens, onde homínídeos em fila são liderados pelo *Homo sapiens*, em uma escala progressiva. Ademais, nessa questão há o que “*não procura entender evolução, mas ao mesmo tempo discorda de muita coisa*”, é perceptível a resistência à discussão e ao confronto de saberes, tal fato é justificado por Alteres e Alteres (2001), pois a teoria da evolução biológica é um tema considerado controverso, as atitudes em sua direção são quase sempre influenciadas por ideias, memórias, experiências e concepções de evolução diferentes das estabelecidas pela ciência.

Na segunda pergunta: Você já ouviu falar de Charles Darwin? O que você sabe sobre ele? Uma quantidade considerável respondeu positivamente: 20 alunos, entretanto, 06 desses discentes alegaram que não *se lembram de nada sobre ele*. Deram como resposta negativa à pergunta, 09 estudantes; 01 discente preferiu não responder. Dos 14 alunos que responderam *sim*, ao complementarem a questão, caracterizaram Charles Darwin como: “*naturalista, biólogo que estudava a evolução*”, “*cientista que viajou pelo mundo estudando as espécies*”, “*pessoa importante para a Biologia que criou a Teoria de Darwin*”, “*Darwin estudou e criou a teoria de evolução das espécies*”, “*foi um pesquisador, principalmente de espécies*”, “*Darwin revolucionou os conceitos de evolução*”, “*um cientista que ficou famoso com a teoria da evolução*”. As complementações das respostas pelos discentes evidenciaram conhecimentos acerca do evolucionista.

Na terceira questão: Qual a importância da evolução biológica? Responderam “*não sei*” 07 alunos, 01 discente não quis responder. 19 alunos evidenciaram, equivocadamente, que há objetivo na evolução e que a adaptação surge em resposta à necessidade imposta levando ao aprimoramento da espécie: “*ajudam os seres vivos a viverem melhor no ambiente e até mesmo a mudarem de habitat*”; “*é importante para melhorar a adaptação do ser ao mundo*”, “*é fundamental ao aprimoramento da espécie*”, “*aperfeiçoa a espécie no local onde vive*”. “*para aprimorar a espécie*”. As respostas, mostram o processo evolutivo como se este estivesse relacionado a um propósito pré-determinado, numa perspectiva teleológica, o que não é aceita nos modelos científicos (SEPULVEDA & EL HANI, 2007). A percepção evolutiva dos discentes vincula-se a melhoramento, progresso. Três discentes associaram a evolução à diversidade genética, à especiação e da necessidade do conhecimento evolutivo para tratamentos eficazes: mutações/variantes virais/vacinas, destacando também, indiretamente, a ancestralidade comum e o parentesco evolutivo entre as espécies: “*evolução biológica está*

relacionada a evolução dos vírus, é importante saber sobre evolução para criar vacinas”, “porque permite ver que os seres vivos estão conectados”, “se não houvesse a evolução não teríamos novas espécies”.

Considerando a quarta pergunta “Existe relação entre material genético e Evolução Biológica? Se sim, o que você sabe sobre isso?” Responderam “*sim*” 24 alunos; 02 deixaram a questão em branco; 02 alegaram não terem certeza; 02 disseram que “*não*”. Os 24 discentes que responderam “*sim*” afirmaram que “*a evolução é passada para as gerações futuras por meio do material genético*”, “*a alteração do material genético pode levar à mutação e evolução*”, “*a evolução acontece na mutação do DNA*”, “*ambos possuem relação com o DNA*”, “*para criar imunizantes é necessário material genético*”. Há associação do material genético com evolução, pela maioria dos alunos, entretanto, é viável ressaltar que o surgimento de novos alelos está relacionado à mutação e migração e que alterações por mutação na frequência gênica são lentas e a evolução envolve mudanças genéticas em populações.

Em: “Você acha que evolução biológica é sinônimo de progresso?” Responderam “*sim, a evolução é sinônimo de progresso*” 22 alunos, 03 disseram que “*não*”, 04 discentes alegaram “*não sei*”, 01 aluno respondeu: “*nem sempre*”. Como justificativa para o “*sim*” os discentes alegaram: “*Evolução sempre vem para melhorar, mas nem todas as evoluções são boas*”, “*Evolução aprimora os seres*”, “*evolução muda para melhor*”, “*muitas coisas mudaram através dos séculos até os dias de hoje*”, “*com a evolução os seres vão viver mais e vão ser resistentes às doenças*”, “*antigamente nós não conseguíamos andar de forma ereta*”. A justificativa do aluno que respondeu “*nem sempre*” foi: “*alguns seres vivos, no processo evolutivo, podem perder suas habilidades*”. Tendo como referência a resposta da maioria dos alunos percebemos que há uma associação do significado de evolução com melhoramento, tal concepção já era percebida por Darwin quando preferia o uso do termo “descendência com modificação” à evolução. Segundo Futuyma (1992), a “teoria sintética da evolução” concebe que apenas mudanças nas populações, herdadas via material genético de uma geração para outra, são consideradas evolutivas, mas “reconhecer que o sentido da palavra depende do contexto intelectual em que eles ocorrem, mudando ao longo do tempo, poderia ser uma das formas das contribuições da história da ciência para a formação escolar” (MATTEUS, 2002, p. 44). Isto posto, os equívocos quanto ao significado de evolução podem estar atrelados a diferentes contextualizações em épocas distintas. Destaco a percepção do discente que

evidencia em sua resposta a “*perda de habilidade no processo evolutivo por alguns seres*” onde essa perda de habilidade, nesse caso, estaria relacionada a alelos benéficos, por deriva genética.

No questionário 2 (Apêndice H) com questões objetivas, os discentes puderam analisar quatro afirmativas: “A evolução busca a perfeição da espécie” (Figura 4.4.1), “o ser humano é a espécie mais evoluída dos seres vivos” (Figura 4.4.2), “Macacos e seres humanos possuem ancestrais comuns” (Figura 4.4.3), “As espécies são fixas e imutáveis (Figura 4.4.4)” assinalando como respostas: concordo totalmente, concordo parcialmente, discordo parcialmente, discordo totalmente e não tenho opinião a respeito. Os resultados apresentados são evidenciados nos gráficos a seguir:

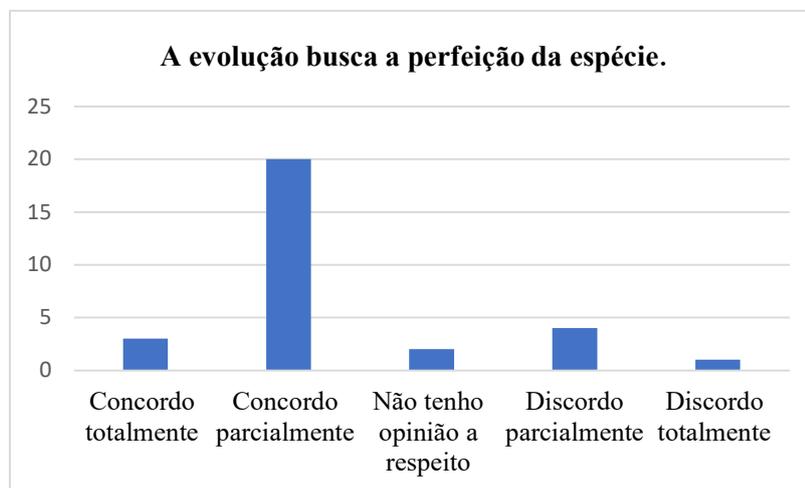


Gráfico 1 - respostas dos discentes à afirmativa: *A evolução busca a perfeição da espécie* (n=30)

Somente 01 aluno discordou totalmente da afirmativa, o que evidencia o equívoco quanto ao entendimento do significado de evolução biológica pelos demais alunos: finalidade de aprimoramento, conforme resultado apresentado no qual 20 concordaram parcialmente e 04 discordaram parcialmente, o que expressa dúvidas quanto ao significado de evolução biológica, 02 não manifestaram opinião e 03 discentes concordaram totalmente com a afirmativa.

Quanto à segunda afirmativa:

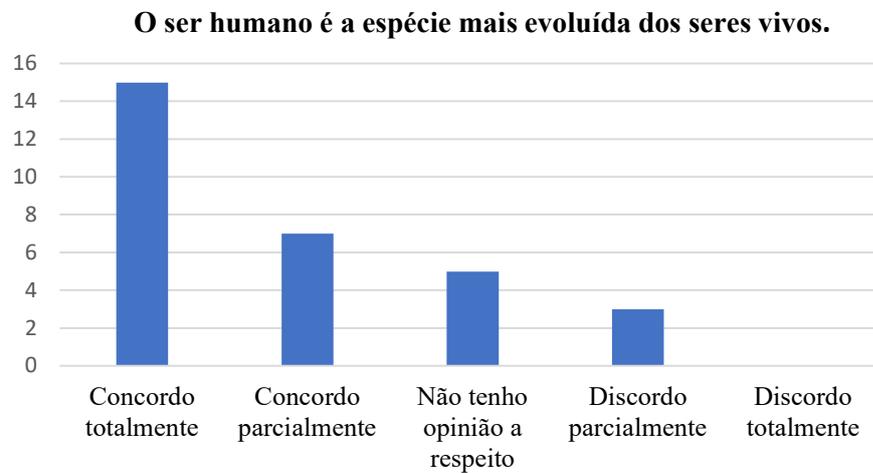


Gráfico 2 - respostas dos discentes à afirmativa: *O ser humano é a espécie mais evoluída dos seres vivos.* (n=30)

15 alunos concordaram totalmente, 07 parcialmente, 05 não omitiram opinião a respeito, 03 discordaram parcialmente e nenhum discente discordou totalmente. O resultado ressalta o equívoco em considerar a superioridade humana frente aos demais seres vivos. Segundo Araújo (1992), a ideia de progresso está ancorada no senso comum de que a espécie humana representa o ápice da Evolução. No entanto, qualquer grupo atual de organismos representa o ápice da sua própria Evolução, logo qualquer um pode ser usado como referencial para critérios de progresso.

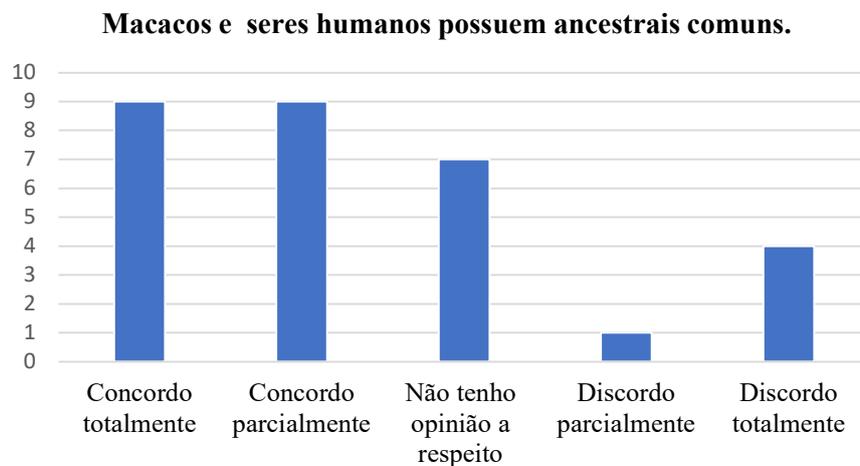


Gráfico 3 - respostas dos discentes à afirmativa: *Macacos e seres humanos possuem ancestrais comuns.* (n=30)

09 discentes concordaram totalmente, 09 concordaram parcialmente, 04 discordaram totalmente, 01 discordou parcialmente e 07 não opinaram. Um número considerável, 21 discentes demonstraram conflito, discordância ou omissão frente à análise da afirmativa. Entender o significado de ancestralidade exige maior conhecimento dos processos evolutivos, sendo mais simples associar a origem do homem a partir do macaco (CARNEIRO, 2004), dessa forma, apesar da afirmativa evidenciar o termo *ancestralidade comum*, há equívocos quanto ao entendimento, além do mais a temática é permeada por resistências o que é evidenciado no resultado.

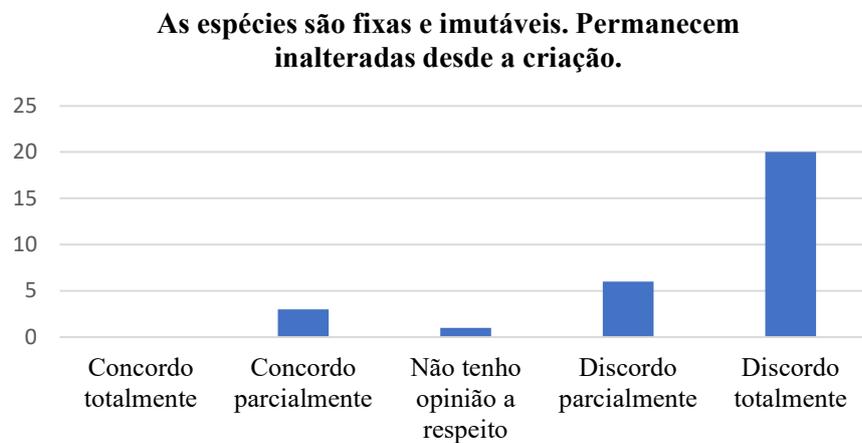


Gráfico 4 - respostas dos discentes à afirmativa: *As espécies são fixas e imutáveis. Permanecem inalteradas desde a Criação.* (n=30)

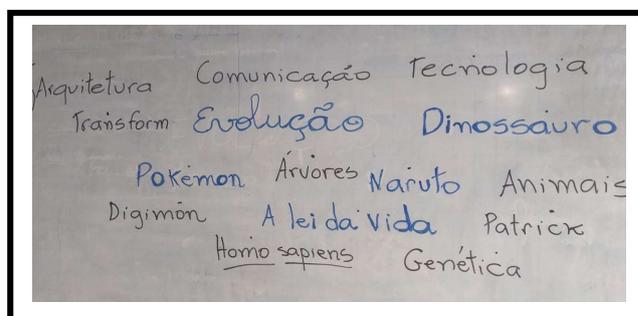
Para essa afirmativa nenhum discente concordou totalmente, 03 concordaram parcialmente, 20 discordaram totalmente, 06 discordaram parcialmente e 01 não emitiu opinião a respeito. Interessante a percepção de que o *fixismo* foi excluído pela maioria dos discentes, nenhum aluno concordou totalmente com a afirmativa.

4.4 Aplicação do produto: almanaque *Evolução em foco*

Tendo sido aplicado os questionários referentes aos conhecimentos prévios, no mês de novembro de 2021, ao iniciar o ano letivo em fevereiro de 2022 foi realizada uma revisão de conteúdo do ensino médio durante os meses de fevereiro e março, tendo em vista o ensino totalmente remoto e/ou híbrido. Cabe ressaltar que devido à Pandemia da Covid-19 grande parte dos alunos não conseguiu acompanhar e desenvolver as atividades remotamente, seja por falta de aparato tecnológico, acesso à rede internet ou devido à vivência de problemas ocasionados pela situação atípica e preocupante. Revisar conteúdos sobre ácidos nucleicos, síntese de proteínas e Leis de Mendel foi fundamental à realização das atividades no almanaque, pois muitos alunos demonstraram lembrarem parcialmente os conceitos básicos, alguns alegaram desconhecer tais conteúdos.

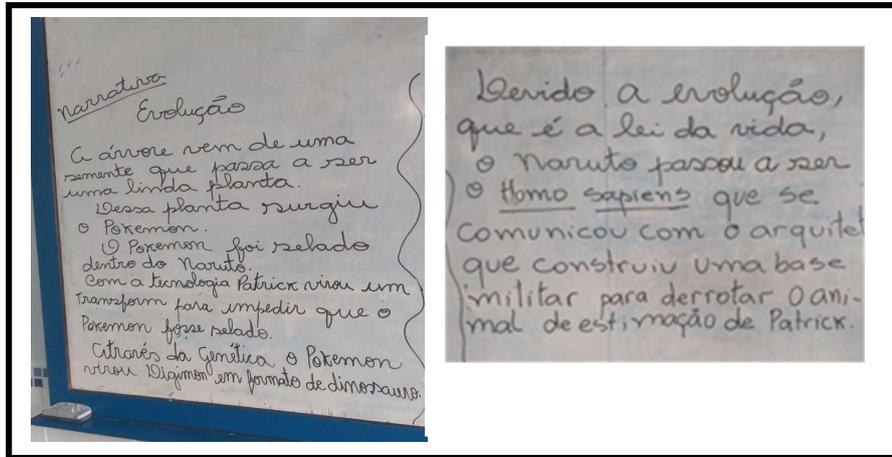
Em 29/30 de março e 05/06 de abril de 2022 os discentes realizaram as atividades no almanaque *Evolução em foco*. Considerando que os participantes tinham aulas da disciplina Biologia em dias diferentes, foram utilizadas 4h/a para cada grupo, em duas semanas de atividades. Esclarecemos que em função do calendário escolar e do cronograma estabelecido pela escola, no qual também foram incluídas avaliações externas da Secretaria do Estado de Educação, a aplicação corresponde à primeira atividade “A evolução sempre favorece os melhores genótipos?”.

A atividade teve início com uma conversa acerca do significado das palavras *evolução* que deu origem a uma *nuvem de palavras* (Figura 4.5.1) sendo o ponto inicial para uma análise mais profunda. Essa atividade foi realizada oralmente no qual os discentes foram convidados a falar palavras que poderiam ser relacionadas ao termo “Evolução”, posteriormente foi criada uma narrativa com as palavras presentes na nuvem de palavras.



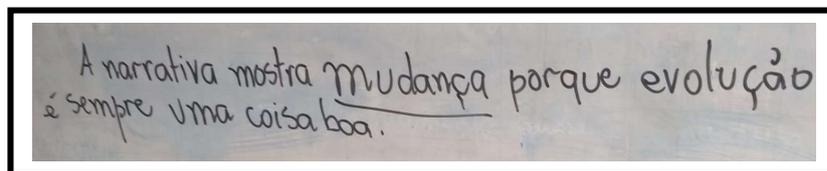
Fotografia 1 - Nuvem de palavras: vocábulos relacionados à *evolução* – criação discente com mediação docente - Fonte: Vieira, 2022

A partir da *nuvem de palavras* criou-se uma narrativa coletiva (Figura 4.5.2), com mediação docente:



Fotografia 2 - Narrativa criada pelos discentes a partir da *nuvem de palavras* com mediação docente. Fonte: Vieira, 2022

Posteriormente, a turma fez a síntese da narrativa em uma frase (Figura 4.5.3) na qual demonstraram a percepção do significado de *evolução* como *mudança*, caracterizando-a como sendo *sempre uma coisa boa*.



Fotografia 3 – Síntese da narrativa pelos discentes, com mediação docente. Fonte: Vieira, 2022

Os discentes mostraram-se muito participativos nessa atividade. A riqueza de informações obtidas através da análise da narrativa será apresentada no capítulo 5.

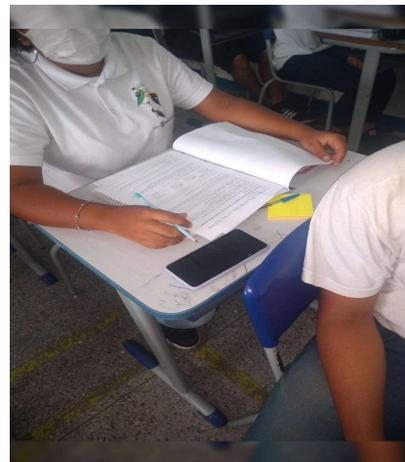
Dando continuidade à atividade, apresentei uma questão para análise:

“Em nosso dia a dia utilizamos o verbo ‘evoluir’ em diferentes contextos. Dizemos, por exemplo, que um time evoluiu quando melhorou sua colocação em um campeonato. Falamos de evolução tecnológica quando comparamos objetos, como um celular, uma TV entre outros, ao longo do tempo (evolução tecnológica). Existe diferença entre os termos “evolução biológica” e a palavra “evolução”, utilizada no cotidiano?”

Em seguida, cada aluno (a) recebeu um exemplar do almanaque (Figuras 4.5.1 e 4.5.2) de minha autoria: *Evolução em foco* (Apêndice B) contendo atividades investigativas com ênfase ao significado de evolução biológica, possibilitando também envolvimento e discussão de conteúdos inerentes à temática, assim como a realização de atividades lúdicas presentes nas tirinhas em quadrinhos, passatempos, entre outras. Embora muitas das discussões fossem em grupo achei viável que todos tivessem o material para melhor leitura e análise das questões. Dessa forma, a observação discente “pressupõe a integração do investigador ao grupo investigado, ou seja, o pesquisador deixa de ser um observador externo dos acontecimentos e passa a fazer parte ativa deles” (BONI & QUARESMA, 2005, p. 71).

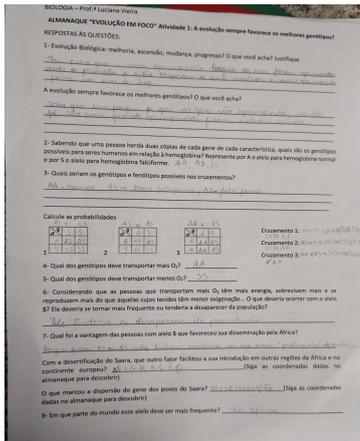


Fotografia 4 - Almanaque *Evolução em foco* para as atividades junto aos discentes. Fonte: Vieira, 2022

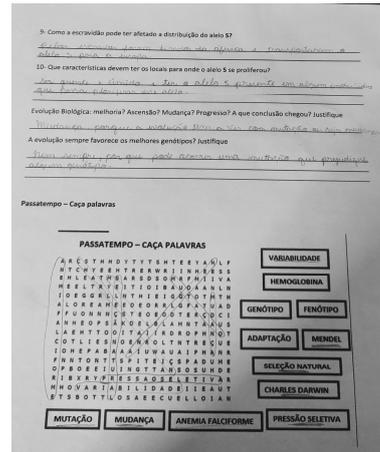


Fotografia 5 - Apreciação discente do produto: almanaque *Evolução em foco*. Fonte: Vieira, 2022

Na realização das atividades no almanaque, orientei para que as respostas fossem dadas em folha avulsa (Figuras 4.5.3 e 4.5.4), possibilitando a reutilização do material em suas aulas.



Fotografia 6 - Folha avulsa 1 para respostas às atividades propostas no almanaque *Evolução em foco*. Fonte: Vieira, 2022



Fotografia 7 - Folha avulsa 2 para respostas às atividades propostas no almanaque *Evolução em foco*. Fonte: Vieira, 2022

Ao receberem o material os discentes, primeiramente, o folhearam apreciando as ilustrações e achando engraçado os personagens, principalmente o “Darwinilson” que já se apresentou como seu colega de turma.

Como resposta aos questionamentos iniciais do personagem: “Evolução biológica: melhoria, ascensão, mudança, progresso?” e “A evolução sempre favorece os melhores genótipos?” foram apresentados os seguintes resultados (Figuras: 4.5.5 e 4.5.6), considerando os trinta participantes da pesquisa (n=30):

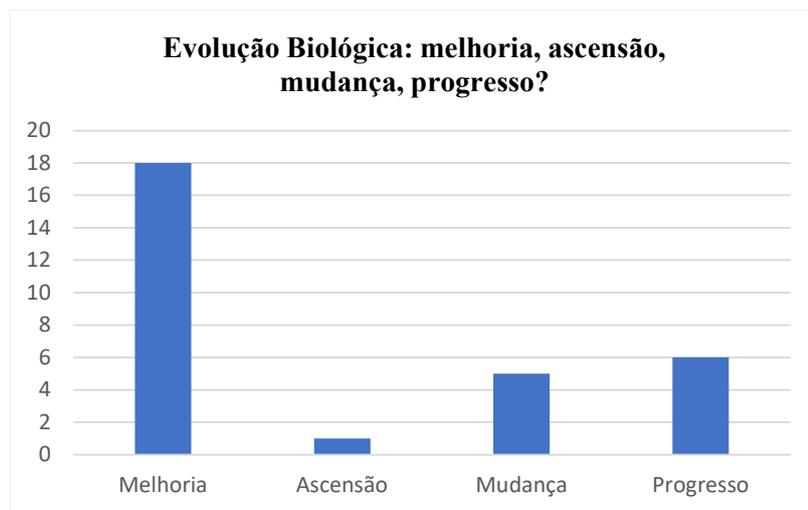


Gráfico 5 - respostas dos discentes à pergunta: *Evolução biológica: melhoria, ascensão, mudança, progresso?* (n=30)

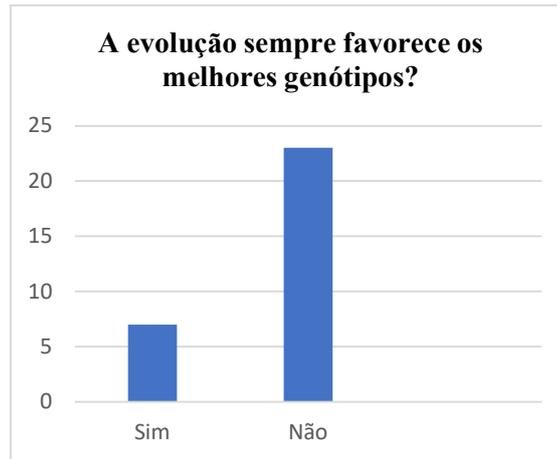


Gráfico 6 - respostas dos discentes à pergunta: *A evolução sempre favorece os melhores genótipos?* (n=30)

“Evolução Biológica: melhoria, ascensão, mudança, progresso?” 18 alunos deram como resposta, melhoria; 01 ascensão, 05 mudança e 06 consideraram evolução biológica como progresso. Observamos equívocos em sua maioria, 25 discentes, que podem ser observados nos seguintes registros, os quais transcrevo:

“Evolução Biológica é melhoria porque todos os genes passam por evolução e se evoluem, melhoram”; “Na evolução biológica ocorre adaptação conforme a necessidade do ser”; “pelos equipamentos que hoje existem só pode ser melhoria”; “na evolução biológica as espécies vão se adaptando conforme a necessidade, vão melhorando”; “a evolução biológica ocorre de acordo com o que o organismo precisa para viver”; “Evolução biológica é progresso dos genótipos”; “Eu acho que é uma aprimoração porque os seres foram aprimorados desde os primatas e então chegaram a uma melhor e mais aprimorada forma nos dias de hoje”; “O próprio nome já fala: evolução, então, é progresso”.

Para os que consideraram evolução biológica como mudança as justificativas foram: *“a evolução biológica depende de vários fatores podendo ser boa ou ruim, dependendo da região”; “eu acho que é mudança que vai levar a algum favorecimento”; “pra mim é mudança, não especificando se é boa ou má”.*

Em “A evolução sempre favorece os melhores genótipos”? 23 discentes responderam não, 07 acharam que sim. Transcrevo abaixo as justificativas apresentadas:

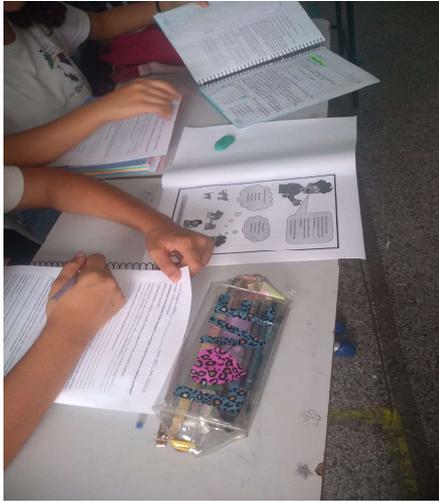
“Não acho que a evolução ocorra de acordo com o que o organismo precisa para viver”. “A evolução não favorece os melhores genótipos porque a mutação depende de vários fatores”; “Vai depender do ambiente que pode escolher o que é melhor”; “Evolução nem sempre favorece os melhores genótipos, tem doenças que são passadas de geração em geração”; “Nem sempre temos os melhores genes”; “A evolução não favorece os melhores genótipos, vai depender da situação, do lugar, aí vão ser considerados os indivíduos que possuem os genes mais saudáveis”; “Eu acho que sim, a evolução sempre favorece os melhores genótipos porque os genes são aprimorados, se eles já são bons, quando aprimorados ficam melhores ainda”.

Em seguida os estudantes puderam ler e analisar um pequeno texto que evidenciava a Primeira Lei de Mendel destacando uma mutação do gene que codifica a hemoglobina cuja forma mutante dá origem à hemácia falciforme. As imagens presentes no texto corroboraram para a associação de conceitos no qual os discentes estabeleceram a conexão das ilustrações representativas das hemácias com a mutação no DNA. Segundo Rama e Vergueiro (2009) a associação de imagens e textos [...] é capaz de despertar o interesse do leitor pela informação, além de auxiliá-lo no entendimento do conteúdo, uma vez que a imagem dá um significado concreto, menos abstrato, ao texto.

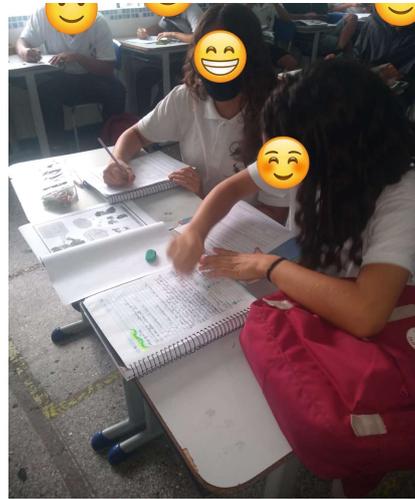
Dessa forma, após a leitura, análise e discussão sobre a temática foram realizadas atividades envolvendo a Primeira Lei de Mendel e da herança do gene para a anemia falciforme. Nesse momento, os alunos tiveram a oportunidade de realizar cruzamentos entre indivíduos *normais* e *portadores* do gene da anemia falciforme, sendo realizados os seguintes questionamentos: “Qual dos genótipos deve transportar mais O₂? “Qual dos genótipos deve transportar menos O₂? O personagem Darwinilson, juntamente com os discentes, após análise dos genótipos e fenótipos apresentaram a hipótese: *“Pessoas que transportam mais O₂ têm mais energia, sobrevivem mais e se reproduzem mais do que aquelas cujos tecidos têm menor oxigenação...”* A partir dessa dedução foram feitos os questionamentos: Considerando o que foi dito, o que deveria ocorrer com o alelo *S*? Ele deveria se tornar mais frequente ou desaparecer da população? E Darwin convida os discentes para uma viagem ao passado, na África, onde o alelo *S* se dispersou.

Percebemos que a atividade, mediada pelo docente na figura de Darwin, possibilitou o envolvimento dos discentes (Figuras: 4.5.3 e 4.5.4) com estímulo à curiosidade, principalmente

porque as tarefas não traziam respostas diretas, mas situações problematizadoras com análise de fatos que corroboraram para a (re)construção de conceitos.



Fotografia 8 - Análise, discussão e elaboração de hipóteses pelos discentes - atividades no almanaque *Evolução em foco*. Fonte: Vieira



Fotografia 9 - Realização das atividades no almanaque *Evolução em foco*, pelos discentes – Fonte: Vieira 2022

Ademais, a interação através de passatempos como caça-palavras, siga as coordenadas proporcionaram momentos de descontração e ludicidade, o que agradou muito aos discentes. Dessa forma, na atividade investigativa: “A evolução sempre favorece os melhores genótipos?” presente no almanaque *Evolução em foco*, os mecanismos básicos da evolução foram explorados tendo como base a abordagem investigativa. Ora, para que uma atividade possa ser considerada uma atividade de investigação, a ação do aluno não deve se limitar apenas ao trabalho de manipulação ou observação, ela deve também conter características de um trabalho científico: o aluno deve refletir, discutir, explicar, relatar, o que dará ao seu trabalho as características de investigação científica (AZEVEDO, 2006).

Assim, quando ocorre a problematização sobre a dispersão do gene *S* para diversas regiões geográficas utilizando-se da breve retrospectiva histórica acerca de movimentos migratórios, a incidência de malária e sua relação quanto ao aumento da frequência de genes relacionados à anemia falciforme, as questões iniciais “Evolução Biológica: melhoria? Ascensão? Mudança? Progresso?” e “A evolução sempre favorece os melhores genótipos?” são retomadas e, novamente analisadas obtendo-se os seguintes resultados comparativos, ou seja, antes e após a utilização das atividades do almanaque *Evolução em foco* (Figuras: 4.5.5 e 4.5.6):

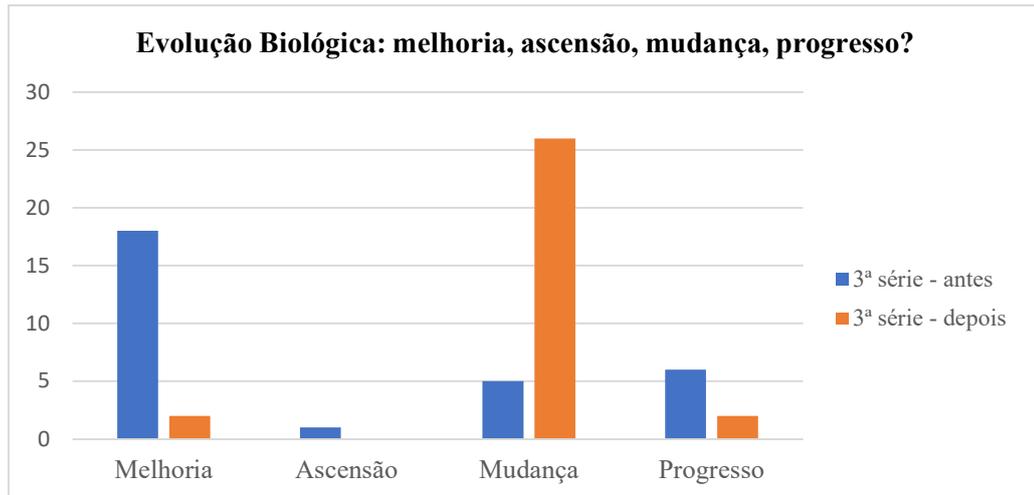


Gráfico 7 - Comparação das respostas à pergunta: *Evolução Biológica: melhoria, ascensão, mudança, progresso?* – Antes e depois das atividades no almanaque

Considerando as respostas anteriores à aplicação das atividades do almanaque percebemos que 18 alunos acham que evolução é “melhoria”; 01 “ascensão”, 05 “mudança” e 06 “progresso”. Percebemos uma alteração significativa nas respostas, após a utilização das atividades no almanaque: somente 02 discentes acham que evolução biológica é “melhoria”, 26 dão como resposta “mudança”, 02 alunos acham que é “progresso” e nenhum estudante veem “melhoria” como comparativo para evolução biológica.

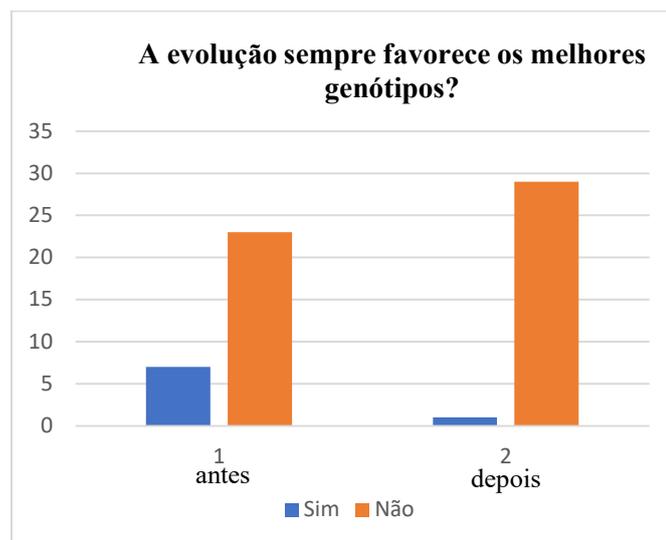


Gráfico 8 - Comparação das respostas à pergunta: *A evolução sempre favorece os melhores genótipos?* (n=30) antes e depois a realização das atividades no almanaque

Antes da realização das atividades no almanaque 07 discentes achavam que a evolução favorecia os melhores genótipos, após a realização das atividades somente 01 discente manteve a opinião inicial. Responderam “não” inicialmente 23 alunos, posteriormente 29 discentes.

4.5 Avaliação do produto: almanaque *Evolução em foco*

Ao término da atividade presente no almanaque *Evolução em foco* foi solicitado aos discentes que respondessem a um questionário de avaliação sobre o almanaque com perguntas abertas e outras semifechadas (Apêndice I).

4.5.1 Avaliação pelos alunos do Ensino Médio

1) Em sua opinião a atividade pode ser considerada:

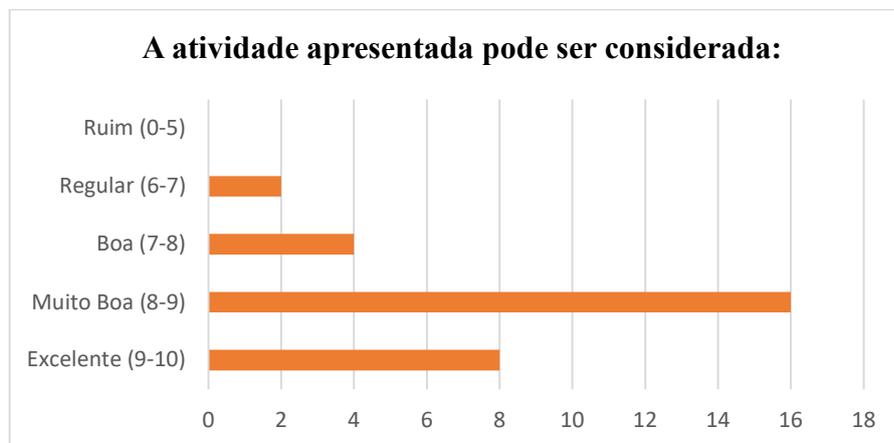


Gráfico 9 - Avaliação da atividade apresentadas no almanaque, pelos discentes. (n=30)

26,7% dos alunos consideraram a atividade “excelente”, 53,3% que a atividade foi “muito boa”, 13,3% que foi “boa”, 6,7% “regular” e “ruim” não foi escolhido.

2) Como você considera a realização das atividades no almanaque sobre Evolução Biológica?

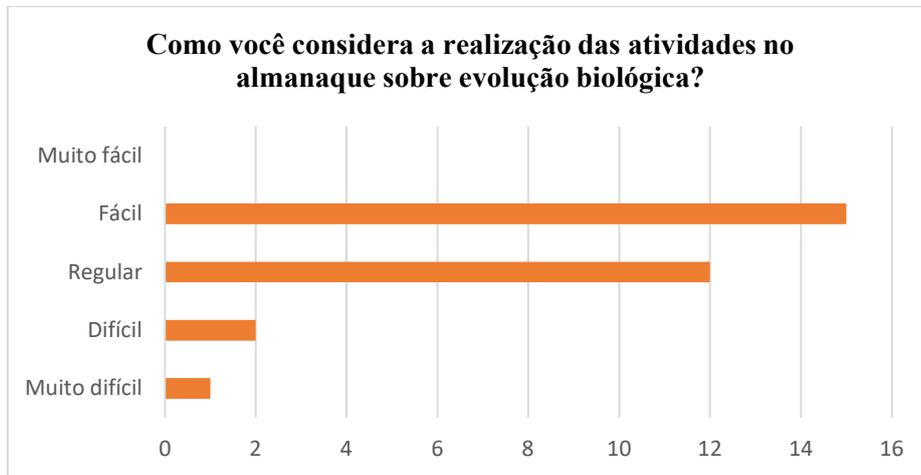


Gráfico 10: Avaliação da atividade realizada no almanaque, pelos discentes: *Como você considera a realização das atividades no almanaque sobre evolução biológica?* (n=30)

“Muito fácil” não foi escolhido, 50% consideraram as atividades “fáceis”, 40% a consideraram como “regular”; 6,7% como “difícil” e 3,3% como “muito difícil”.

Por que você achou isso?

50% dos alunos evidenciaram que as atividades do almanaque “*facilitaram a compreensão da matéria*”; 40% que “*as atividades estavam interessantes, os personagens e caça palavras divertidos e que a forma como a professora encaminhou a atividade facilitou o entendimento*”; 7% que “*tinha que ter muita atenção e precisou da orientação da professora muitas vezes*”, 3% por possuir “*dificuldade pessoal na disciplina Biologia*”.

3) A atividade ajudou a entender o assunto trabalhado?

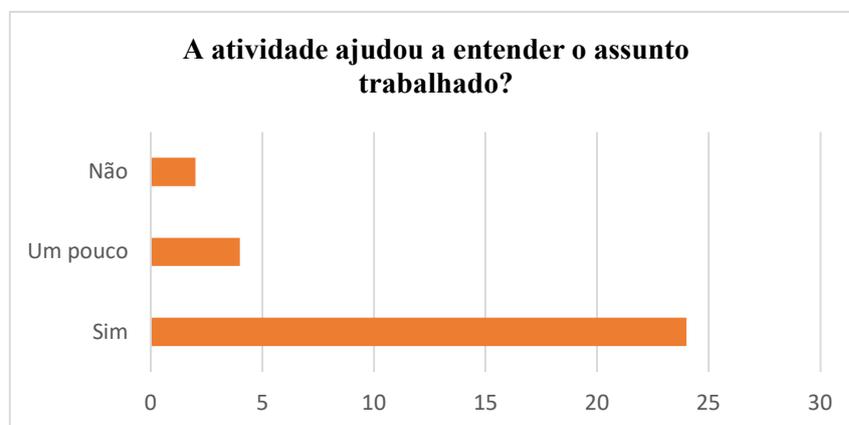


Gráfico 11 Avaliação discente: *A atividade ajudou a entender o assunto trabalhado?* (n=30)

80% dos alunos responderam “sim”, 13,3% “um pouco” e 6,7% “não”.

Antes da atividade eu pensava que:

70% “*seria muito complexo realizar as atividades, era difícil entender Biologia*”, 25% que “*seria fácil, pois já entendiam um pouco o assunto*”; 5% “*não ajudaria muito, Biologia é difícil*”.

Depois de realizar as atividades no almanaque eu (aprendi que/entendi que/verifiquei que)

40% que “*o almanaque mostrou que existem maneiras melhores para aprender conteúdos que parecem complexos*” 7% que “*melhorou um pouco a aprendizagem, mas ainda não entende algumas coisas*”; 35% “*foi fácil entender o assunto porque estava bem explicado*”; 5% “*não tive que pensar muito para fazer as atividades, consegui responder logo*”; “*ter célula falciforme pode ser bom em algumas situações como no caso da África subsaariana que é uma região quente com muito mosquito transmissor, alelos selecionados tinham vantagens*”, 11% “*que genética e evolução tem tudo a ver com a diversidade*”; 2% “*a Biologia é uma matéria um pouco complicada para mim*”.

CAPÍTULO 5 REFLEXÕES E PROBLEMATIZAÇÕES EM DIÁLOGO COM O CONHECIMENTO ESCOLAR EM BIOLOGIA

Ao iniciar esse capítulo repenso Freire (2021, p. 47) “Ensinar não é transferir conhecimento, mas criar as possibilidades para a sua própria produção ou a sua construção” afinal, é nessa perspectiva que esse trabalho foi produzido, no qual as problematizações com abordagem investigativa propiciaram troca de experiências, considerando que “quem ensina aprende ao ensinar e quem aprende ensina ao aprender”. (FREIRE,2021, p.25). E é nessa troca que reflito sobre a experiência do *fazer docente* e do *protagonismo discente* considerando a abordagem investigativa e o entrelaçamento dos conhecimentos cotidiano e científico na construção do conhecimento escolar.

5.1 Concepções em evidência

Considerando que as concepções discentes são o ponto de partida para o planejamento de atividades escolares e que essas possuem diversidades que direcionam o processo ensino e aprendizagem evidencio a riqueza de saberes frente à temática em questão. Nesse contexto, em meio às problematizações iniciais no qual foram apresentadas questões abertas acerca da evolução biológica foi interessante perceber traços do conhecimento escolar evidenciados em respostas, como: “[...] a mudança pode favorecer as espécies”; “as alterações que ocorrem ao longo do tempo podem proporcionar uma melhor adaptação ao ambiente”, “evolução é algo que acontece naturalmente [...]”; “Darwin era naturalista [...] que estudava a evolução”; “revolucionou os conceitos de evolução”; “estudou e criou a teoria da evolução das espécies”; “evolução biológica está relacionada à evolução do vírus e é importante saber sobre evolução para criar vacinas”; “a evolução é passada para as gerações futuras por meio do material genético”; “a alteração do material genético pode levar a evolução”; “a evolução acontece com a mutação do DNA”; “nem todas as evoluções são boas”.

Da mesma forma, ao analisar as questões fechadas, quando foram apresentadas afirmativas acerca da evolução observei quão rica é a possibilidade exploratória frente aos conhecimentos discentes, o que me fez deleitar sobre os possíveis confrontamentos acerca dos saberes cotidiano e científico, considerando que o conhecimento escolar também estava

presente em algumas falas discentes na qual “[...] a diversidade de conhecimentos sem hierarquizações absolutas faz da escola claramente um campo de expressão dos embates entre diferentes saberes [...]” (LOPES, 1997, p. 109).

Assim sendo, muitos foram os equívocos acerca da evolução biológica como: “*antigamente éramos macacos e graças a evolução passamos de Homo sapiens aos humanos de hoje*”; “*evoluir é fundamental ao aprimoramento da espécie*”; “*evolução muda para melhor*”; entre outras citadas no capítulo quatro, seção 4.4, as quais também considero uma riqueza, pois esses passam a ter caráter construtivo para a aprendizagem considerando o quanto podem auxiliar no processo de mediação, sendo significativos aos momentos de reflexão e investigação (RAMOS, 1999).

Ademais, é relevante perceber que a interação social entre os discentes e docente, em meio a essa diversidade de conhecimentos, gera (re)construção no qual:

O professor construirá, a cada dia, a sua docência dinamizando seu processo de aprender. Os alunos construirão, a cada dia, a sua discência, ensinando, aos colegas e ao professor, novas coisas. Mas, o que avança mesmo nesse processo é a condição prévia de todo aprender ou de todo conhecimento, isto é, a capacidade construída de, por um lado, apropriar-se criticamente da realidade física e/ou social e, por outro, de construir sempre mais e novos conhecimentos (BECKER, 2001, p. 9).

Desse modo, estudantes e docente em interação vivenciam a dinâmica do ensinar e aprender, considerando que

nas desequilibrações sucessivas, o conhecimento exógeno é complementado por reconstruções endógenas que são incorporadas ao sistema do sujeito. As estruturas cognitivas utilizáveis na abordagem de objetos e fatos são então desenvolvidas, propiciando o progresso na construção do conhecimento (CARVALHO *et al*, 1992, p. 86).

Frente ao exposto, as concepções prévias estão ancoradas em estruturas cognitivas no qual o confronto de saberes promove a (re)construção do conhecimento de forma significativa, uma vez que fatos observados e analisados se articulam com as concepções discentes e proporcionam a discussão, considerando que a *descoberta do novo* não é dada, mas mediada pelo docente, tendo como base o conhecimento científico para a produção do conhecimento escolar.

5.2 Problematizações em ação

E nessa aprendizagem mútua eis que me vejo investigando acerca da conexão das palavras citadas pelos discentes em uma narrativa coletiva acerca do significado da palavra *evolução*: *Evolução*: “a **árvore** vem de uma semente que passa a ser uma linda planta. Dessa planta surge o **Pokémon**²⁵. O Pokémon foi selado²⁶ dentro do **Naruto**²⁷. Com a **tecnologia**, **Patrick** virou um **Transform**²⁸ para impedir que o *Pokémon* fosse selado. Através da **Genética** o Pokémon virou **Digimon**²⁹ em formato de **dinossauro**. Devido à evolução, que é **a lei da vida**, o Naruto passou a ser o *Homo sapiens* que se **comunicou** com o **arquiteto** para construir a base militar de Patrick”.

Nessa análise percebo o quão surpreendente são as conexões dos significantes e significados que fazem parte do pensamento juvenil no qual a mídia exerce grande influência, haja visto o personagem Pokémon citado pelos discentes, entre outros.

Dessa maneira, as percepções referentes à evolução biológica, em uma construção coletiva, puderam ser observadas e analisadas por mim. Importante perceber que na narrativa aparecem as palavras *tecnologia*, *genética*, *dinossauro* e *Homo sapiens* que foram associadas à Evolução. Destaco o trecho: “*Devido à evolução, que é a lei da vida, o Naruto passou a ser o Homo sapiens*”, evidenciando um personagem que “*evoluiu*” se *transformando* na espécie humana, sendo esse processo evolutivo, a lei da vida. Certamente, percebi o quanto uma atividade simples pode ser provocativa e como as “falas discentes” fornecem múltiplas possibilidades exploratórias para que o embate de conhecimentos aconteça, como por exemplo, ao contrastar os fenômenos reais com os dos animes Pokémon, Digimon entre outros, boas discussões sobre evolução, partindo das mídias e das culturas juvenis, se apresentam.

²⁵ Pokémons são criaturas fictícias pertencentes à série Pokémon. Segundo Lopes & Lopes (2017, p. 70) no Pokémon, os animais “evoluem” e transformam-se em outras formas, com mais poderes, porém, o conceito de evolução no jogo é equivocado, na verdade o que ocorre é a metamorfose dos personagens. Disponível em: https://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:_V6c046aowkJ:https://seer.ufrgs.br/InfEducTeoriaPratica/article/download/79613/47237&cd=1&hl=pt-BR&ct=clnk&gl=br Acesso em: 02 mai 2022.

²⁶ Aprisionado no interior de alguém ou de algum objeto.

²⁷ Naruto é um personagem de mangá (nome dado às histórias em quadrinhos de origem japonesa), é aprendiz de ninja que tem como missão se tornar Hokage (literalmente “Sombra do Fogo”) ninjas reconhecidos como os mais fortes e com mais prestígio na aldeia.

²⁸ Robô alienígena fictício, podem transformar seus corpos em objetos como, por exemplo, veículos.

²⁹ Criaturas digital homônima, habitante de um mundo digital.

Posteriormente, ao sintetizarem a narrativa relacionando o significado de evolução como “*mudança que é sempre uma coisa boa*”, os discentes proporcionaram o link direto para a primeira atividade investigativa presente no almanaque *Evolução em foco* cuja questão problematizadora era: *a evolução sempre favorece os melhores genótipos?*

E para o desenvolvimento das atividades investigativas considerei a importância da presença das características citadas por Zompero & Laburú (2016, p. 28-29):

o engajamento dos alunos para realizar as atividades; o levantamento de hipóteses, nas quais é possível identificar os conhecimentos prévios dos alunos; a busca por informações [...] como [...] bibliografia que possa ser consultada pelos alunos para ajuda-los na resolução do problema proposto na atividade; a comunicação dos estudos feitos pelos colegas para os demais colegas da sala, refletindo, assim, um momento de grande importância na comunicação do conhecimento, tal como ocorre na ciência, para que o aluno possa compreender, além do conteúdo, também a natureza do conhecimento científico que está sendo desenvolvido por meio dessa metodologia de ensino.

À vista disso, a contextualização foi acontecendo e o processo de (re)construção do conhecimento escolar se modelando naturalmente, sem imposição, com respeito à diversidade considerando a abordagem investigativa, sendo os discentes protagonistas no processo.

5.3 Analisando a construção do conhecimento escolar

Partindo do pressuposto que

[...] o fundamental é que professores e alunos saibam que a postura deles, do professor e dos alunos, é dialógica, aberta, curiosa, indagadora e não apassivada, enquanto fala ou enquanto ouve. O que importa é que professor e alunos se assumam epistemologicamente curiosos. [...] O exercício da curiosidade a faz mais criticamente curiosa, mais metodicamente “perseguidora” do seu objeto. Quanto mais a curiosidade espontânea se intensifica, mas, sobretudo, se “rigoriza”, tanto mais epistemológica ela vai se tornando [...] (FREIRE, 2021, p. 83-85).

É nessa postura dialógica com problematizações que a abordagem investigativa se mostra como facilitadora da construção do conhecimento escolar considerando que uma investigação leva o aluno a refletir, discutir e relatar suas atividades com os colegas, não se restringindo apenas a observação (AZEVEDO, 2006).

Dessa forma, com o questionamento “*A evolução sempre favorece os melhores genótipos?*” apresentado no almanaque *Evolução em foco*, a relação dialógica entre os conhecimentos foi evidenciada nas falas discentes e nas ações as quais mediei, considerando também a abordagem envolvente e a interação com o personagem Darwinilson e os atores da história evolutiva.

Nas atividades, os conhecimentos prévios evidenciados e a abordagem investigativa promoveram o confronto de saberes frente à temática sobre a anemia falciforme considerando a dispersão do alelo *S* em regiões da África que conferiu vantagem seletiva de resistência à malária. Durante o percurso, os discentes foram instrumentalizados no processo de pesquisa de forma que, em conjunto, passassem a (re)construir o conhecimento tendo como fundamentação o conhecimento científico, partindo do pressuposto que a pesquisa “é um processo coletivo de reconstrução, visando a transformações qualificadas de conhecimento e de práticas” (MORAES, RAMOS e GALIAZZI, 2004, p. 9).

Ao estabelecerem uma conexão com a Primeira Lei de Mendel e a herança para anemia falciforme, fazendo os cruzamentos e discutindo a temática, considerando o transporte de oxigênio, de imediato consideraram como genótipos favoráveis aqueles que pudessem transportar mais oxigênio, sendo as pessoas portadoras da herança falciforme prejudicadas e que, provavelmente, desapareceriam da população. Tal fato corroborou para que afirmassem que *a evolução sempre favorece os melhores genótipos*. Entretanto, com as problematizações e sendo instrumentalizados no processo de pesquisa perceberam as influências dos movimentos migratórios, da escravidão e sua relação com a dispersão do gene *S*, da miscigenação e a vantagem seletiva de resistência à malária proporcionada a pessoas portadoras do alelo *S* em regiões equatoriais caracterizadas pelo clima quente e úmido no qual era observada alta incidência de malária.

Ao analisar o exposto percebemos o conhecimento científico criando pontes com o conhecimento cotidiano. À medida que os discentes foram instrumentalizados, as concepções foram reconstruídas, emergindo assim o conhecimento escolar, no qual atuei como mediadora pedagógica.

Por mediação pedagógica entendemos a atitude, o comportamento do professor que se coloca como um facilitador, incentivador, motivador da aprendizagem, que se apresenta com a disposição de ser uma ponte entre o aprendiz e a aprendizagem (...) A forma de se apresentar e tratar um conteúdo ou tema é o que de fato ajuda o aprendiz a coletar informações, relacioná-las, organizá-las, manipulá-las, discuti-las e debata-las, com seus colegas, com o professor, e

com outras pessoas (interaprendizagem) até chegar a produzir o conhecimento significativo para ele, conhecimento que se incorpore ao seu mundo intelectual e vivencial e o ajude a compreender a sua realidade humana e social, e mesmo interferir nela (MASETTO, 2003, p. 48-49).

Ao final do estudo, a maioria dos discentes ou seja, aproximadamente 87% , passaram a considerar evolução como um processo de *mudança* em populações e que, nesse caso, *a evolução biológica nem sempre favorece os melhores genótipos*, pois ao longo do tempo um gene mutante pode conferir algum prejuízo, se comparado com o genótipo selvagem, porém, em uma situação específica uma característica considerada prejudicial pode conferir vantagem para o seu portador, como é o caso da anemia falciforme em regiões com alta incidência e prevalência da malária.

Cabe ressaltar que a realização das atividades presentes no almanaque *Evolução em foco* foi mediada por atores do pensamento evolutivo e que, entre uma e outra seção, docente e discentes em interação puderam voltar ao passado e repensar a história evolutiva, tal fato permitiu conceber que o conhecimento da história das ciências fornece pistas que contribuem para a organização do ensino e da aprendizagem considerando que “é por meio da História das ciências que vamos conhecer quais foram as questões, as perguntas, as dificuldades, os obstáculos epistemológicos que os cientistas tiveram que superar ao construírem os conhecimentos [...]” (CARVALHO,1992, p. 18).

Assim, conhecimentos cotidianos e científicos foram confrontados e, ao mesmo tempo, ao mergulhar no pensamento evolutivo, considerando o fator tempo em que os conhecimentos foram produzidos, foi possível re(construir) saberes com reinterpretação dos fatos de forma contextualizada.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Essa pesquisa considerou como questão orientadora *como um almanaque pode contribuir para a dinâmica de estudos e para a compreensão dos processos de evolução biológica* levando em conta a abordagem investigativa na qual o discente é protagonista na realização das atividades sendo o docente o mediador, ou seja, aquele que problematiza e instrumentaliza o estudante proporcionando a (re)construção do conhecimento, com embasamento científico.

Dispondo de um referencial teórico e relacionando a metodologia do ensino por investigação ao ensino de evolução essa pesquisa buscou: (i) produzir um almanaque para o ensino de Evolução Biológica e analisar como esse material didático pode orientar na dinamização das práticas do ensino na disciplina escolar Biologia; (ii) aprofundar os estudos e análises sobre a Teoria da Evolução, tendo como referências obras literárias e artigos científicos relacionados tanto ao campo da Biologia como ao universo dos currículos escolares que abordam a temática; (iii) produzir atividades pedagógicas privilegiando o ensino investigativo através do almanaque *Evolução em Foco*; (iv) aplicar as atividades produzidas e analisar seus resultados buscando compreender como os estudantes aprendem as relações entre a evolução e os processos de mudança ao longo do tempo.

Em relação ao primeiro objetivo foi produzido por mim um almanaque: *Evolução em Foco*, com atividades investigativas acerca da temática evolução biológica com ênfase em seu significado, sendo as atividades destinadas a estudantes da terceira série do Ensino Médio, em uma amostra de trinta discentes que realizaram as atividades de cunho investigativo.

Quanto ao segundo objetivo, os estudos realizados salientaram a importância da Teoria da Evolução na consolidação da Biologia como ciência e como tema unificador em Biologia, subsidiando a construção do almanaque com o aprofundamento do conteúdo referente aos mecanismos básicos de mudança evolutiva, assim como a utilização de cladogramas no ensino de evolução. Ademais, foi relevante analisar como o conhecimento escolar foi construído tendo em vista que essa percepção foi essencial à dinâmica pedagógica.

Considerando o terceiro objetivo, foram produzidas atividades com abordagem investigativa que proporcionaram discussões acerca das seguintes questões problematizadoras

apresentadas em seções: *A evolução sempre favorece os melhores genótipos? Como quem não tem boca come?* e a seção bônus: *Por que tanto Corona? Variantes virais, o que tem a ver com evolução?*

Em relação ao quarto objetivo as atividades do almanaque *Evolução em foco* permitiram a exploração dos mecanismos evolutivos, salientando a importância da história do pensamento evolutivo no qual os atores da evolução participaram da interação como personagens do almanaque, junto a um dos discentes, o Darwinilson: personagem criado por mim que foi muito bem recebido pela turma envolvida na pesquisa, destacando também as atividades diversificadas como caça-palavras, siga as coordenadas, tirinhas em quadrinhos, associações dos tentilhões de Galápagos aos alimentos, entre outros, que propiciaram momentos de descontração, aprendizagem, diversão e prazer considerando a experiência vivenciada.

Além disso, as interações, o diálogo entre docentes e discentes permitiram a (re)construção de conhecimento em um ambiente propício à troca de ideias e confronto de saberes impactando de forma positiva a aprendizagem no qual destaco as construções coletivas como a nuvem de palavras sobre o significado de evolução e, posteriormente, a narrativa envolvente e muito motivadora que deram início às atividades e que também chamaram a atenção de outros discentes que transitavam pelo corredor da escola.

Cabe ressaltar a importância da mediação docente frente às atividades investigativas com a instrumentalização discente para a resolução do problema e a construção do conhecimento escolar a partir do embate entre os conhecimentos cotidiano e científico.

Ademais, foi relevante perceber a riqueza de produção de dados anteriores à aplicação do produto, durante a aplicação e posteriores à realização das atividades presentes no almanaque. Dessa forma, foi possível analisar as percepções discentes referentes ao conhecimento cotidiano e ao mesmo tempo perceber o conhecimento escolar existente em algumas respostas e a sua (re)construção frente ao embate de saberes.

Os resultados encontrados, a partir da abordagem investigativa, apontaram que as atividades do almanaque impactaram positivamente um número considerável de estudantes envolvidos na pesquisa evidenciando a (re)construção do conhecimento acerca do significado de evolução biológica com embasamento científico.

Saliento que o material didático em tela (almanaque) se mostrou como recurso estratégico acessível à escola, considerando a viabilidade de produção e utilização no ambiente escolar de forma impressa, sendo possível a reutilização.

Então, dentro do contexto da turma onde as atividades foram aplicadas, os resultados apresentados apontam que o almanaque é uma estratégia interessante e favorável ao ensino de evolução biológica, no qual os resultados mostraram a construção do conhecimento escolar acerca do significado de *evolução* como processo de *mudança* das populações ao longo do tempo e que, *nem sempre favorece os melhores genótipos*, podendo produzir um gene mutante que confere algum prejuízo, se comparado ao genótipo selvagem, contudo, em situação específica uma característica prejudicial pode conferir vantagem para o seu portador, fato este apresentado com abordagem investigativa na primeira seção do almanaque.

Ademais, é relevante considerar esse *novo olhar* que o PROFBIO me proporcionou frente à produção do almanaque *Evolução em foco* com abordagem investigativa, salientando que a aplicação e a análise do material fazem parte do processo de minha formação docente.

Para finalizar, espera-se que esta experiência possa servir como subsídio aos professores na realização de atividades diferenciadas no ensino de evolução biológica.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALTERS, B. J; ALTERS, S. M. **Defending evolution in the classroom: a guide to the creation/evolution controversy**. Canada: Jones and Bartlett Publishers, 2001.
- AMORIM, D. S. **Paradigmas pré-evolucionistas, espécies ancestrais e o ensino de zoologia e botânica**. *Ciência & Ambiente*, v. 36. 2008.
- ARANHA, M. L. da A.; MARTINS, M. H. P. **Filosofando: Introdução à Filosofia**. 2 ed. rev. atual. São Paulo: Moderna, 1993
- ARAÚJO, A. M. **Há progresso na evolução?** *Acta Biologia Leopoldensia*, v. 14, n. 2, p. 5-14, jul./dez. 1992.
- AZEVEDO, M.C.P.S. **Ensino por Investigação: problematizando as atividades em sala de aula**. In CARVALHO, A.M.P. de (Org). *Ensino de Ciências: Unindo a Pesquisa e a Prática*. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2006. p.19-33.
- BACHELARD, G. **A formação do espírito científico: contribuição para uma psicanálise do conhecimento**. Trad. Estela dos Santos Abreu. Rio de Janeiro: contraponto, 1996.
- BARBOSA, J., JEREMIAS, G; MARQUES, S; GONÇALVES, F. J. M; PEREIRA, J. L. **O papel da epigenética na compreensão das respostas dos organismos dulçaquícolas às flutuações ambientais: teria Lamarck razão?** *CAPTAR. Ciência e ambiente para todos*. Volume 7. Número 1. p. 39-45. 2018
- BECKER, F. **Modelos Pedagógicos e Modelos Epistemológicos**. In: *Ensino e construção de conhecimento*. Porto Alegre, Armed, 2001.
- BIZZO, N. V. **Darwin. Do telhado das Américas à teoria da evolução**. São Paulo, Odysseus, 2002
- BONI, V.; QUARESMA, S. J. **Aprendendo a Entrevistar: como fazer entrevistas em Ciências Sociais**. *Revista Eletrônica dos Pós-Graduandos em Sociologia Política da UFSC*. Vol. 2 nº 1 (3), janeiro-julho/2005, p. 68-80
- BOSSA, N. A. **A Psicopedagogia no Brasil: contribuições a partir da prática**. RS, Artmed, 2007.
- BOYCE, C. J. (2015). **Investigating how students communicate tree-thinking**. (Tese de doutorado, University of Southern Mississippi). Recuperado de <https://aquila.usm.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1153&context=dissertations> Acesso em: 17 fev. 2022
- BROTEL, J. F. **Catálogo Almanak dos Almanques**. In: MEYRER, Marlyse (Org.). *Do Almanak aos Almanques*. São Paulo: Ateliê Editorial, 2001
- CAMPBELL, N. A.; REECE, J. B. **Biology**. 8 ed. San Francisco: Pearson Benjamin Cummings, 2008
- CARMO, V. A. do. **Concepções evolutivas de Charles Darwin no Origin of species e de Alfred Russel Wallace em Darwinism: um estudo comparativo**. Dissertação de mestrado. São Paulo, PUC, 2006.

CARNEIRO, A. P. N. **A evolução biológica aos olhos de professores não licenciados**. 2004. 137f. Dissertação (Mestrado em Educação Científica e Tecnológica) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2004

CARNEIRO, A. P. N.; ROSA V. L. “Três aspectos da evolução” – concepções sobre evolução biológica em textos produzidos por professores a partir de um artigo de Stephen Jay Gould. In.: IV Encontro Nacional de Pesquisa em Ciência. 4, 2003, Bauru. Anais... Bauru: ABRAPEC. 2003

CARVALHO, A. L. de L. **O animal darwiniano: o status das emoções na teoria da mente em Charles Darwin**. Dissertação (Mestrado em História das Ciências da Saúde) - Pós-Graduação em História das Ciências da Saúde, FIOCRUZ, Rio de Janeiro, 2005.

CARVALHO, A. M. P. de. Anna Maria Pessoa de Carvalho (org.), **O Ensino de Ciências: Unindo a Pesquisa e a Prática**. São Paulo. 2004.

_____, **Ensino de Ciências por investigação. Condições para implementação em sala de aula**. São Paulo: Cengage Learning. 2013

CICILLINI, G. A. **A produção do conhecimento biológico no contexto da cultura escolar do Ensino Médio: a Teoria da Evolução como Exemplo**. Tese de doutorado pela UNICAMP. Campinas/SP: 1997.

_____, **Evolução enquanto um componente metodológico para o ensino de Biologia no 2º grau: análise da concepção de evolução em livros didáticos**. 1991. 230 f. Dissertação (Mestrado em Metodologia de Ensino) – Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

CURY, H. N. **As concepções de Matemática dos professores e suas formas de considerar os erros dos alunos**. Tese (Doutorado). Programa de Pós-Graduação em Educação, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 1994.

DARWIN, C. **A Origem das Espécies**. Tradução de Eduardo Fonseca. Rio de Janeiro: Ediouro, 2009. Título Original: On The Origin of The Species (1859).

DESMOND, Adrian A.; MOORE, James R. **A vida de um evolucionista atormentado**. Trad. C. Azevedo. São Paulo, Geração Editorial, 1995

DEWEY, J. **Experiência y Educación**. Buenos Aires: Editorial Losada, 1958. 125p.

DIAS, F. M. G.; BORTOLOZZI, J. **ENPEC-ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS**, 7., 2009, Florianópolis. **Como a evolução biológica é tratada nos livros didáticos do ensino médio**. Florianópolis: Abrapec, 2009. 12 p. 5-6 p.

DOBZHANSKY, T. **Nothing in Biology makes sense except in the light of evolution**. American Biology Teacher, v. 35, n. 3, p. 125-129, 1973

FREIRE, P. **Pedagogia do oprimido**. 17ª ed. Rio de Janeiro, Paz e Terra, 1987.

_____. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa**. 70ª ed. Rio de Janeiro/Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2021.

FUTUYMA, D. J. **Biologia Evolutiva**. Trad. De Mário de Vivo e Fábio de Melo Sene. 2ª edição, Ribeirão Preto. Sociedade Brasileira de Genética/CNPq, 1992.

_____. **Evolução, Ciência e Sociedade**. São Paulo: Sociedade Brasileira de Genética, 2002.

_____. **Biologia evolutiva**. 3. Ed. Ribeirão Preto: FUNPEC Editora. 2009

GATTI, B. A. **A construção da pesquisa em educação no Brasil**. Brasília: Liber Livro, 2007.

GUIMARÃES, M. A. **Cladogramas e Evolução no Ensino de Biologia**. Dissertação (Mestrado em Ciências). Bauru, SP: Faculdade de Ciências, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, 2005.

HARRISON, R.G. **Book review**. *Nature* 411, 635-636. 2001

HELLER, A. **Estrutura da vida cotidiana**. In HELLER, A. **O Cotidiano e a História**. São Paulo: Editora Paz e Terra S/A, 2004

HENDERSON, M. **50 Ideias - Genética Que precisa mesmo saber**. Ed. Dom Quixote, 2011.

HOFFMANN, J.L.; NAHIRNE, A.P.; STRIEDER, D.M. **Um diálogo sobre as concepções alternativas presentes no Ensino de Ciências**. Arquivos do MUDI, v.21, n 03, p.90-101,2017.

HUXLEY, Julian Sorell. **Evolution: the modern synthesis**. London: Allen and Unwin, 1942.

JAPIASSU, H. **Interdisciplinaridade e patologia do saber**. Rio de Janeiro: Imago, 1976.

_____. **Um desafio à educação: repensar a pedagogia científica**. São Paulo: Letras e Letras, 1999.

KRASILCHIK, M. **Prática de Ensino em Biologia** (4º ed.). São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo. 2011.

Subsídios

, J. **História e memória**. 4. ed. Campinas, SP: Editora da UNICAMP, 1990

_____. **Calendário in História e memória**. Campinas, SP: Ed UNICAMP, 1994.

LOPES, A. R. C. **Conhecimento escolar: ciência e cotidiano**. Rio de Janeiro: EdUERJ, 1999.

_____. **Conhecimento Escolar: Inter-Relações com Conhecimentos Científicos e Cotidianos**. In: Contexto e Educação. Ijuí: UNIJUÍ. V. 11 n. 45, p. 40-59, Jan/Mar 1997.

_____. A.R.C. **Saberes em relação aos quais o conhecimento escolar se constitui: Conhecimento científico; conhecimento cotidiano**. In LOPES. A.C. *Conhecimento escolar: ciência e cotidiano*. Rio de Janeiro: Ed. UERJ, 1999.

LUCKESI, C. C. **Desenvolvimento dos estados de consciência e ludicidade**. Texto publicado nos Cadernos de Pesquisa do Núcleo de FAGED/UFBA, vol. 2, n.21, 1998, p. 9-25.

_____. **Estados de consciência e atividades lúdicas**. In: PORTO, B. **Educação e ludicidade**. Ensaios 3. Salvador: UFBA, 2004.

MASETO, M.T. **Competência pedagógica do professor universitário**. São Paulo. Summus, 2003.

MAYR, E. **O desenvolvimento do pensamento biológico: diversidade, evolução e herança**. Brasília: Editora UnB, 1998.

_____. **Biologia, Ciência Única. Reflexões sobre a autonomia de uma disciplina científica**. São Paulo: Companhia das Letras. 271 p. 2005.

_____. **Isto é Biologia: a ciência do mundo vivo**. São Paulo: Companhia das Letras, 2008.

_____, **O que é Evolução**. Tradução e prefácio de Ronaldo Sergio de Biasi e Sérgio Coutinho de Biasi. Rio de Janeiro. Rocco. 2009

_____. **The growth of biological thought: diversity, evolution, and inheritance**. Cambridge: The Belknap Press of Harvard University Press, 1982. p. 1.107.

MARANDINO, M., SELLES, S. E., & FERREIRA, M. S. **Ensino de Biologia: histórias e práticas em diferentes espaços educativos**. São Paulo: Cortez. 2009

MATTHEUS, M. **O tempo e o Ensino de Ciências: como o ensino da história e filosofia do movimento pendular pode contribuir para a alfabetização científica**. In: SIVA FILHO, Waldomiro. J. (org.). **Epistemologia e ensino de ciências**. Salvador: Arcádia, 2002. 296p.

MEGLHIORATTI, F. A. **História da construção do conceito de evolução biológica: possibilidades de uma percepção dinâmica da ciência pelos professores de Biologia**. Dissertação de mestrado pela UNESP. Bauru: 2004.

MEYER, D. e EL-HANI, C.N. **Evolução: o sentido da biologia**. São Paulo: Editora UNESP. 2005 132p.

MORAES, R.; RAMOS, M. G.; GALIAZZI, M. do C. **Pesquisar e aprender em Educação Química: alguns pressupostos teóricos**. *Engenharia Ambiental, Espírito Santo do Pinhal*, v.1, n.1, p. 57-64, jan./dez. 2004. Disponível em: <<http://usuarios.upf.br/~adelauxen/textos/pesquisareaprender.pdf>>. Acesso em: 24 jun.

2022.

OLIVEIRA, J. C. de; **Fundamentos de sistemática filogenética para professores de ciências e biologia**, 2010. Disponível em: <http://www.ufjf.br/virtu/files/2010/04/artigo2a10.pdf>; acesso em: 17 fev. 2022.

PAPAVERO, N.; TEIXEIRA, Dante Martins; LLORENTE-BOUSQUETS, Jorge. **História da biogeografia no período pré-evolutivo**. 1997.

PENA, S. D. J. **Humanidades sem raças?** São Paulo: Publifolhas. 2008.

_____. **Anemia Falciforme: uma doença geográfica**. Disponível em: <https://cienciahoje.org.br/coluna/anemia-falciforme-uma-doenca-geografica/#:~:text=Deve%20ficar%20bem%20claro%2C%20ent%C3%A3o,mal%C3%A1ria%20causada%20pelo%20Plasmodium%20falciparum> Acesso em: 10 jun. 2022.

POLISELI, L. **A compreensão dos conceitos filogenéticos e suas implicações**. João Pessoa, PB: UFPB. Originalmente apresentada como Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas (Zoologia). Universidade Federal da Paraíba, 2012.

QUEIROZ, E. de. **Almanaque Enciclopédico**, Lisboa, Livraria Antônio Maria Pereira, 1945.

RAMA, Â.; VERGUEIRO, W. (org.). **Como usar as histórias em quadrinhos na sala de aula**. 3. Ed. 3ª reimpressão. São Paulo: Contexto, 2009.

RAMOS, E.M.F. **O papel da avaliação educacional nos processos de aprendizados autônomos e cooperativos**. In *Formação do Engenheiro*, Florianópolis, Ed. Da UFSC, 1999.

REGO, T. C. **Vygotsky: Uma Perspectiva Histórico-Cultural da Educação**. 15ª ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2003.

REISS M. **How should creationism and intelligent design be dealt with in the classroom?** *Journal of Philosophy of Education*. Aug;45(3):399-415, 2011.

ROSNAY, J. **Conceitos e operadores transversais**. In MORIN, E. (org.) *A religação dos saberes: o desafio para o século XXI*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil. 2002. p 493-499.

ROSA, R. **Trabalho docente: dificuldades apontadas pelos Professores no uso das tecnologias**. *Revista Encontro de Pesquisa em Educação Uberaba*, v. 1, n.1, p. 214-227, 2013.

ROSE, M. **O espectro de Darwin: A teoria da evolução e suas implicações no mundo moderno**. Rio de Janeiro: Jorge Zahar. 2000

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

RUMJANEK, F. **Você é Wallacista?** *Ciência Hoje*. edição n. 388. Agosto.2008

SANGIOGO, F. A.; ZANON. L. B. **Conhecimento cotidiano, científico e escolar: especificidades e inter-relações enquanto produção de currículo e cultura**. *Cadernos de Educação*, n. 47, p. 144-164, 2014.

SANT'ANNA, A. NASCIMENTO, P. R. do. **A história do lúdico na educação**. Universidade Cruzeiro do Sul, São Paulo – SP, 2001.

SANTOS, B. de S. **Um Discurso sobre as Ciências**. São Paulo: Cortez, 2003.

SANTOS, C. M. D; KLASSA, B. **Despersonalizando o ensino de evolução: ênfase nos conceitos através da sistemática filogenética**. *Educação: Teoria e Prática*. V. 22. 2012.

SANTOS, C. M. D.; CALOR, A. R. **Ensino de biologia evolutiva utilizando a estrutura conceitual da sistemática filogenética – I**. *Ciência & Ensino*, vol. 1, n. 2, p. 1-8, 2007a.

_____. **Ensino de biologia evolutiva utilizando a estrutura conceitual da sistemática filogenética II**, *Ciência & Ensino*, vol. 2, n. 2, p. 1-8, dezembro de 2007b

SASSERON, L. H. **Alfabetização científica, ensino por investigação e argumentação: relações entre ciências da natureza e escola**. *Revista Ensaio*, Belo Horizonte, v. 17, 49-67. 2015.

_____. **Interações discursivas e investigação em sala de aula: o papel do professor**. In: CARVALHO, A.M.P. *Ensino de Ciências por Investigação: condições para implementação em sala de aula*. São Paulo: Cengage Learning, 2013.

SELLES, S. E. **Lugares e culturas na disciplina escolar Biologia: examinando as práticas experimentais nos processos de ensinar e aprender**. *Anais do XIV ENDIPE: Trajetórias e processos de ensinar e aprender: práticas e didáticas*. 2008. CD-ROM.

SELLES, S. E., FERREIRA, M. S. **Disciplina Escolar Biologia: entre a retórica unificadora e as questões sociais.** In: MARANDINO, M.; SELLES, S. E.; FERREIRA, M. S.; AMORIM, A. C. (Orgs.) **Ensino de Biologia: conhecimentos e valores em disputa.** Niterói: EDUFF, 2005.

SEPULVEDA, C.; EL-HANI, C. **Obstáculos epistemológicos e ontológicos à compreensão do conceito darwinista de adaptação: implicações para ensino de evolução.** Cadernos de Investigação, 2007

SMOCOVITIS, V. B. **Unifying biology: The evolutionary synthesis and evolutionary biology.** Journal of the History of Biology, 25(1), 1-65. 1992

_____. **Unifying biology: The evolutionary synthesis and evolutionary biology.** Princeton: Princeton University Press. 1996

SNUSTAD, D.P.; SIMMONS, M.J. **Fundamentos de Genética.** 2ªEd. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2001.

SOLINO, A. P., & GEHLEN, S. T. (2014). **Abordagem temática freireana e o ensino de ciências por investigação: possíveis relações epistemológicas e pedagógicas.** *Investigações em Ensino de Ciências.* Disponível em http://www.if.ufrgs.br/ienci/artigos/Artigo_ID363/v19_n1_a2014.pdf Acesso em: 13 jun 2022.

SOUZA, E. C. F. de; DORVILLÉ, L. F. M. **Ensino de Evolução Biológica: concepções de professores protestantes de Ciências e Biologia.** V Enebio e II Erebio Regional 1. Revista da SBEnBio - Número 7 - Outubro de 2014

SOUZA, I. R. de; TONI, D. C. de; CORDEIRO, J; **Genética Evolutiva.** BIOLOGIA/EAD/UFSC, 2011

TAVARES, R. **Aprendizagem Significativa.** Revista Física UFBP, Pernambuco, 2003.

TIDON, R.; LEWONTIN, R.C. **Teaching evolutionary biology.** *Genetics and Molecular Biology*, v.27, n.1, p.124-31, Mar., 2004.

TIDON, R.; VIEIRA, E. **O ensino da evolução biológica: um desafio para o século XXI.** Revista Eletrônica de Jornalismo Científico, n. 107, abr. 2009. Disponível em: <http://www.comciencia.br/comciencia/handler.php?section=8&edicao=45&id=535&tipo=1>. Acesso em: 10 fev 2022.

ZOMPERO, A. de F; LABURÚ, C. E. **Atividades Investigativas para Aulas de Ciências: Um diálogo com a teoria da Aprendizagem Significativa.** 1. ed. Curitiba: Appris, 2016.

APÊNDICES

APÊNDICE A

ALMANAQUE *EVOLUÇÃO EM FOCO* ORIENTAÇÕES AOS DOCENTES

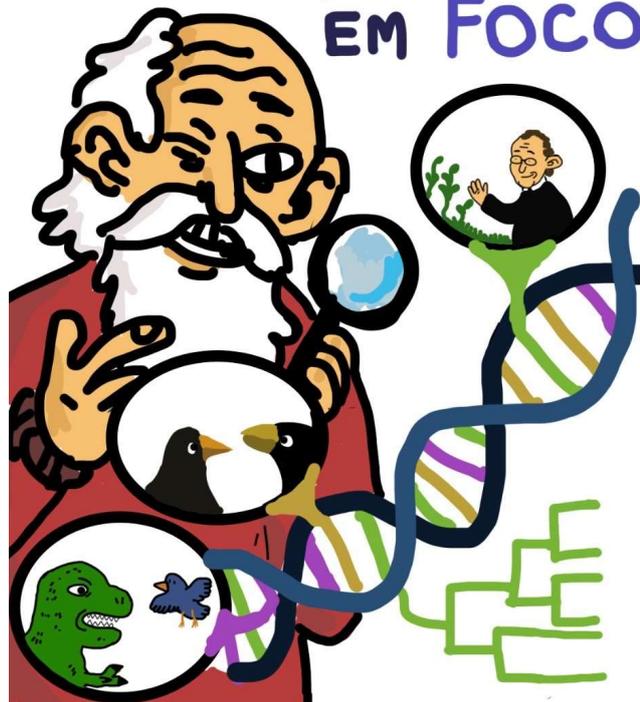


UFRJ
UNIVERSIDADE FEDERAL
DO RIO DE JANEIRO



PROFBIO
Mestrado Profissional
em Ensino de Biologia

ALMANAQUE EVOLUÇÃO EM FOCO



Orientações aos Docentes

Autora: Luciana Maria Pinheiro Vieira

Orientadora: Prof.^a Dra. Maria Margarida Pereira de Lima Gomes

Rio de Janeiro
2022

AGRADECIMENTOS

Agradeço à Coordenação, professores e professoras do PROFBIO, aos Orientadores da AASA, aos colegas de turma, à Direção e Coordenação do Colégio Estadual onde atuo. À minha Orientadora Profa. Dra. Maria Margarida Pereira de Lima Gomes pelos preciosos momentos de Orientação. Aos Docentes Felipe Porto e Joana Zanol pelas orientações nas atividades. Aos amigos (as) professores (as), aos avaliadores do trabalho que contribuíram para sua concretização. Ao Projeto Fundação Biologia pelos momentos de parceria, incentivo e aprendizagem. A Estevão Barbieri que soube representar minhas ideias em desenhos. Ao quadrinista Carlos Ruas que, gentilmente, autorizou e disponibilizou tirinhas de Biologia para o almanaque *Evolução em Foco*. À minha família que sempre me apoiou em todos os momentos nessa trajetória. À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES pelo apoio ao Programa.

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

SUMÁRIO

➤ APRESENTAÇÃO.....	01
➤ <i>A EVOLUÇÃO SEMPRE FAVORECE OS MELHORES GENÓTIPOS? - Anemia falciforme: uma análise em questão</i>	02
➤ <i>COMO QUEM NÃO TEM BOCA COME? Análise comparativa em uma conotação evolutiva.....</i>	05
➤ OFICINA: Repensando a Evolução.....	10
➤ BÔNUS: <i>POR QUE TANTO CORONA? Variantes virais, o que tem a ver com evolução?.....</i>	11
➤ “RECHEIO” DO ALMANAQUE.....	12
➤ REFERÊNCIAS	13
➤ APÊNDICES.....	15
• GABARITO.....	15
• GLOSSÁRIO.....	25
➤ ALMANAQUE: <i>EVOLUÇÃO EM FOCO.....</i>	26

APRESENTAÇÃO



Prezado professor (a),

Em 1859, Charles Darwin (1809–1882) publicou uma das mais importantes obras da biologia, “A Origem das Espécies”, que “exerceu grande influência sobre o pensamento moderno, modificando radicalmente as concepções até então vigentes acerca da natureza do mundo” (MAYR, 2005) e que até hoje é utilizado como uma base do estudo da evolução.

Embora a evolução biológica seja considerada tema central e unificador em Biologia, percebemos a propagação de entendimentos equivocados que levam a erros conceituais como aos relacionados à seleção natural e adaptação. As atitudes são quase sempre influenciadas por ideias, memórias, experiências e concepções de evolução diferentes das estabelecidas pela ciência, conforme retratado por Alteres & Alteres (2001).

Existem também divergências conceituais relacionadas ao entendimento do significado de evolução biológica. Muitas vezes, é vista como uma ideia de progresso.

Dessa forma, possibilitar a discussão no espaço escolar é essencial para que os conhecimentos prévios dos alunos sejam confrontados, respeitando os diversos posicionamentos, mas promovendo a (re)construção de saberes com a compreensão dos conhecimentos sobre evolução com embasamento científico.

Convido você a participar dessa aventura com os discentes, através da realização de atividades presentes no almanaque *Evolução em foco, com pegadas investigativas e divertidas!* Que elas possam contribuir para o Ensino de Evolução Biológica na Educação Básica de forma envolvente!

Seja bem-vindo (a)!

Professora: Luciana Maria Pinheiro Vieira

A evolução sempre favorece os melhores genótipos

Anemia falciforme: uma análise em questão

Sendo publicada em 24 de novembro de 1859, a obra “Origem das Espécies”, de Charles Darwin, causou grande influência na biologia e em outras ciências, pois a Teoria da Evolução mudou a forma de ver o mundo.

Entretanto, nas discussões acerca da evolução percebemos que, muitas vezes, estas são permeadas por equívocos “muitos ainda a veem como um processo de melhoramento, progresso com o fim de aperfeiçoamento” (OLIVEIRA, 1998).

Ridley (2006, p. 28) enfatiza evolução como “mudança entre gerações de uma linhagem de populações” destacando também a definição de Darwin: “descendência com modificação” onde a palavra “descendência” refere-se ao modo de como a modificação evolutiva tem lugar na série de populações que são descendentes uma da outra. Harrison (2001) definiu evolução como “mudança ao longo do tempo por meio de descendência com modificação”.

Considerando que é fundamental elucidar o significado de evolução biológica a primeira atividade apresentada no almanaque se dá a partir da problematização sobre o significado de *evolução biológica* tendo como base a questão central: *A evolução sempre favorece os melhores genótipos?*

Embarque nessa aventura com *Darwinilson* (um personagem-aluno que estará incluso na turma), mas lembre-se que: você será o (a) mediador (as) e os discentes, os protagonistas!

Orientações:

Conteúdo:

→ Explorando o significado de evolução biológica = mudança ao longo do tempo em diferentes populações.

Conhecimentos prévios para a realização da atividade: Síntese de proteínas – Mutação-
Conceitos básicos sobre evolução - Leis de Mendel

Tempo de duração previsto: Quatro aulas de 50 minutos

Objetivos:

- Relacionar a evolução ao processo de mudança e que esta ocorre ao longo do tempo, nas diferentes populações.
- Perceber que as mutações podem ser favoráveis ou não e que os alelos são selecionados porque são favoráveis às condições presentes.
- Constatar que genes considerados favoráveis podem passar a ser desfavoráveis se as condições mudarem no futuro.
- Correlacionar a alteração de genes para anemia falciforme como característica evolutiva selecionada e transmitida de geração em geração em determinadas regiões geográficas com alta incidência de malária.
- Desmistificar a ideia de evolução biológica associada a progresso.



Mediação Docente:

Inicialmente, através de uma conversa, buscar-se-á analisar as concepções prévias dos discentes acerca da evolução, partindo de uma nuvem de palavras relacionadas às palavras: evolução e progresso que, posteriormente, darão origem a uma narrativa:

Em nosso dia a dia utilizamos o verbo “evoluir” em diferentes contextos. Dizemos, por exemplo, que um time evoluiu quando melhorou sua colocação em um campeonato. Falamos de evolução tecnológica quando comparamos objetos, como um celular, uma TV entre outros, ao longo do tempo (evolução tecnológica).

- ✓ Existe diferença entre os termos “evolução biológica” e a palavra “evolução”, utilizada no cotidiano?

Em seguida, o estudante fará a primeira atividade no almanaque “*A evolução sempre favorece os melhores genótipos?*” que contém uma revisão da Primeira Lei de Mendel e da herança do gene para a anemia falciforme. Nessa parte, o aluno terá oportunidade de realizar cruzamentos entre indivíduos normais e portadores do gene da anemia falciforme.

Posteriormente, os discentes poderão analisar o processo de seleção natural, pressão seletiva e a frequência de genes relacionados à anemia falciforme em regiões com alta incidência de malária, sendo realizada também uma breve retrospectiva histórica acerca dos movimentos migratórios que proporcionaram a dispersão do gene *S* para diversas regiões.

As atividades presentes no almanaque *Evolução em Foco*, com ênfase à temática sobre anemia falciforme, dispersão do gene *S* (alelo mutante que, em situações específicas, confere “proteção” contra malária) propiciarão, através de análise investigativa, a resposta à questão problematizadora:



COMO QUEM NÃO TEM BOCA COME?

Análise comparativa em uma conotação evolutiva



Prezado professor (a)!

No contexto de aulas de Biologia do Ensino Médio, muitas vezes, há uma abordagem fragmentada do ensino da disciplina no qual não se articulam os aspectos evolutivos com o estudo das estruturas e processos biológicos [...] (AMORIM et al; 2001; KRASILCHIK, 2005). O conceito de evolução biológica geralmente é trabalhado de forma pontual no final do ensino médio, embora seja visto como tema central e unificador no ensino de Biologia.

Segundo Selles e Ferreira (2005) “[...] a Zoologia, a Botânica e, especialmente, a Fisiologia Humana – a despeito da legitimidade da evolução, permanecem com grande espaço nos currículos escolares e com abordagens que não necessariamente priorizam os aspectos evolutivos”. Assim, ao abordar sistemas orgânicos é relevante identificar as mudanças nas populações de organismos ao longo do tempo, analisar as estruturas e o parentesco evolutivo de forma contextualizada buscando uma aprendizagem significativa.

Nesse contexto, o estudo das relações filogenéticas pode aprofundar esse entendimento com a possibilidade de trabalhar com cladogramas por meio de desenhos que mostrem o aparecimento de novas características e grupos na história evolutiva dos seres vivos. (AMORIM et al, 1999).

Dessa forma, ao iniciar a atividade com a problematização: *Como quem não tem boca come?* busca-se estimular a reflexão e a investigação no qual o docente será o mediador e o discente, o protagonista. A possibilidade exploratória será significativa para o entendimento da história evolutiva das espécies.

Embarque nessa aventura e seja um mediador junto aos discentes com o almanaque: *Evolução em foco!*

Luciana Maria Pinheiro Vieira

Orientações

Conteúdo:

- Diferentes formas de captura do alimento
- Padrões de digestão intracelular/extracelular
- Características evolutivas dos animais (Metazoa) evidenciando algumas sinapomorfias morfológicas relacionadas à evolução de estruturas relacionadas à digestão.

Objetivos:

- Diferenciar digestão extracorpórea, intracelular e extracelular.
- Evidenciar as formas de captura do alimento por fungos e protozoários.
- Identificar algumas características evolutivas referentes à digestão em animais (Metazoários)
- Identificar, através de um cladograma, alguns aspectos evolutivos relacionados aos animais.

Conhecimentos prévios: características gerais dos seres vivos considerando a diversidade das espécies, assim como a necessidade de nutrientes ao seu desenvolvimento; metabolismo energético; desenvolvimento embrionário animal, estrutura do cladograma.

Tempo de duração previsto: Quatro aulas de 50 minutos

1º dia de atividades

Mediação Docente:

Conversa com os discentes sobre metabolismo energético.

→ Pergunta à turma: *Como quem não tem boca come?*

→ Registro individual da (s) hipótese (s) referentes à questão problematizadora.

→ Divisão da turma em nove grupos (aproximadamente 4 alunos em cada grupo) (Distribuição do almanaque *Evolução em foco* aos discentes)



→ Discussões em cada grupo sobre as hipóteses individuais referentes à questão problematizadora: *Como quem não tem boca come?*

→ Formulação de hipóteses consensuais em cada grupo.

→ Observação de como alguns representantes microscópicos heterotróficos se alimentam.

→ Utilização de pequenos vídeos: Observação de protozoários: “ameba” - Fagocitose e “Vorticella”: movimento de vacúolos de alimentos.

Vídeos disponíveis em:

Ameba <https://www.youtube.com/watch?v=S9QGJ3JN8Kw&NR=1> Acesso em 06/04/22

Vorticella <http://www.youtube.com/watch?v=YHb2JaujIPo&feature=related> Acesso em: 06/04/22

→ Discussão sobre o conteúdo dos vídeos.

→ Análise das hipóteses consensuais ao grupo, anteriormente relatadas, seguida das perguntas:

→ Após assistirem os vídeos vocês mantêm as hipóteses iniciais referentes à pergunta: *Como quem não tem boca come?* ou gostariam de acrescentar ou mudar alguma coisa?

“A captura seria a forma de como os animais irão adquirir e ingerir o alimento o que requer por parte dos animais algumas estratégias.” (JUNIOR, Harry; ROUSSENQ NETO, Júlio; MELLO JUNIOR, Leonidas J. *Fisiologia*. 2. ed. Indaial: Asselvi, 2007).

Como os organismos observados fazem isso?

Fungos, protozoários e bactérias: como se alimentam?

→ (Pesquisa em livros didáticos: biblioteca do colégio e/ou Smartphone)

→ Registro das descobertas.

Sorteio dos seguintes animais para os grupos:

- Esponja, anêmona-do-mar, planária, lombriga, caracol, minhoca, caranguejo, Darwinilson, estrela-do-mar.

- Associação da imagem ao filo correspondente

→ Questões para discussão:

- A que filo pertence o animal referente ao seu grupo?

- Como esse animal obtém a energia necessária às atividades vitais?

- Quais são as estruturas presentes no animal que estão envolvidas no processo de digestão dos alimentos?

Os discentes poderão pesquisar em livros didáticos e sites (consultando o smartphone) ...

Compartilhamento das pesquisas realizadas pelos grupos e discussão.

2ª dia de atividades (manutenção dos grupos da aula anterior)



Uma linha do tempo é uma sequência cronológica de eventos de uma história. Em Biologia, utilizamos representações gráficas conhecidas como cladogramas! Assim poderemos analisar melhor a história evolutiva das espécies.

Análise e identificação de características relacionadas aos Metazoários segundo tabela. Cada grupo deverá assinalar na tabela as características correspondentes ao animal de seu grupo

Filo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
Porífero																				
Cnidário																				
Nematelminto																				
Artrópode																				
Platelminto																				
Molusco																				
Anelídeo																				
Equinodermo																				
Cordado																				

- 1- Multicelularidade
- 2- Desenvolvimento embrionário
- 3- Tecidos verdadeiros
- 4- Cnidócito
- 5- Rádula
- 6- Ectoderme e Endoderme (diblástico)
- 7- Mesoderma (triblástico: ectoderma, endoderma e mesoderma)
- 8- Acelomado
- 9- Pseudoceloma
- 10- Digestão exclusivamente intracelular (presença de coanócitos e amebócitos)
- 11- Gastrulação
- 12- Notocorda (pelo menos em alguma fase do desenvolvimento)
- 13- Apêndices articulados
- 14- Sistema vascular aquífero (sistema ambulacrário)
- 15- Corpo segmentado (em anéis)
- 16- Sem tecidos verdadeiros
- 17- Protostômios
- 18- Deuterostômios
- 19- Quitina na cutícula

- Compartilhamento das informações entre os grupos
- Preenchimento de toda a tabela pelos grupos

Perguntas:

- a) Quais são as características que todos possuem?
- b) Quais as características exclusivas dos poríferos?
- c) Quais características platelmintos, moluscos e anelídeos têm em comum?
- d) Quais características estão presentes apenas nos cnidários?
- e) Quais as características comuns dos equinodermos e cordados?
- f) Qual a característica exclusiva dos equinodermos?
- g) Vocês acham que existe alguma estrutura presente no filo do “seu grupo” que pode estar relacionada à nutrição do animal? Comente

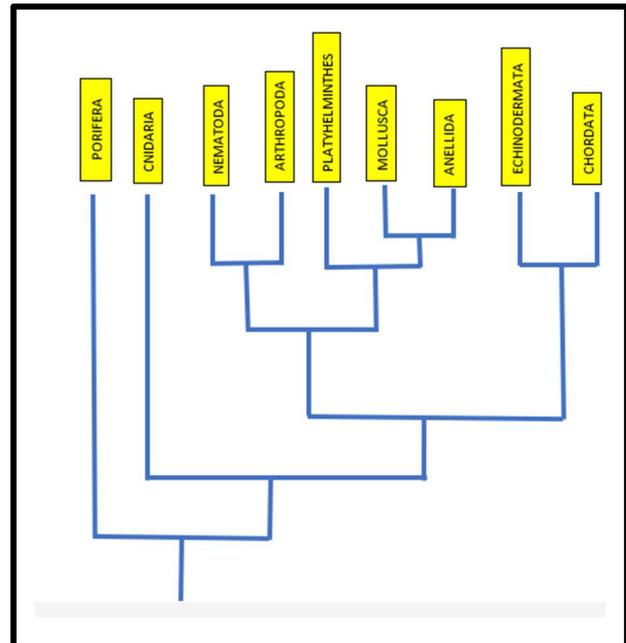
Outras perguntas poderão ser acrescentadas (a critério do docente)

→ Montagem de um cladograma coletivo com as informações da tabela.

Retorno a pergunta inicial:

→ *Como quem não tem boca come?*

→ *Como vocês relacionam as novidades evolutivas ao processo de nutrição?*



Observações:

Refletindo a filogenia

- *Arthropoda* é grupo irmão de *Nematoda* formando *Ecdisoa*.
- *Annelida* é grupo irmão de *Mollusca* e esse clado é grupo irmão de *Platyhelminthes*. Estes três táxons formam *Lofotrocozoa*, também chamado de *Spiralia*.
- *Lofotrocozoa* é grupo irmão de *Ecdisoa*.

OFICINA

Repensando a Evolução

CONVITE:

Venha *passear* pela *Evolução*!

Convido você a ser o mediador nas atividades junto aos discentes!

Pequenos trechos em quadrinhos com personagens que marcaram a história evolutiva: Darwin, Wallace, Lamarck e Mendel. Uma viagem evolutiva: Beagle, tentilhões de Galápagos, mariposas de Darwin...

Uma verdadeira *pegada investigativa* com um *mergulho* no pensamento evolutivo junto aos *atores da evolução*!



BÔNUS

11

POR QUE TANTO CORONA?*Variantes virais, o que tem a ver com evolução?*

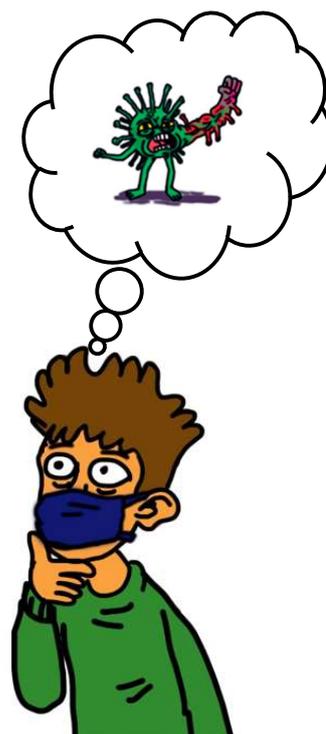
Alfa, Delta, Ômicron... Isso não acaba?

Essa é uma atividade extra do almanaque *Evolução em foco*, afinal o tema tem tudo a ver com *evolução*! Um diálogo entre Mendel e Darwinilson sobre a Covid-19, variantes virais e evolução.

É preciso estar alerta à:



Vacinação,
uso de
máscaras,
higiene e
combate as
Fake News!



“RECHEIO” DO ALMANAQUE

Professor (a),

O almanaque *Evolução em foco* contém tirinhas em quadrinhos, seção: Saiba Mais, links para acesso a vídeos, caça-palavras, siga as coordenadas, atividades diversificadas onde são abordados temas relacionados a evolução.

Convido você a explorá-lo juntamente com a turma!

Luciana Vieira



“Há grandeza nessa concepção da vida, com suas diferentes forças, tendo sido originalmente criada sob diferentes formas ou sob uma só; e que, enquanto este planeta foi girando em concordância com a constante lei da gravitação, uma infinidade de formas belas e admiráveis se desenvolveram e estão se desenvolvendo a partir de um começo tão simples”.

Charles Darwin
A Origem das Espécies (1859)

Referências

A BIOQUÍMICA DA RESISTÊNCIA A MALÁRIA. Disponível em: <<https://www.jstor.org/stable/24964333>> Acesso em: 21/08/21

AMABIS, J. M; MARTHO, G. R. *Biologia Moderna*. 1ª Ed.; v. 2; São Paulo: Moderna; 2016.

AMORIM, D. S. et al. *Diversidade biológica e evolução: uma nova concepção para o ensino de Zoologia e Botânica no 2º Grau*. In: BARBIERI, M. R. (orgs.). *A construção do conhecimento do professor: uma experiência de parceria entre professores do Ensino Fundamental e Médio da Rede Pública e a Universidade*. Ribeirão Preto: Holos /FAPESP, 2001. p. 41-49

AMORIM, D.S; SISTO, A; LOPES, D. R. N.; BRAGA, J. A; ALMEIDA, V. F. O; *Diversidade biológica e evolução: uma nova concepção para o ensino*. In: BARBIERI (Coord.). *Aulas de ciências: projeto LEC-PEC de Ensino de Ciências*. Holos. Ribeirão Preto, 1999.

ALTERS, B. J; ALTERS, S. M. (2001). *Defendendo Evolução em sala de aula: Um guia para a criação / evolução controversia*. Boston: Jones e Barlett Publishers.

ANEMIA FALCIFORME: UMA DOENÇA GEOGRÁFICA. Disponível em: <<https://cienciahoje.org.br/coluna/anemia-falciforme-uma-doenca-geografica/>> Acesso em: 18/08/21

CHARTIER, Roger. *O livro dos livros: os Almanques no Brasil. Estudos Sociedade e Agricultura*, 13, outubro 1999: 139-142.

DNA DAS POPULAÇÕES DA ÁFRICA É MAPEADO COM RIQUEZA INÉDITA EM NOVO ESTUDO. Disponível em: <<https://www.geledes.org.br/dna-das-populacoes-da-africa-e-mapeado-com-riqueza-inedita-em-novo-estudo/#:~:text=DNA%20das%20popula%C3%A7%C3%B5es%20da%20C3%81frica%20%C3%A9%20mapeado%20com%20riqueza%20in%C3%A9dita%20em%20novo%20estudo,-Fonte%3A%20Por%20Reinaldo&text=Liderados%20por%20uma%20pesquisadora%20da%20por%20quase%20todo%20o%20continente>> Acesso em: 21/08/21

Fonte%3A%20Por%20Reinaldo&text=Liderados%20por%20uma%20pesquisadora%20da%20por%20quase%20todo%20o%20continente> Acesso em: 21/08/21

DOENÇA FALCIFORME. Disponível em: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28423290/>>Acesso em: 21/08/21

DOENÇA FALCIFORME. Disponível em: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28423290/>>Acesso em: 21/08/21

DOENÇA FALCIFORME Disponível em: <<https://bvsm.s.saude.gov.br/bvs/publicações/ANVISA/paciente.pdf>> Acesso em: 17/08/21

DOENÇA FALCIFORME. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/316339599_Sickle_Cell_Disease Acesso em: 21/08/21 Disponível em: <http://www.youtube.com/watch?v=YHb2JaujIPo&feature=related> Acesso em: 08/04/2020

DOENÇA FALCIFORME ORIGEM E DISPERSÃO DO GENE S Disponível em: <https://www.hemoglobinopatias.com.br/d-falciforme/genebs.htm> Acesso em: 21/08/21

FRIEDMAN MJ, TRAGER W. *The biochemistry of resistance to malaria*. Sci Am 1981; 244(3):154-64.

FUTUYMA, D. J. *Biologia Evolutiva*. Trad. De Mário de Vivo e Fábio de Melo Sene. 2ª edição, Ribeirão Preto. Sociedade Brasileira de Genética/CNPq, 1992.

INTERFERENTES ERITROCITÁRIOS E AMBIENTAIS NA ANEMIA FALCIFORME. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbhh/a/NzrQjtwVVBHtFrLgMgrygG/?lang=pt#> Acesso em: 21/08/21.

KRASILCHIK, M. *Prática de ensino de Biologia*. São Paulo: EDUSP, 2005.

MAYR, E. *O que é Evolução*. Tradução e prefácio de Ronaldo Sergio de Biasi e Sérgio Coutinho de Biasi. Rio De Janeiro. Rocco. 2001

MALÁRIA. AGÊNCIA FIOCRUZ DE NOTÍCIAS. Disponível em: <https://agencia.fiocruz.br/mal%C3%A1ria> Acesso em: 18/08/21

MICHELON, C. M, *Principais variantes do SARS-CoV-2 notificadas no Brasil*. EDIÇÃO ESPECIAL COVID-19. Universidade Federal de Santa Catarina. UFSC. 2021

NAOUM, P. C Interferentes Eritrocitários e Ambientais na Anemia Falciforme. Rev.Bras. Hematol.hemoter. 2000.

NETO, G. C. G.; PITOMBEIRA, M. S. *Aspectos moleculares da anemia falciforme*. *Jornal Brasileiro de Patologia e Medicina Laboratorial*, v.39, p.51-56, 2003.

VALOTTA, L. A. et al. *Frequência de genes em populações: subsídios para o ensino de Evolução e Seleção Natural*. In: VII Encontro Perspectivas do Ensino de Biologia. Anais. São Paulo: FEUSP, 2000.

APÊNDICES

15

- **GABARITO**

A EVOLUÇÃO SEMPRE FAVORECE OS MELHORES GENÓTIPOS? *Anemia falciforme: uma análise em questão*

Conversa inicial:

O que se espera de respostas dos (as) alunos (as):

Existe diferença entre o termo “evolução biológica” e a palavra “evolução” usada no cotidiano?

R: Inicialmente, o aluno poderá achar que não há diferença, pois vê a palavra “evolução” como sinônimo de melhoria, progresso, vantagem considerando o emprego da palavra no dia a dia, em diferentes contextos: melhoria de um time, aprovação em testes, aprimoramento tecnológico...

Estudo dirigido:

1- A evolução sempre favorece os melhores genótipos?

R: Inicialmente, acredito que os alunos respondam que sim. A ideia de que os “mais fortes” sobrevivem é peculiar.

2- Sabendo que uma pessoa herda dois genes de cada característica, quais são os genótipos possíveis para seres humanos em relação à hemoglobina? Represente por A o gene para hemoglobina normal e por S o gene para hemoglobina falciforme.

R: AA, AS, SS

3- Quais seriam os genótipos e fenótipos possíveis nos cruzamentos? Calcule a probabilidade

R: 1 – 50% AS - traço falcêmico – 50% SS - portador de anemia falciforme

2- 25% AA – hemoglobina normal 50% AS – traço falcêmico – 25% SS – portador da anemia falciforme

3- 50% AA – hemoglobina normal – 50% AS – traço falcêmico

4- Qual dos genótipos deve transportar mais O₂?

R: AA

5- Qual dos genótipos deve transportar menos O₂?

R: SS

6- O que deveria ocorrer com o gene S? Ele deveria se tornar mais frequente, ou tenderia a desaparecer da população?

R: O gene deveria desaparecer da população.

7- Explique qual a foi a vantagem das pessoas com o gene S que favoreceu sua disseminação pela África.

R: O alelo S confere uma vantagem seletiva de resistência à malária. A presença da variante torna os glóbulos vermelhos (hemácias) menos propícios ao desenvolvimento do parasita, pois o mecanismo de entrada do protozoário na célula é bloqueado. Assim, as pessoas portadoras e com o traço de anemia falciforme (heterozigotos) são protegidas da forma mais grave, nas áreas geográficas onde a malária é endêmica. Os portadores da anemia falciforme, então, têm mais chances de sobreviver e de deixar filhos, tornando essa característica comum ao longo das gerações.

8- Em que parte do mundo esse gene deve ser mais frequente?

R: Nas florestas Equatoriais da África.

9- Como a escravidão pode ter afetado a distribuição do gene S?

R: Levando o gene para as Américas.

10- Que características deve ter o local onde o gene S se proliferou?

R: Região quente e úmida (favorecimento à reprodução do mosquito transmissor), alta incidência e prevalência de malária na população, o que favoreceu a proliferação do gene S.

11- Podemos dizer que a evolução sempre favorece os melhores genótipos?

R: Não, pois os melhores genótipos não são sempre os mesmos. Depende das condições locais.
*Importante considerar o significado de *evolução biológica* – ***Mutaçãõ - acaso**

12- Retornando à discussão inicial, que resposta vocês dariam ao Darwinilson? Justifique

R: Ao final do estudo dirigido espero que os alunos percebam que evolução biológica é “mudança” das populações ao longo do tempo.

A “mudança” pode produzir um gene mutante que confere algum prejuízo, se comparado ao genótipo selvagem, contudo, em uma situação específica uma característica prejudicial pode conferir vantagem para o seu portador, como é o caso da anemia falciforme em regiões com alta incidência e prevalência de malária.

COORDENADAS:

Migração

Miscigenação

Caça- palavras:

```

A      C                               H
N      H                               E
E      A  M S                           M  M
M      R  E                               U O
I      G  L L N                           G T  M
A      E  E  D                           L  F A  U A
F      N  Ç S  E  O                       E  Ç D
A      O  Ã  D  L B                       N  A A
L      T  O  A I                           O P  N O
C      I  N  N R                           T  Ç
I      P  A  A  W  A I  A
F      O  T  I Ç  P
O      U  A N  O
R      P R E S S A O S E L E T I V A
M      V A R I A B I L I D A D E
E      L

```

ADAPTAÇÃO- ANEMIA FALCIFORME- CHARLES DARWIN- FENÓTIPO – GENÓTIPO -
HEMOGLOBINA- MENDEL- MUDANÇA- MUTAÇÃO- PRESSÃO SELETIVA – SELEÇÃO NATURAL
– VARIABILIDADE

COMO QUEM NÃO TEM BOCA COME?

Análise comparativa em uma conotação evolutiva

Gabarito: Questões presentes no almanaque Evolução em foco

1- Como quem não tem boca come?

- Registro das hipóteses individuais (respostas pessoais)

Vídeos (Observação Ameba e Vorticella)

b) Revisão das hipóteses anteriores

c)- **Ameba** – alimenta-se por meio da fagocitose: quando outro ser se aproxima, o envolve através das expansões citoplasmáticas: pseudópodes (pés falsos). Os pseudópodes envolvem as partículas alimentares e as incorporam no citoplasma dentro de um vacúolo digestivo. Dentro do vacúolo estas partículas vão ser digeridas pela ação de enzimas digestivas e, após a digestão, passam para o citoplasma por difusão.

Vorticella- os batimentos dos cílios levam o alimento (bactérias, algas unicelulares e pequenos protozoários) até ela – movimentos contráteis. As partículas alimentares são empurradas através do citóstomo ao interior da citofaringe, sendo coletados no interior do vacúolo alimentar.

d) **Fungos** - A alimentação ocorre através da liberação de enzimas digestivas pelo fungo. Essas enzimas agem digerindo as substâncias orgânicas para que o fungo possa absorver apenas os produtos dessa digestão. Como os processos digestivos ocorrem fora do organismo, a digestão é conhecida como digestão extracorpórea.

Bactérias- Digestão intracelular. Utilizando expansões celulares, envolvem partículas alimentares formando vesículas fagocíticas para onde são lançadas enzimas. Formam-se vacúolos digestivos onde ocorre a digestão intracelular.

Protozoários - A nutrição dos protozoários é basicamente heterotrófica e a captura do alimento, geralmente ocorre por fagocitose. A digestão intracelular ocorre por meio da formação de um vacúolo digestivo. É importante salientar que algumas espécies de protozoários são capazes de nutrir-se por processos fotossintéticos.

2- a) Cada grupo irá preencher o que for correspondente a “seu” animal/filo

Esponja – do – mar	Filo: Porifera
Anêmona- do -mar	Filo: Cnidaria
Planária	Filo: Plathyhelminthes
Lombriga	Filo: Nematoda
Caracol	Filo: Mollusca
Minhoca	Filo: Annelida
Estrela-do-mar	Filo: Echinodermata
Caranguejo	Filo: Arthropoda
Darwinilson	Filo: Chordata

b) Cada grupo responderá sobre o “seu animal” – *Como esse animal obtém a energia necessária às atividades vitais?*

Esponja-do-mar - remove partículas de alimento que estão na água que entram pelo seu corpo através dos poros e caem no átrio.

Anêmona-do-mar - captura a presa com seus tentáculos que contêm uma célula que elimina uma substância irritante que a faz a paralisar. Possui uma cavidade que funciona como “boca”.

Planária - alimenta-se de pequenos invertebrados. Captura o alimento por sucção. Possui boca.

Lombriga - ingere os alimentos pela boca. É parasita do intestino delgado. O alimento passa pelo trato digestório que é completo.

Caracol - ingere o alimento pela boca. Muitos se alimentam de pequenas algas presas às rochas. Alguns moluscos são filtradores, os que não são filtradores possuem uma língua dentada.

Minhoca - ingere o alimento pela boca, que segue para o papo e para a moela, onde é triturado. No intestino ocorre a absorção dos nutrientes. Eliminam os resíduos pelo ânus.

Caranguejo – ingere o alimento pela boca. Este, segue pelo tubo digestório onde há uma espécie de estômago com enzimas digestivas que auxiliam na digestão. Os restos não aproveitados são eliminados pelo ânus.

Estrela-do-mar- ingere o alimento pela boca que está localizada na porção inferior do corpo e que se fecha com um esfíncter oral. O alimento segue para um esôfago pequeno, posteriormente, para o estômago que possui porções pilóricas responsáveis pelo armazenamento e liberação de enzimas digestivas. Daí segue para um intestino curto. O reto, conectado ao ânus, abre-se na porção aboral do animal.

Pela lanterna de Aristóteles, aparelho bucal, raspam o alimento. Algumas engolem suas presas inteiras, outras evertem uma parte de seu estômago para fora do corpo, digerindo parte do alimento externamente, com o uso das enzimas digestivas, antes de internalizar o alimento. O sistema aquífero ajuda na captura de presas.

Darwinilson- Ingere o alimento pela boca que segue pelo tubo digestório: faringe, esôfago, estômago, intestino delgado (onde ocorre a maior parte da digestão), intestino grosso (reabsorção da água) e eliminação dos resíduos em forma de fezes, pelo ânus.

Estruturas envolvidas no processo de digestão dos alimentos

Esponja-do-mar - coanócitos - células flageladas especializadas por capturar o alimento e fazer a digestão. Os amebócitos transportam nutriente. Digestão: intracelular.

Anêmona-do-mar- cavidade gastrovascular revestida por células gastrodérmicas. A digestão inicia-se no interior da cavidade gastrovascular e se completa nas células que revestem essa cavidade (células gastrodérmicas). Digestão extracelular e intracelular.

Planária- Boca na região ventral, uma faringe protrátil (exteriorizada) que facilita a captação de alimento (sugado em pequenas quantidades), cavidade gastrointestinal. A gastroderme apresenta células com diferentes funções: secretoras de enzimas, fagocitárias e ciliadas. Não há ânus. Digestão: intracelular e extracelular.

Atenção: As tênias, também representantes do filo platelmintos, não possuem sistema digestório. Absorvem os nutrientes, previamente digeridos pelo hospedeiro, através da superfície do corpo (por difusão).

Lombriga- o alimento entra pela boca, é triturado na faringe, digerido no intestino e os resíduos são eliminados pelo ânus. A boca desses animais é circundada por lábios ou papilas sensoriais. A digestão é tanto extracelular quanto intracelular.

Caracol- possui boca, esôfago, estômago, intestino e ânus, o sistema digestório é completo. Em algumas espécies, observa-se a presença de rádula (exceção dos bivalves).

Atenção: Na maioria dos moluscos a digestão é tanto intracelular como extracelular (exceção nos cefalópodes, onde a digestão é exclusivamente extracelular).

Minhoca - Sistema digestório completo, sendo composto pelos seguintes órgãos: boca, faringe, papo, moela, intestino e ânus. O alimento fica armazenado no papo e, na moela, é triturado. Digestão extracelular.

Caranguejo – Tubo digestório completo. A boca é ventral e encontra-se entre as mandíbulas, peças mastigadoras. Apresenta algumas glândulas anexas como o hepatopâncreas. Possuem esôfago, estômago dividido em duas partes: 1º- anterior, denominada câmara cardíaca e a 2º- posterior chamada de câmara pilórica; intestino médio, intestino tubular e ânus. Na câmara cardíaca existem dentes calcificados formando um moinho gástrico que ajuda na trituração dos alimentos.

Estrela-do-mar- O sistema digestório formado pela boca (porção inferior do corpo), um esôfago pequeno, estômago com porções pilóricas responsáveis pelo armazenamento e liberação de enzimas digestivas, intestino curto e o reto, conectado ao ânus, que se abre na porção aboral do animal.

Darwinilson- Sistema digestório completo com boca, faringe, esôfago, estômago, intestino delgado, intestino grosso e ânus. Glândulas anexas: fígado e pâncreas. Possui vesícula biliar.

Obs: A maioria dos animais têm algum nível de digestão intracelular, por isso não é possível dizer que a digestão extracelular é exclusiva, ela pode ser a principal.

Identificação de algumas características dos Metazoários - Tabela

Filos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Porífero	*	*								*						*			
Cnidário	*	*	*	*		*					*								
Nematelminto	*	*	*				*		*		*						*		*
Artrópode	*	*	*				*				*		*				*		*
Platelminto	*	*	*				*	*			*						*		
Molusco	*	*	*		*		*				*						*		
Anelídeo	*	*	*				*				*				*		*		
Equinodermo	*	*	*				*				*			*				*	
Cordado	*	*	*				*				*	*						*	

- 1- Multicelularidade
- 2- Desenvolvimento embrionário
- 3- Tecidos verdadeiros
- 4- Cnidócito
- 5- Rádula
- 6- Ectoderma e Endoderma (diblástico)
- 7- Mesoderma (triblástico: ectoderma, endoderma e mesoderma)
- 8- Acelomado
- 9- Pseudoceloma
- 10- Digestão exclusivamente intracelular (presença de coanócitos e amebócitos)
- 11- Gastrulação
- 12- Notocorda (pelo menos em alguma fase do desenvolvimento)
- 13- Apêndices articulados
- 14- Sistema vascular aquífero (sistema ambulacrário)
- 15- Corpo segmentado (em anéis)
- 16- Sem tecidos verdadeiros
- 17- Protostômios
- 18- Deuterostômios
- 19- Quitina na cutícula

Perguntas:

a) Quais são as características que todos possuem?

R: Multicelularidade, desenvolvimento embrionário.

b) Quais as características exclusivas dos poríferos?

R: Digestão exclusivamente intracelular (presença de coanócitos e amebócitos), sem tecidos verdadeiros.

c) Quais características platelmintos, moluscos e anelídeos têm em comum?

R: Multicelularidade, desenvolvimento embrionário, gastrulação, tecidos verdadeiros, protostômios, mesoderma.

d) Quais as características estão presentes apenas nos cnidários?

R: Cnidócito; Ectoderma e Endoderma (diblástico).

e) Quais as características comuns dos equinodermos e cordados?

R: Multicelularidade, deuterostômios, desenvolvimento embrionário, tecidos verdadeiros, mesoderma (triblásticos), gastrulação.

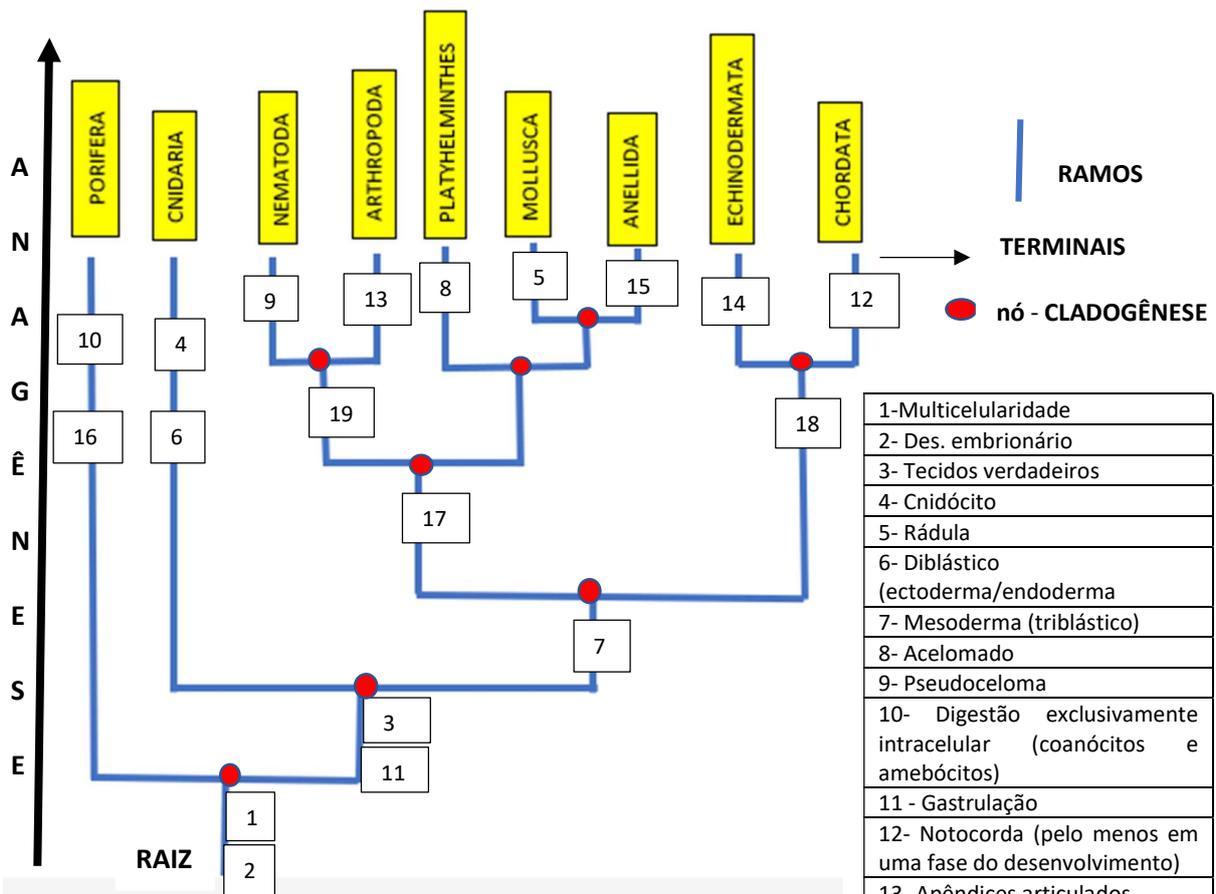
f) Qual a característica exclusiva dos equinodermos?

R: Sistema vascular aquífero (sistema ambulacrário).

g) Vocês acham que existe alguma estrutura presente no filo do “seu grupo” que pode estar relacionada à nutrição do animal? Comente

Resposta de acordo com cada grupo. Espera-se que o discente relacione algumas características à nutrição do animal (presença de alguma estrutura que tenha facilitado a captura do alimento).

Montagem de um cladograma com algumas características dos metazoários



1-Multicelularidade
2- Des. embrionário
3- Tecidos verdadeiros
4- Cnidócito
5- Rádula
6- Diblástico (ectoderma/endoderma)
7- Mesoderma (triblástico)
8- Acelomado
9- Pseudoceloma
10- Digestão exclusivamente intracelular (coanócitos e amebócitos)
11 - Gastrulação
12- Notocorda (pelo menos em uma fase do desenvolvimento)
13- Apêndices articulados
14- Sistema vascular aquífero
15- Corpo segmentado (em anéis)
16- Sem tecidos verdadeiros
17- Prostotômios
18- Deuterostômios
19- Quitina na cutícula

Sugestão: Os retângulos poderão ser coloridos identificando as características primitivas e derivadas:

Plesiomorfias

Apomorfias: sinapomorfias/autapomorfias

POR QUE TANTO CORONA?

Variantes virais, o que tem a ver com evolução?

1- Hipóteses individuais para a questão problematizadora: “Por que tanto Corona?”

2- O que pode gerar a mutação viral? (Hipóteses individuais)

3- Variantes virais, o que tem a ver com evolução? (Hipóteses individuais)

Formação de grupos para discussão das respostas individuais e elaboração de respostas consensuais ao grupo.

Leitura – Quadrinhos – Créditos: Carlos Ruas

4- Vocês fariam alguma alteração? Discussão em grupo

5- Retomada às questões iniciais.

6- Para finalizar: análise e discussão sobre a entrevista (MT Saúde) da Dr^a Natasha Shlessarenko – médica pediatra e patologista

Respostas esperadas ao final das atividades:

1- Quando um vírus está circulando amplamente em uma população e causando muitas infecções, a probabilidade de sofrer mutação aumenta. Quanto mais oportunidades um vírus tem de se espalhar, mais ele se replica – e mais possibilidades tem de sofrer mudança.

Além disso, a transmissão pelo vírus costuma ocorrer pelo ar ou por contato pessoal com secreções contaminadas, como: espirro, tosse, gotículas de saliva, toque em objetos ou superfícies contaminadas seguido de contato com boca, nariz ou olhos, o que é favorável, aglomerações, negligência ao uso de máscaras, resistência à vacina contribuem para a transmissibilidade.

2- O “erro” da enzima RNA polimerase ao sintetizar um novo RNA usando o existente como molde: ao inserir bases diferentes daqueles presentes na sequência original, causam mutações no material genético podendo originar uma nova variante. Quanto mais o vírus se multiplica, maior a chance de aparecerem “erros”.

3- Há mutações no material genético que originam variantes virais. A fixação dessas mutações em uma população viral = evolução (Uma população de vírus que muda ao longo do tempo) isso é evolução.



GLOSSÁRIO

25

Autossômico - presença do par de genes num par de cromossomos que não aquele que determina o sexo.

Apomorfia - Característica recente que corresponde a uma inovação em relação a uma característica de uma espécie ancestral.

Autapomorfia - característica derivada que está presente, exclusivamente, em um único táxon terminal.

Deuterossômio- quando o blastóporo dá origem ao ânus do animal.

Diblástico - Designação dos seres vivos que têm o corpo constituído por dois folhetos embrionários: a ectoderme e a endoderme

Fenótipo- representa as características observáveis de um indivíduo: morfologia, fisiologia, comportamento... Sofre influência do genótipo e do ambiente.

Genótipo – corresponde à composição genética do indivíduo, ao conjunto de genes do organismo.

Plesiomorfia – característica primitiva.

Protostômio – quando o blastóporo da origem à boca do animal.

Sinapomorfia- quando grupos têm característica derivada (apomorfia) compartilhada.

Triblásticos – animais que possuem três folhetos embrionários: ectoderme, mesoderme e endoderme.



APÊNDICE B**ALMANAQUE *EVOLUÇÃO EM FOCO***

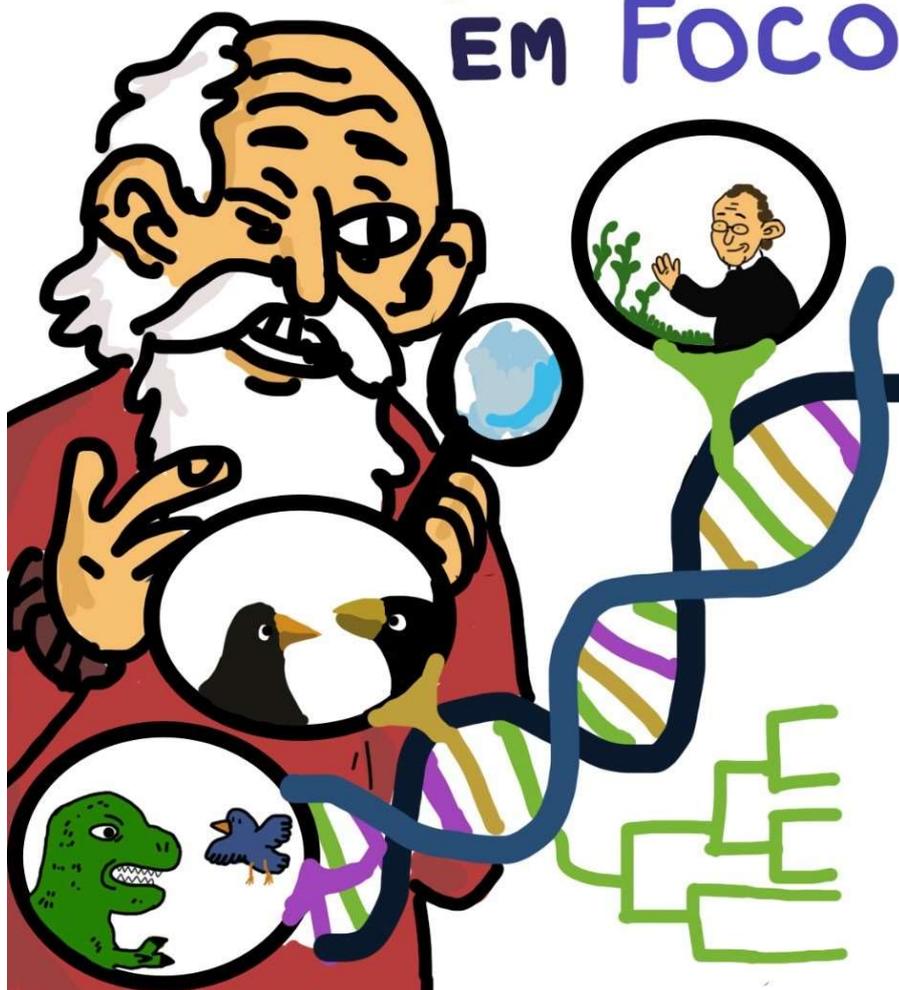


UFRJ
UNIVERSIDADE FEDERAL
DO RIO DE JANEIRO



PROFBIO
Mestrado Profissional
em Ensino de Biologia

ALMANAQUE EVOLUÇÃO EM FOCO



Autora: Luciana Maria Pinheiro Vieira

Orientadora: Prof.^a Dra. Maria Margarida Gomes Pereira de Lima Gomes

Rio de Janeiro – 2022

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

1



Olá, colega! Já vi que somos da mesma turma! Sou Darwinilson. E você? Muito prazer, _____!

Vamos trabalhar juntos! Pegue o embalo e vamos investigar!

Já deu para perceber que sou curioso, não é?

Evolução biológica

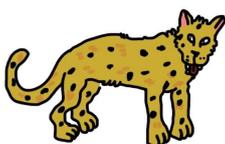
Melhoria?

Ascensão?

Mudança?

Progresso?

A evolução sempre favorece os melhores genótipos?



1- Que respostas você daria ao Darwinilson?



Acho que posso mediar
essa curiosidade...
Venham comigo! Vamos
viajar pela Ciência!

Mas antes vamos rever
alguns conceitos que
vocês já estudaram.
Sempre registrem as
hipóteses. Isso é muito
importante!



**A evolução sempre
favorece os melhores
genótipos?**

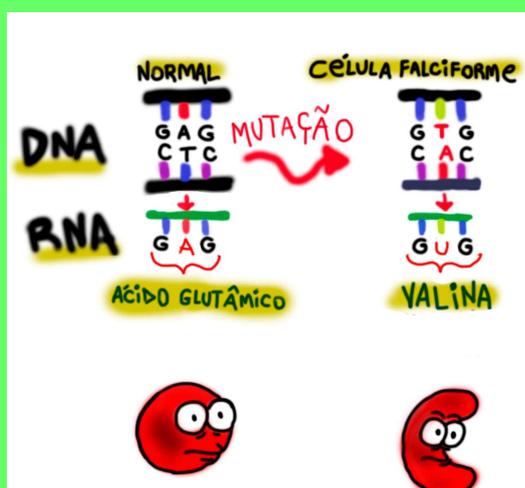
O que você acha,
colega?

Uma breve retrospectiva

Algumas doenças apresentadas por seres humanos se encaixam na primeira Lei de Mendel ou monoidrismo, por exemplo, a *anemia falciforme*, de caráter autossômico recessivo, que é caracterizada por uma anormalidade da hemoglobina, proteína que transporta o oxigênio, encontrada nos glóbulos vermelhos (hemácias) do sangue. *Vamos detalhar esse assunto:*

A hemoglobina humana é uma proteína que se localiza dentro das hemácias e é formada por 574 aminoácidos. Entre os seres humanos existe uma mutação do gene que codifica a hemoglobina. A hemoglobina mutante é chamada falciforme, pois as hemácias com essa hemoglobina perdem o formato redondo original e ficam com o formato de foice. Hemácias falciformes transportam menos O_2 do que as hemoglobinas normais e seus portadores têm diversos sintomas, tais como: febre, calafrios, cefaleia, vômito, anorexia, fadiga, diarreia e anemia. Se não tratada adequadamente a doença pode apresentar complicações como edema pulmonar, complicações renais, icterícia e obstrução de vasos sanguíneos no cérebro (nos casos graves da doença), situação que poderá levar à morte do indivíduo.

O alelo responsável pela produção de hemoglobina falciforme se diferencia do alelo da hemoglobina normal pela substituição de uma base nitrogenada: a adenina (A) pela timina (T), ocorrendo a troca do ácido glutâmico pela valina.



2- Sabendo que uma pessoa herda duas cópias de cada gene de cada característica, quais são os genótipos possíveis para seres humanos em relação à hemoglobina? Represente por **A** o alelo para hemoglobina normal e por **S** o alelo para hemoglobina falciforme.

3- Quais seriam os genótipos e fenótipos possíveis nos cruzamentos?

Calcule as probabilidades:

♂	♀		

1

♂	♀		

2

♂	♀		

3

Cruzamento 1:

Cruzamento 2:

Cruzamento 3:

4- Qual dos genótipos deve transportar mais O_2 ?

5- Qual dos genótipos deve transportar menos O_2 ?



Relacionando em termos evolutivos. As pessoas que transportam mais O_2 têm mais energia, sobrevivem mais e se reproduzem mais do que aquelas cujos tecidos têm menor oxigenação. Por aí...

Dessa forma...

6- Considerando o que foi dito acima, o que deveria ocorrer com o alelo **S**? Ele deveria se tornar mais frequente ou tenderia a desaparecer da população?



Guardem suas respostas... Voltaremos nela depois...

Já é!





Entre 3000 e 500 a.C. o alelo **S** se dispersou pela África Subsaariana! Olhem só a extensão da África Subsaariana!!!!



África → destaque para região Subsaariana (verde)

Vixe! Hum... Será que alguma condição ambiental favoreceu a proliferação desse gene?



Saiba mais...

A malária é causada por protozoários do gênero *Plasmodium*, sendo transmitida às pessoas pela picada de mosquitos fêmeas infectadas. É muito frequente nas florestas equatoriais (quente e úmida, perto do Equador). A fêmea contaminada do *Anopheles* transmite o protozoário plasmódio que parasita as hemácias e se alimenta da hemoglobina que está dentro das hemácias. Dentro das hemácias ele se multiplica e acaba destruindo-as, causando anemia e febre. Se não tratado, o doente pode morrer. Porém, o plasmódio tem dificuldades de parasitar hemácias falciformes.



7- Qual foi a vantagem das pessoas com o alelo **S** que favoreceu sua disseminação pela África?



CURIOSIDADES



Com a desertificação do Saara ocorrida no período de 2.000 a 500 anos a.C, suas populações migraram para outras regiões da África, atingindo àquelas banhadas pelo mar Mediterrâneo, fato que facilitou sua introdução no continente europeu, notadamente no sul da Itália e Grécia. No período Medieval, entre os séculos 1 e 15, o gene da *HbS* se expandiu para o leste e sudeste europeu.

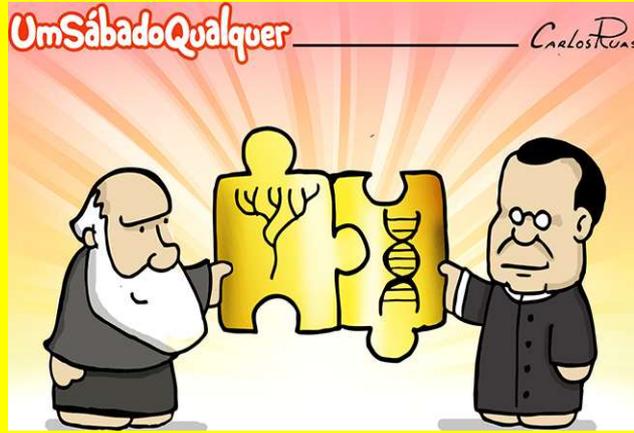
Estudos antropológicos associados às análises biomoleculares sugerem que o gene da *HbS* surgiu por um processo de mutação de bases nitrogenadas ocorrido entre 50 e 100 mil anos, abrangendo os períodos Paleolítico e Mesolítico. Esses mesmos estudos indicam a África como o local provável da ocorrência da mutação na fase coincidente à presença do *Homo sapiens neanderthalis* (há 100 mil anos) e do *Homo sapiens sapiens* (há 50 mil anos)". (NAOUM, 2000).



Vivenciando,
investigando,
interagindo e
aprendendo...

Desse jeito,
Darwinilson!
Quisera eu ter
tido uma prosa
com Darwin!







E aí Darwinilson, chegou ao X da questão? Hahaha... Manda ver!

Eu acho que deslocamentos humanos ajudam a explicar a dispersão do gene S. Mas vou mergulhar nas questões...



9

8- Em que parte do mundo esse alelo deve ser mais frequente?

9- Como a escravidão pode ter afetado a distribuição do alelo S?

10- Que características devem ter os locais para onde o alelo S se proliferou?



Podemos dizer que a evolução sempre favorece os melhores genótipos?

Ah... E a sua dúvida inicial, a que conclusão chegou?

PASSATEMPO – CAÇA PALAVRAS

A R C S T H H D Y T Y T S H T E E Y A H L F
 N T C H Y E E H T R E R W R I I N H E E S S
 E H L E A T M S A R S D S O M R F M I I V A
 M E E L T R Y E I T I O I B A U O A A N L N
 I O E G G R L L N T H I E I G G T O T M T H
 A L O R E A M E E D E O R R L G F A T U A D
 F F U O N N N Ç S T E O E O D T E R Ç D C I
 A N H E O P S ã K D E L B L A M N T A A U S
 L A E H T T O O I T A I I R D R O P H N O T
 C O T L I E S N O E N R O L T N T R E Ç U E
 I O H E P A B A A A I U W A U A I P H A N R
 F N N T O N T T S P I T E I Ç S P A D U M E
 O P B O E E I U I N G T T A N S O S U H D E
 R I B X R Y P R E S S A O S E L E T I V A R
 M H O V A R I A B I L I D A D E I I E A U T
 E T S B O T T L O S A E E C U E L L O I A N

VARIABILIDADE

HEMOGLOBINA

GENÓTIPO

FENÓTIPO

ADAPTAÇÃO

MENDEL

SELEÇÃO NATURAL

CHARLES DARWIN

MUTAÇÃO

MUDANÇA

ANEMIA FALCIFORME

PRESSÃO SELETIVA



Evolução em foco!

E vamos para as próximas aventuras! Continuemos nesse embalo, Darwinilson!

Ah! Você tem um belo nome!

Obrigado! Estou gostando disso! Mas... Pode nos ajudar em mais uma questão?

Como quem não tem boca come?



Darwinilson, dessa vez eu vou mediar essa questão. Siga as orientações, anote as hipóteses e discuta com seus colegas, ok? Olhe o mural e siga as instruções.

Ah! Eu sou Wallace!



A galera já está conectada!



MURAL

11

Todo o ser vivo precisa de alimentos, que são degradados nos processos metabólicos para a liberação de energia e realização das funções. Esses alimentos degradados também podem ser utilizados como matéria-prima na síntese de outras substâncias orgânicas, possibilitando o crescimento e a reposição de perdas. (Disponível em: <https://www.sobiologia.com.br/conteudos/Evolucao/evolucao6.php>)

O conjunto de processos que ocorrem desde a ingestão dos alimentos até a sua utilização final nas células designa-se nutrição. Mas, considerando a diversidade de organismos:

1

*Como quem
não tem boca
come?*



- a) Registrem as hipóteses no caderno
- **Divisão da turma em 9 grupos (4 a 5 alunos por grupo)**

Vejam como os seres microscópicos heterotróficos fazem isso!

- Observem os protozoários: “ameba” - Fagocitose e “Vorticella”: movimento de vacúolos de alimentos. *Acessem os vídeos:*

<https://www.youtube.com/watch?v=S9QGJ3JN8Kw&NR=1>

<http://www.youtube.com/watch?v=YHb2JaujIPo&feature=related>

- **b-** Após assistirem os vídeos vocês mantêm as hipóteses iniciais ou gostariam de acrescentar ou mudar alguma coisa? Registre a opinião consensual do grupo

“A captura seria a forma de como os animais irão adquirir e ingerir o alimento o que requer por parte dos animais algumas estratégias.”
(JUNIOR, Harry; ROUSSENQ NETO, Júlio; MELLO JUNIOR, Leonidas J. *Fisiologia*. 2. ed. Indaial: Asselvi, 2007).

- **c-** Como os organismos observados fazem isso? Registrem as descobertas, após análise dos vídeos.



12

Quantas estratégias, não é?
Fungos, protozoários, bactérias:
como se alimentam? Vamos
investigar e registrar as
descobertas no bloco de notas!

Já é, Sr. Wallace! Partiu, biblioteca!!!
Já vou pedir a tia da sala de leitura
para separar material para os grupos!
Até já sei que alguns vão tentar
consultar via smartphone, mas aqui os
livros são bem mais acessíveis!



Bloco de notas

d-

e-

Alimento: fonte
energética, nutrição
dos seres vivos,
diversas estratégias
de captura...

Mas, em meio a tanta
diversidade, *como*
será que esse
processo ocorre nos
animais?





Darwinilson, vamos explorar as características evolutivas de alguns animais. Você e seus colegas devem seguir as orientações que estão no mural, mais uma vez! E vamos ao sorteio!

Caraca, Sr. Wallace! Parece até que o Senhor passou pelos meus pensamentos...



MURAL

O que será sorteado para grupos A, B, C, D, E, F, G, H, I?



- Atividades para os grupos: **Sorteio**

Representantes animais: esponja-do-mar, anêmona-do-mar, planária, lombriga, caracol, minhoca, caranguejo, estrela-do-mar e Darwinilson

2-

Vamos completar aí,
galera! Qual o animal
investigado por cada
grupo? Coloquem a letra
de cada grupo na foto!

Até eu estou na fita!
Hehehe!



a-

()



Animal: _____

Filo: _____

()



Animal: _____

Filo: _____

()



Animal: _____

Filo: _____

()



Animal: _____

Filo: _____

()



Animal: _____

Filo: _____

()



Animal: _____

Filo: _____

()



Animal: _____

Filo: _____

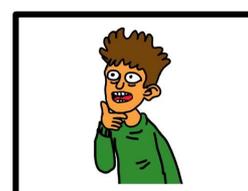
()



Animal: _____

Filo: _____

()



Animal: _____

Filo: _____

b- A que Filo pertence o animal referente ao seu grupo?

c- Como esse animal obtém a energia necessária às atividades vitais?

d- Quais são as estruturas presentes no animal que estão envolvidas no processo de digestão de alimentos?

e- Onde vocês poderão encontrar essas informações? Registrem as descobertas e citem na referência a(s) fonte(s) pesquisada(s): livro didático, sites...

Hora de discutir com o grupo!!



Vamos compartilhar as descobertas e fazer nosso registro coletivo!



Bem bacana isso, professor Wallace! Já até organizei uma ficha para a galera! No final a gente junta as informações e coloca no mural!





Colegas! Vamos montar nossas fichas!
Primeiro recortem e coleem os animais, fazendo a associação com o nome do filo! Depois é só cada grupo completar com as informações de seu filo e faremos o nosso mural coletivo!



Isso aí, Darwinilson, coordene essa atividade!

O material para recorte e colagem está na próxima página!

<p>Foto do animal</p>	<p>Como esse animal obtém energia para as atividades vitais?</p> <hr/> <hr/> <hr/>
<p>Filo:</p>	<p>Quais são as estruturas presentes no animal que estão envolvidas no processo de digestão dos alimentos?</p>
<p>Equipe: _____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>Grupo: _____</p>	<hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/>

Caprichem aí! No final, juntaremos tudo!



• Representantes de cada FILO



• FILOS

ARTHROPODA

ANELLIDA



PLATHYELMINTHES

PORIFERA

NEMATODA

MOLLUSCA



CNIDARIA

ECHINODERMATA

CHORDATA



18

Uma linha do tempo mostra a história através dos tempos. Em Biologia, vamos utilizar uma representação gráfica conhecida por cladograma! Assim, podemos analisar melhor essa história evolutiva das espécies.

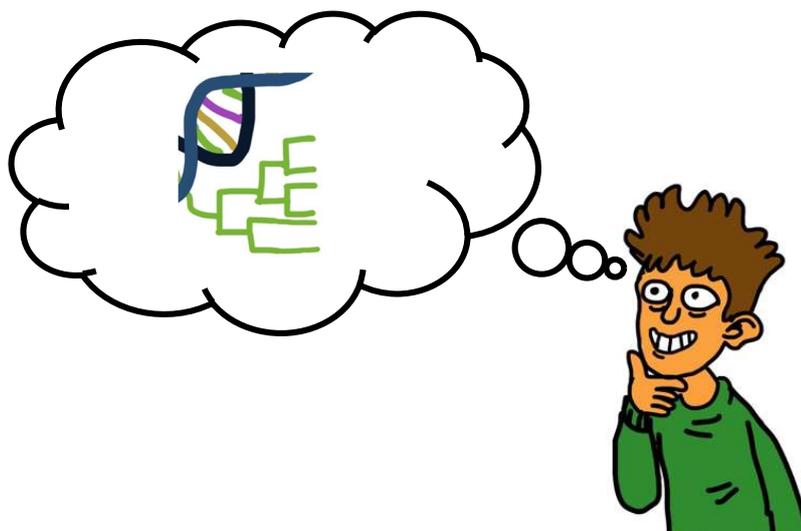
Vejam as informações abaixo!

Recordando:

De acordo com Guimarães (2005) os cladogramas são árvores filogenéticas que mostram as relações de parentesco entre os organismos. Os métodos para sua construção são ditados pela sistemática filogenética ou cladística.

“Uma árvore filogenética é um diagrama que representa relações evolutivas entre organismos. Árvores filogenéticas são hipóteses, não fatos definitivos. O padrão de ramificação de uma árvore filogenética reflete como espécies ou outros grupos evoluíram a partir de uma série de ancestrais comuns. Nas árvores, duas espécies são mais relacionadas se têm um ancestral comum mais recente e menos relacionadas se têm um ancestral comum menos recente. [...] Em uma árvore filogenética, as espécies ou grupos de interesse são encontrados nas extremidades de linhas chamadas de ramos da árvore. O padrão no qual os ramos se conectam representa nossa compreensão de como as espécies na árvore evoluíram de uma série de ancestrais comuns. Cada ponto de ramificação (também chamado um nó interno) representa um evento de divergência, ou separação de um grupo único em dois grupos descendentes. Em cada ponto de ramificação fica o mais recente ancestral comum de todos os grupos descendentes deste ponto em diante. Duas espécies são mais relacionadas se têm um ancestral comum mais recente, e menos relacionadas se têm um ancestral comum menos recente. [...] Para gerar uma árvore filogenética, os cientistas geralmente comparam e analisam muitas características das espécies ou outros grupos envolvidos. Estas características podem incluir morfologia externa (forma/aparência), anatomia interna, comportamentos, vias bioquímicas, sequências de DNA e proteínas, e até mesmo as características dos fósseis”.

(Disponível em: <https://pt.khanacademy.org/science/ap-biology/natural-selection/phylogeny/a/phylogenetic-trees#:~:text=Anatomia%20de%20uma%20%C3%A1rvore%20filogen%C3%A9tica&text=Em%20uma%20%C3%A1rvores%20filogen%C3%A9tica%2C%20as, posicionadas%20nas%20pontas%20dos%20ramos> Acesso em : 09/06/22



E vamos para mais uma atividade!

Vejam a tabela na página 20! Cada grupo deverá assinalar as características referentes ao animal de seu grupo. Consultem os livros didáticos, se necessário!

Hum...
Evolução...



Créditos: Carlos Ruas

TABELA – INVESTIGANDO ALGUMAS CARACTERÍSTICAS EVOLUTIVAS DOS METAZOÁRIOS

Filos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
Porífero																				
Cnidário																				
Nematelminto																				
Artrópode																				
Platelminto																				
Molusco																				
Anelídeo																				
Equinodermo																				
Cordado																				

Características:

- 1- Multicelularidade
- 2- Desenvolvimento embrionário
- 3- Tecidos verdadeiros
- 4- Cnidócito
- 5- Rádula
- 6- Ectoderma e Endoderma (diblástico)
- 7- Mesoderma (triblástico: ectoderma, endoderma e mesoderma)
- 8- Acelomado
- 9- Pseudoceloma
- 10- Digestão exclusivamente intracelular (presença de coanócitos e amebócitos)
- 11- Gastrulação
- 12- Notocorda (pelo menos em alguma fase do desenvolvimento)
- 13- Apêndices articulados
- 14- Sistema vascular aquífero (sistema ambulacrário)
- 15- Corpo segmentado (em anéis)
- 16- Sem tecidos verdadeiros
- 17- Protostômios
- 18- Deuterostômios
- 19- Quitina na cutícula

O Cordado aqui está
ficando fera nisso!





E para recordar desenvolvimento embrionário: segue uma dica "in box"!

Conectando conteúdos:

Acesse:

Os Folhetos Germinativos Disponível em: <https://mundoeducacao.uol.com.br/biologia/os-folhetos-germinativos.htm> Acesso em: 28/04/22



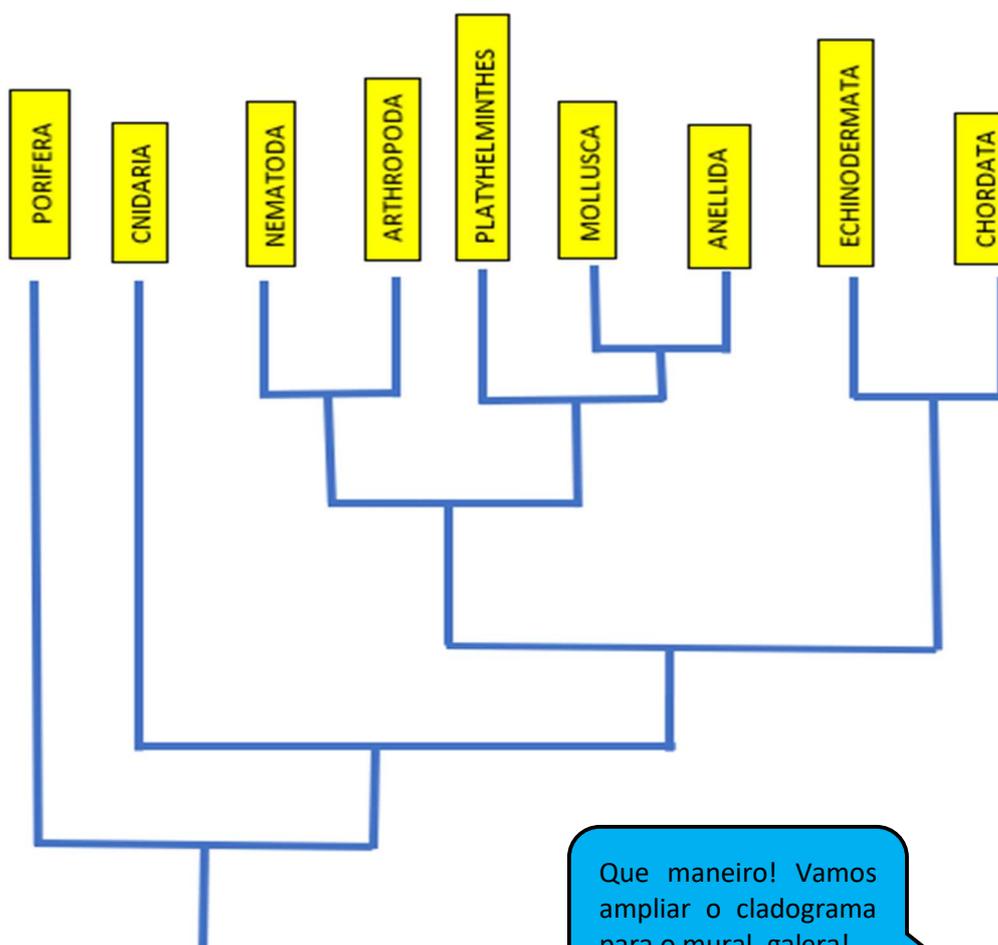
Vamos compartilhar as informações e preencher toda a tabela!

E depois montar um cladograma, não é professor Wallace?



Isso mesmo, Darwinilson! Garoto esperto!





Que maneiro! Vamos ampliar o cladograma para o mural, galera!



Vejam as características na tabela e façam as associações, inserindo o número que representa a característica, no cladograma.

Muito top isso!



- Quais são as características comuns a todos os filós?
- Quais as características exclusivas dos poríferos?
- Quais características platelmintos, moluscos e anelídeos têm em comum?
- Quais características estão presentes apenas nos cnidários?
- Quais as características comuns nos equinodermos e cordados?
- Qual a característica exclusiva nos equinodermos?
- Vocês acham que existe alguma estrutura presente no filo de seu grupo que pode estar relacionada à nutrição do animal? Comente.



E voltemos à questão inicial:
Como quem não tem boca come?

E mais uma questão:
Como vocês relacionam as novidades evolutivas ao processo de nutrição?

Depois de tantas atividades interessantes vamos caprichar nas respostas! Obrigado, Sr. Wallace!

Agora, no intervalo, vamos viajar pela *Evolução em uma bela oficina!*



Isso aí! Importante deixar as respostas registradas!

Até a próxima!

OFICINA

Repensando a Evolução

Um presente para Darwin



Créditos: Carlos Ruas



Créditos: Carlos Ruas

Kkkkkk Estou gostando disso!
Muito maneiro!

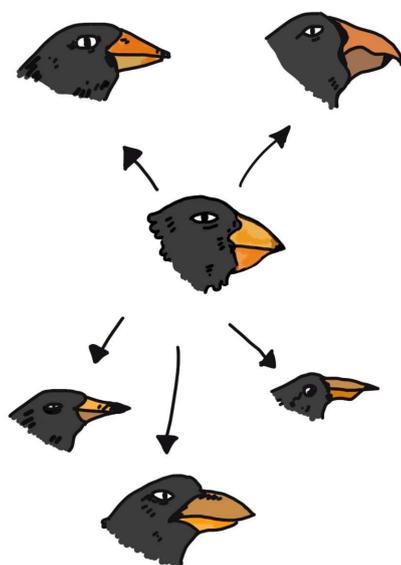




Seleção
Natural,
adaptação



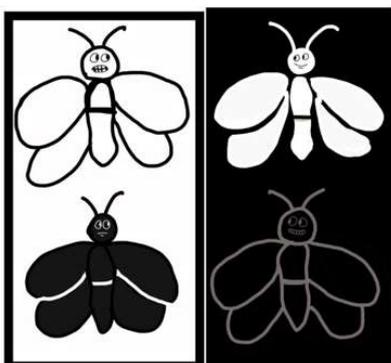
Mutação...



Pressões
seletivas...



*Tudo isso tem a ver com
Evolução? Vamos pesquisar!*



Biston betularia
Melanismo industrial

Darwin, Beagle,
Tentilhões,
Galápagos...



Saiba mais:

<https://cienciahoje.org.br/artigo/a-saga-da-mariposa/>

Conectando informações... Saiba mais!

26

PELA DIVERSIDADE GENÉTICA, UM ANIMAL ACABA TENDO UMA MELHOR ADAPTAÇÃO EM UM DETERMINADO AMBIENTE, EM RELAÇÃO A OUTROS DE MESMA ESPÉCIE. VOU DAR O EXEMPLO DAS CASCAVEIS NO TEXAS:

TODOS SABEM QUE AS CASCAVEIS POSSUEM UM CHOCALHO NA PONTA DA CAUDA PARA INTIMIDAR OS PREDADORES.

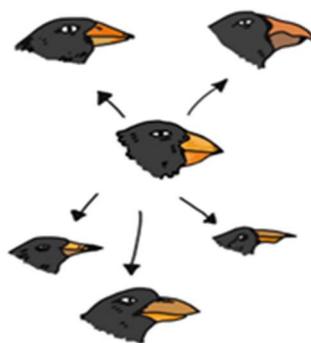
QUANDO O HOMEM RESOLVEU POVOAR AQUELA REGIÃO, COMEÇOU A EXTERMINAR AS COBRAS QUE ENCONTRAVAM, O CHOCALHO ACABOU SENDO O VILÃO DA HISTÓRIA, POIS REVELAVA SUA POSIÇÃO.

COM ISSO, AS CASCAVEIS MAIS SILENCIOSAS COMEÇARAM A SER SELECIONADAS POSITIVAMENTE.

ESSE ANIMAL, ACABOU TENDO UMA GRANDE VANTAGEM DE SOBREVIVÊNCIA E PROCREAÇÃO SOBRE AS OUTRAS NAQUELE AMBIENTE.

COM O PASSAR DOS ANOS, A POPULAÇÃO DE CASCAVEIS SILENCIOSAS ULTRAPASSOU AS MAIS RUÍDOSAS. ESSE É APENAS UM PEQUENO EXEMPLO DA SELEÇÃO NATURAL NOS TEMPOS DE HOJE.

Créditos: Carlos Ruas



Explorando: Os "Tentilhões de Galápagos"

Acesse:

<http://labs.icb.ufmg.br/lbem/aulas/grad/evol/darwin/tentilhoes.html>



Darwinilson, convido você e seus amigos a conhecerem um pouco da minha história! Embarquem comigo no *Beagle*!!! Acessem o link!

https://www.youtube.com/watch?v=ig0ptQ_G_go&t=6s

Galera está animada, professor Darwin! Já vamos embarcar contigo *no Beagle*! Ah! Meu pai é seu fã e eu também!



Hora do almoço!



4



2



3



1

h- Leve cada tentilhão ao seu alimento!

Frutas

Sementes

Larvas

Insetos

BÔNUS!**POR QUE TANTO CORONA?**

Variantes virais, o que tem a ver com evolução?

Alfa, Beta, Gama,
Delta, Ômicron... Por
que tanto Corona?

1



É Darwinilson... Já sei até o que você está pensando! 2019, 2020, 2021, 2022... e estamos aí com as *variantes* da Covid-19! Que pandemia! Sou o professor Mendel! Já nos esbarramos por aí!



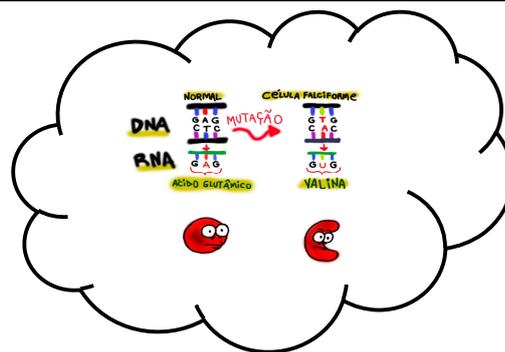
Conhecendo um pouco o inimigo...

“O SARS-CoV-2 [...], agente etiológico da COVID-19 [...] pertence à família dos Coronavírus, que são um grupo de vírus envelopados que possuem RNA linear [...] O SARS-CoV-2 apresenta quatro proteínas estruturais principais: a glicoproteína de superfície (do inglês spike) (S), a proteína do envelope (E), a proteína da matriz (M) e a proteína do nucleocapsídeo (N). Desde o início da pandemia de COVID-19, análises genéticas do SARS-CoV-2 em vários países e em diferentes momentos revelaram que o vírus sofreu diversas mutações. [...]”. (MICHELON, 2021, p. 109)

Cada variante do SARS CoV-2 possui uma sequência de RNA específica! Lembrem-se: *3 bases = 1 aminoácido. Aminoácidos agrupados = proteína!* Lembrem? Então, **o que pode gerar a mutação viral? Anotem as hipóteses.**

2





Darwinilson... cadê a máscara? Assim você pode contribuir para disseminação do vírus e está mais vulnerável também! E esse comportamento tem a ver com a sua pergunta... Pense lá com seus colegas!



Já coloquei a máscara, professor Mendel! O Senhor tem razão!



E mais uma questão para pensar: **Variantes virais**, o que tem a ver com **evolução**?

Anotem as hipóteses, discutam em grupos e registrem a hipótese consensual. Depois, vejam os quadrinhos de meu amigo Carlos Ruas...





VOCÊ NÃO GANHA IMUNIDADE PELO RESTO DA VIDA APÓS TER COVID.

ISSO POR CAUSA DA VELOCIDADE E FACILIDADE QUE O VÍRUS TEM EM SOFRER MUTAÇÕES, ENTRE OUTRAS COISAS.

EM CERCA DE UM ANO, AUMENTAM SUAS CHANCES DE ESTAR DESPROTEGIDO.

EU TE CONHEÇO? DE OUTROS CARNAVAIS...

NAS PRIMEIRAS VARIANTES DA COVID, A CHANCE DE VOCÊ IR A ÓBITO ERA DE 2%, DUAS PESSOAS A CADA CEM MORRIAM, ISSO É MUITA GENTE!

UNIDUNITÊ...

VOCÊ VAI QUERER FICAR BRINCANDO DE ROLETA RUSSA COM O VÍRUS TODO ANO ATÉ ENTRAR NAS ESTATÍSTICAS?

ANO NOVO! E LÁ VAMOS NÓS...

ENTÃO VACINE-SE E USE MÁSCARA! PROTEJA-SE, PROTEJA OS QUE AMA E O PRÓXIMO.

NÃO É TÃO DIFÍCIL DE ENTENDER.



Após lerem e analisarem a os quadrinhos de Carlos Ruas, repensem sobre o alerta que dei a Darwinilson, **vocês fariam alguma alteração na resposta consensual ao grupo?**

4

*Por que tanto Corona?
Variantes virais, o que tem a ver com evolução?*

Uma população de vírus pode mudar ao longo do tempo. É preciso segurar esse Corona!

5



Para finalizar, que tal uma discussão sobre a entrevista da Dr^a Natasha, pediatra e patologista?

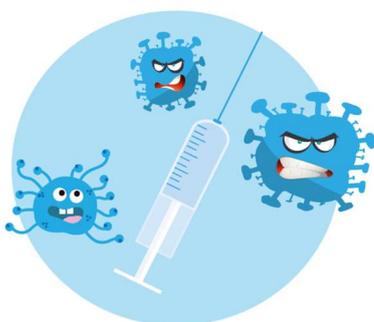


“Na maioria das vezes, as mutações prejudicam o próprio vírus fazendo com que ele morra, mas, algumas vezes, as mutações conferem vantagem competitiva. As mutações preocupam porque pode surgir uma mutação que favoreça muito o vírus, como aconteceu com a mutação gama (variante brasileira), antiga P.1. Os indivíduos infectados com essa variante apresentam cargas virais maiores, pois a mutação favoreceu a ligação do vírus (fração RBD) com o receptor (ACE2) existente na superfície das células humanas, possibilitando que os vírus entrem mais rápido e mais facilmente nas nossas células. As variantes Alpha, Beta e Gama têm em comum a mutação N501Y fazendo com que o vírus entre mais fácil nas células humanas e levem a altas cargas virais. Outra mutação presente em algumas variantes de preocupação é a E408K, que faz com que o vírus escape do sistema imune”. (SLHESSARENKO, N; 2021)

Disponível em: <http://www.mt.gov.br/-/17436345-uso-de-mascaras-evita-colapso-do-sistema-de-saude-e-impede-surgimento-de-novas-variantes-afirma-especialista> Acesso em: 12/06/22



Sai pra lá seu Corona mutante! Aqui a sua população não se cria não!!!



Isso aí, Darwinilson!

E não se esqueça de buscar informações em fontes confiáveis! **Não às Fake News!**

Juntos contra "os Coronas"!

Em pensar que lá no passado muito se investigava a *evolução*! Isso é fascinante! Para finalizar vamos pesquisar a biografia de nossos *Amigos Mestres*! Próximas aventuras virão! *Um prazer fazer parte dessa turma!* Até breve, pessoal!

DARWINILSON



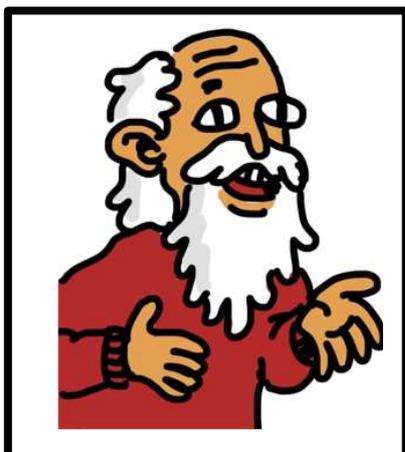
EVOLUÇÃO



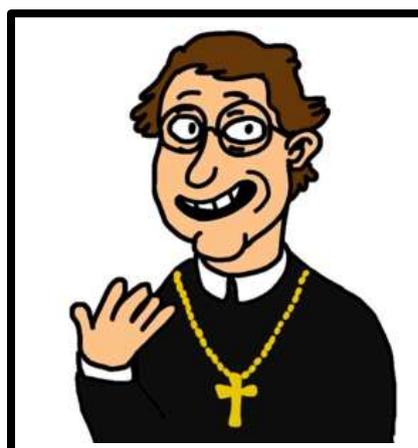
JEAN -BAPTISTE DE
LAMARCK



ALFRED RUSSEL
WALLACE



CHARLES ROBERT
DARWIN



GREGOR JOHANN
MENDEL

REFERÊNCIAS

A BIOQUÍMICA DA RESISTÊNCIA A MALÁRIA. Disponível em: <<https://www.jstor.org/stable/24964333>> Acesso em: 21/08/21

ALTERS, B. J; ALTERS, S. M. *Defending evolution in the classroom: a guide to the creation/evolution controversy*. Canada: Jones and Bartlett Publishers, 2001.

AMABIS, J. M; MARTHO, G. R. *Biologia Moderna*. 1ª Ed.; v. 2; São Paulo: Moderna; 2016.

AMORIM, D. S. *Fundamentos de sistemática filogenética*. Ribeirão Preto: Editora Holos, 2002.

AMORIM, D. S. et al. *Diversidade biológica e evolução: uma nova concepção para o ensino de Zoologia e Botânica no 2º Grau*. In: BARBIERI, M. R. (orgs.). A construção do conhecimento do professor: uma experiência de parceria entre professores do Ensino Fundamental e Médio da Rede Pública e a Universidade. Ribeirão Preto: Holos /FAPESP, 2001. p. 41-49

AMORIM, D.S; SISTO, A; LOPES, D. R. N.; BRAGA, J. A; ALMEIDA, V. F. O; *Diversidade biológica e evolução: uma nova concepção para o ensino*. In: BARBIERI (Coord.). Aulas de ciências: projeto LEC-PEC de Ensino de Ciências. Holos. Ribeirão Preto, 1999.

ANEMIA FALCIFORME: UMA DOENÇA GEOGRÁFICA. Disponível em: <<https://cienciahoje.org.br/coluna/anemia-falciforme-uma-doenca-geografica/>> Acesso em: 18/08/21

ARAÚJO, A. M. *Há progresso na evolução?* Acta Biologia Leopoldensia, v. 14, n. 2, p. 5-14, jul./dez. 1992.

BIOLOGIA. Como ler um cladograma. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=GfCfuhTz3is>>. Acesso em: 20/03/22

BOOS JUNIOR, Harry; ROUSSENQ NETO, Júlio; MELLO JUNIOR, Leonidas J. *Fisiologia*. 2. ed. Indaial: Asselvi, 2007.

CAMPOS, Maria Cristina da Cunha; NIGRO, Rogério Gonçalves. *Didática de ciências*. São Paulo: FTD, 1999.

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

DNA DAS POPULAÇÕES DA ÁFRICA É MAPEADO COM RIQUEZA INÉDITA EM NOVO ESTUDO. Disponível em: <<https://www.geledes.org.br/dna-das-populacoes-da-africa-e-mapeado-com-riqueza-inedita-em-novo-estudo/#:~:text=DNA%20das%20popula%C3%A7%C3%B5es%20da%20%C3%81frica%20%C3%A9%20mapeado%20com%20riqueza%20in%C3%A9dita%20em%20novo%20estudo,-Fonte%3A%20Por%20Reinaldo&text=Liderados%20por%20uma%20pesquisadora%20da,por%20quase%20todo%20o%20continente>> Acesso em: 20/03/22

DOENÇA FALCIFORME. Disponível em: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28423290/>> Acesso em: 20/03/22

DOENÇA FALCIFORME Disponível em: <<https://bvsm.s.saude.gov.br/bvs/publicações/anvisa/paciente.pdf>> Acesso em: 20/03/22

DOENÇA FALCIFORME. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/316339599_Sickle_Cell_Disease> Acesso em: 20/03/22

DOENÇA FALCIFORME ORIGEM E DISPERSÃO DO GENE S Disponível em: <<https://www.hemoglobinopatias.com.br/d-falciforme/genebs.htm>> Acesso em: 20/03/22

FRIEDMAN MJ, TRAGER W. *The biochemistry of resistance to malaria*. Sci Am 1981; 244(3):154-64.

FUTUYMA, D. J. *Biologia Evolutiva*. Trad. De Mário de Vivo e Fábio de Melo Sene. 2ª edição, Ribeirão Preto. Sociedade Brasileira de Genética/CNPq, 1992.

GUIMARÃES, M. A. *Cladogramas e Evolução no Ensino de Biologia*. Dissertação (Mestrado em Ciências). Bauru, SP: Faculdade de Ciências, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, 2005.

HARRISON, R. G. *Book review. Nature* 411, 635-636. 2001

INTERFERENTES ERITROCITÁRIOS E AMBIENTAIS NA ANEMIA FALCIFORME. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/rbhh/a/NzrQjtwVVBHtFrLgMgrygG/?lang=pt#>> Acesso em: 20/03/22.

JUNIOR, H.; ROUSSENQ NETO, J.; MELLO JUNIOR, L. J. *Fisiologia*. 2. ed. Indaial: Asselvi, 2007

MOLECULAR EXPRESSIONS DIGITAL MICROSCOPY. *amoeba phagocytosis*. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=S9QGJ3JN8Kw&NR=1>> Acesso em: 20/03/22

KRASILCHIK, M. *Prática de ensino de Biologia*. São Paulo: EDUSP, 2005.

LINHARES, S.; GEWANDSNAJDER, F.; PACCA, H.; *Biologia Hoje*; 3ª Ed; v. 2; São Paulo: Ática; 2017

LOPES, A. R. C. *Conhecimento escolar: ciência e cotidiano*. Rio de Janeiro: EdUERJ, 1999

MALÁRIA. AGÊNCIA FIOCRUZ DE NOTÍCIAS. Disponível em: <<https://agencia.fiocruz.br/mal%C3%A1ria>> Acesso em: 21/03/22

MAYR, E. *O que é Evolução*. Tradução e prefácio de Ronaldo Sergio de Biasi e Sérgio Coutinho de Biasi. Rio De Janeiro. Rocco. 2001

MICHELON, C. M, *Principais variantes do SARS-CoV-2 notificadas no Brasil. EDIÇÃO ESPECIAL COVID-19*. Universidade Federal de Santa Catarina. UFSC. 2021

NAOUM, P. C *Interferentes Eritrocitários e Ambientais na Anemia Falciforme*. Rev.bras.hematol.hemoter. 2000.

NETO, G. C. G.; PITOMBEIRA, M. S. *Aspectos moleculares da anemia falciforme*. Jornal Brasileiro de Patologia e Medicina Laboratorial, v.39, p.51-56, 2003.

OLIVEIRA, D. L. *Polêmicas recorrentes na síntese evolutiva*. Episteme. v 3, n.6, p.52-67. 1998.

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

SELLES, S. E., FERREIRA, M. S. *Disciplina Escolar Biologia: entre a retórica unificadora e as questões sociais*. In: MARANDINO, M.; SELLES, S. E.; FERREIRA, M. S.; AMORIM, A. C. (Orgs.) *Ensino de Biologia: conhecimentos e valores em disputa*. Niterói: EDUFF, 2005.

USO DE MÁSCARAS EVITA COLAPSO DO SISTEMA DE SAÚDE E IMPEDE SURGIMENTO DE NOVAS VARIANTES, AFIRMA ESPECIALISTA. Disponível em: <http://www.mt.gov.br/-/17436345-uso-de-mascaras-evita-colapso-do-sistema-de-saude-e-impede-surgimento-de-novas-variantes-afirma-especialista> Acesso em: 12/06/22

VALOTTA, L. A. et al. *Frequência de genes em populações: subsídios para o ensino de Evolução e Seleção Natural*. In: VII Encontro Perspectivas do Ensino de Biologia. Anais. São Paulo: FEUSP, 2000.

VORTICELLA FEEDING. Disponível em: <http://www.youtube.com/watch?v=YHb2JaujIPo&feature=related> < Acesso em: 20/03/22

APÊNDICE C Termo de Consentimento Livre e Esclarecido



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO – UFRJ
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE
INSTITUTO DE BIOLOGIA
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE BIOLOGIA



TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Título do projeto de pesquisa: **“EVOLUÇÃO BIOLÓGICA NO ENSINO MÉDIO: ALMANAQUE COMO RECURSO DIDÁTICO”**

Prezado (a), _____

Você está sendo convidado (a) a participar de uma pesquisa sobre a eficácia de uma metodologia didática presente em um almanaque com atividades sobre evolução biológica. As pesquisadoras Maria Margarida Pereira de Lima Gomes e Luciana Maria Pinheiro Vieira da Universidade Federal do Rio de Janeiro pretendem realizar um estudo com as seguintes características:

Objetivo do estudo: Produzir e utilizar um almanaque com conteúdos referentes à evolução biológica viabilizando atividades pedagógicas buscando a compreensão de temas referentes ao ensino de Biologia, tendo em vista que tal conhecimento é eixo integrador de conteúdos na referida disciplina.

Descrição dos procedimentos para coleta de dados: a coleta de dados será feita através de respostas a questionários que serão aplicados antes da utilização do almanaque assim como, posteriormente à realização das atividades, sendo as mesmas realizadas no horário das aulas da disciplina Biologia.

Riscos: a participação na presente pesquisa envolverá um risco muito baixo a você, uma vez que serão aplicados questionários e realização das atividades presentes no almanaque. Não haverá nenhum procedimento agressivo ou ingestão de quaisquer medicamentos. Ainda assim, por se tratar de um trabalho em grupo, poderão acontecer conflitos, usuais a este tipo de atividade. A fim de minimizar os riscos garantimos a privacidade ao responder os questionários e o sigilo das respostas, além disso, as atividades desenvolvidas no almanaque não revelarão a sua identidade.

Benefícios aos participantes e para a sociedade: o presente estudo poderá beneficiar-lhe diretamente porque aprenderá de maneira colaborativa, junto com seus amigos, de forma dinâmica através da utilização de um almanaque contendo atividades sobre evolução biológica, sendo relevante também destacar que a temática está presente em provas como o Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) e vestibulares.

Garantia de acesso aos pesquisadores: Em qualquer fase do estudo você terá pleno acesso aos pesquisadores responsáveis, através do e-mail: margaridaplmgomes@gmail.com da professora Maria Margarida Pereira de Lima Gomes e da professora Luciana Maria Pinheiro Vieira através do e-mail: lucianabio66@gmail.com. Havendo necessidade, será possível também entrar em contato com o Comitê de Ética do Hospital Universitário Clementino Fraga Filho da UFRJ, Rua Prof. Rodolpho Paulo Rocco, 255, 7º. Andar, Ala E, Cidade Universitária, Rio de Janeiro, RJ, ou pelo telefone 3938-2480, de segunda a sexta-feira, das 8 às 16 horas, ou através do e-

mail: cep@hucff.ufrj.br. O Comitê de Ética em Pesquisa é um órgão que controla as questões éticas das pesquisas na instituição (UFRJ) e tem como uma das principais funções proteger os participantes da pesquisa de qualquer problema.

Garantia de liberdade: a sua participação neste estudo é absolutamente voluntária. Assim, todos os participantes estão integralmente livres para, a qualquer momento, negar o consentimento ou desistir de participar e retirar o consentimento, sem que isto provoque qualquer tipo de penalização. Lembramos, assim, que sua recusa não trará nenhum prejuízo à relação com a pesquisadora ou com a instituição, a sua participação não é obrigatória. Mediante a aceitação, espera-se que você responda os questionários e realize as atividades presentes no almanaque.

Direito de confidencialidade e acessibilidade: os dados colhidos na presente investigação serão utilizados para elaborar artigos científicos. Porém, todas as informações obtidas através dessa pesquisa serão confidenciais e asseguramos o absoluto sigilo de sua participação. Os dados não serão divulgados de forma a possibilitar a identificação do participante e ninguém, com exceção das próprias pesquisadoras, poderá ter acesso aos resultados da pesquisa. Por outro lado, você poderá ter acesso aos seus próprios resultados a qualquer momento.

Despesas e compensações: você não terá, em momento algum, despesas financeiras pessoais. As despesas, tais como de alimentação, transporte ou quaisquer outras, se porventura ocorrerem serão de responsabilidade das próprias pesquisadoras. Também, não haverá compensação financeira relacionada à sua participação.

Caso você venha a sofrer qualquer tipo de dano resultante de sua participação na pesquisa, previsto ou não neste Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, você terá direito à indenização por parte da pesquisadora, do patrocinador e das instituições envolvidas nas diferentes fases da pesquisa. Cabe enfatizar que a questão da indenização não é prerrogativa da Resolução CNS N° 466 de 2012, estando originalmente prevista no Código Civil (Lei 10.406 de 2002), sobretudo nos artigos 927 a 954, dos Capítulos I (Da Obrigação de Indenizar) e II (Da I (Da Obrigação de Indenizar), Título IX (Da Responsabilidade Civil).

Em caso de dúvidas ou questionamentos, você pode se manifestar agora ou em qualquer momento do estudo para explicações adicionais.

Eu receberei uma via desse Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) e uma outra via ficará com a pesquisadora responsável por essa pesquisa. Além disso, estou ciente de que eu e a pesquisadora responsável deveremos rubricar todas as folhas desse TCLE e assinar na última folha.

Li e concordo em participar da pesquisa.

Niterói, ___ de _____ de 2021.

Nome do participante

Assinatura do participante

Data: ___ / ___ / ___

Nome da pesquisadora

Assinatura da pesquisadora

Data: ___ / ___ / ___

APÊNDICE D Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (menor)

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO – UFRJ
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE
INSTITUTO DE BIOLOGIA



TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO
(PARA RESPONSÁVEL LEGAL PELO MENOR DE 18 ANOS)

Solicitamos a sua autorização para convidar o (a) seu/sua filho (a), ou menor que está sob sua responsabilidade, _____ para participar, como voluntário (a), da pesquisa intitulada “EVOLUÇÃO BIOLÓGICA NO ENSINO MÉDIO: ALMANAQUE COMO RECURSO DIDÁTICO”, que está sob a responsabilidade da pesquisadora Luciana Maria Pinheiro Vieira e da professora Dr^a Maria Margarida Pereira de Lima Gomes, da Universidade Federal do Rio de Janeiro.

O/a Senhor/a será esclarecido (a) sobre qualquer dúvida a respeito da participação dele/a na pesquisa e apenas quando todos os esclarecimentos forem dados e o/a Senhor/a concordar que o (a) menor faça parte do estudo, pedimos que rubriche as folhas e assine ao final deste documento, que está em duas vias.

Uma via deste termo de consentimento lhe será entregue e a outra ficará com a pesquisadora responsável. O/a Senhor/a estará livre para decidir que ele/a participe ou não desta pesquisa. Caso não aceite que ele/a participe, não haverá nenhum problema, pois desistir que seu filho/a participe é um direito seu. Caso não concorde, não haverá penalização para ele/a, bem como será possível retirar o consentimento em qualquer fase da pesquisa, sem nenhuma penalidade.

INFORMAÇÕES SOBRE A PESQUISA:

- A presente pesquisa tem como objetivo utilizar um almanaque com conteúdos referentes à evolução biológica viabilizando atividades pedagógicas investigativas buscando a compreensão de temas referentes ao ensino de Biologia, tendo em vista que tal conhecimento é eixo integrador de conteúdos na referida disciplina.
- Serão aplicados três questionários para os alunos: dois antes da utilização do almanaque e um terceiro como forma de avaliar o produto desenvolvido, ou seja, se os alunos gostaram das atividades presentes no almanaque, se as atividades despertaram o interesse e se possibilitaram uma melhor aprendizagem.
- A participação do seu (sua) filho (a) nesta pesquisa iniciará no momento em que este assinar este termo de consentimento e o término será ao finalizar a aplicação de todos os questionários com a realização das atividades presentes no almanaque.
- A princípio a atividade não oferece qualquer risco físico ou psicológico ao seu filho (sua filha), porém por se tratar de um trabalho em grupo podem acontecer conflitos usuais a este tipo de atividade.
- As atividades presentes no almanaque, assim como os questionários serão aplicados em momento oportuno, durante as aulas de biologia.

→ Os benefícios desta pesquisa estão na aprendizagem de maneira colaborativa, dinâmica e investigativa junto aos seus (suas) amigos (as), sendo relevante destacar que a temática está presente em provas como o Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) e vestibulares onde esse conhecimento científico é necessário, pois o tema evolução biológica é elo integrador de conteúdos em biologia.

→ As informações desta pesquisa serão confidenciais e serão divulgadas apenas em eventos ou publicações científicas, não havendo identificação dos voluntários, a não ser entre os responsáveis pelo estudo, sendo assegurado o sigilo sobre a participação do/a voluntário (a). As informações desta pesquisa serão confidenciais e serão divulgadas apenas em eventos ou publicações científicas, não havendo identificação dos voluntários, a não ser entre os responsáveis pelo estudo, sendo assegurado o sigilo sobre a participação do/a voluntário (a).

→ O (a) senhor (a) não pagará nada e nem receberá nenhum pagamento para ele/ela participar desta pesquisa, pois deve ser de forma voluntária, mas fica também garantida a indenização em casos de danos, comprovadamente decorrentes da participação dele/a na pesquisa, conforme decisão judicial ou extrajudicial. Se houver necessidade, as despesas para a participação serão assumidas pelos pesquisadores (ressarcimento com transporte e alimentação).

Se o senhor/a tiver alguma consideração ou dúvida sobre a ética da pesquisa, entre em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) do Hospital Universitário Clementino Fraga Filho/HUCFF/UFRJ, R. Prof. Rodolpho Paulo Rocco, n.º 255, Cidade Universitária/Ilha do Fundão, 7º andar, Ala E - pelo telefone 3938-2480, de segunda a sexta-feira, das 8 às 16 horas, ou por meio do e-mail: cep@hucff.ufrj.br

Assinatura da pesquisadora

**CONSENTIMENTO DO RESPONSÁVEL PARA A PARTICIPAÇÃO DO/A
VOLUNTÁRIO (A)**

Niterói ____/____/____

Assinatura do (da) responsável: _____

APÊNDICE E Termo de Assentimento Livre e Esclarecido

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO – UFRJ
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE
INSTITUTO DE BIOLOGIA
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE BIOLOGIA

**TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO**

(Menores entre 14 e 17 anos de idade)

Convidamos você _____, após autorização dos seus pais ou dos responsáveis legais, para participar como voluntário (a) da pesquisa “EVOLUÇÃO BIOLÓGICA NO ENSINO MÉDIO: ALMANAQUE COMO RECURSO DIDÁTICO” que está sob a responsabilidade da pesquisadora, Luciana Maria Pinheiro Vieira sob a orientação da professora Dr^a Maria Margarida Pereira de Lima Gomes, da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ).

Você será esclarecido (a) sobre qualquer dúvida com a responsável por esta pesquisa. Apenas quando todos os esclarecimentos forem dados e você concorde com a realização do estudo, pedimos que rubrique as folhas e assine ao final deste documento, que está em duas vias. Uma via deste termo lhe será entregue para que seus pais ou responsável possam guardá-la e a outra ficará com a pesquisadora responsável.

Você estará livre para decidir participar ou recusar-se. Caso não aceite participar, não haverá nenhum problema, desistir é um direito seu. Para participar deste estudo, um responsável por você deverá autorizar e assinar um Termo de Consentimento, podendo retirar esse consentimento ou interromper a sua participação em qualquer fase da pesquisa, sem nenhum prejuízo.

INFORMAÇÕES SOBRE A PESQUISA:

→ A presente pesquisa tem como objetivo utilizar um almanaque junto a você e seus colegas de classe sob orientação da professora de Biologia. O almanaque, produzido pela pesquisadora, consta de conteúdos referentes à evolução biológica viabilizando atividades pedagógicas investigativas buscando a compreensão de temas referentes ao ensino de Biologia, tendo em vista que tal conhecimento é eixo integrador de conteúdos na referida disciplina.

→ Mesmo que seus pais concordem que você participe, ainda assim a escolha é sua. Você pode dizer "sim" agora e mudar de ideia depois e tudo continuará bem. Sua professora não vai ficar chateada e nem usará sua escolha contra você.

→ Serão aplicados três questionários aos alunos participantes da pesquisa: dois antes da utilização do almanaque e um terceiro como forma de avaliar o produto desenvolvido, ou seja, se os alunos gostaram das atividades presentes no almanaque, se as atividades despertaram o interesse e se possibilitaram uma melhor aprendizagem.

→ As atividades presentes no almanaque, assim como os questionários serão aplicados em momento oportuno, durante as aulas de biologia, desta forma, não haverá necessidade de você ir à escola em outro dia ou horário.

→ A sua participação nesta pesquisa iniciará no momento em que assinar este termo de consentimento e o término será ao finalizar a aplicação de todos os questionários e com a realização das atividades presentes no almanaque.

→ A princípio a atividade não oferecerá qualquer risco físico ou psicológico, porém por se tratar de um trabalho em grupo podem acontecer conflitos usuais a este tipo de atividade. O participante pode sentir leve desconforto ao falar diante de toda a turma sobre o assunto da pesquisa e pode se sentir constrangido ao responder perguntas do pesquisador.

→ Os benefícios desta pesquisa estão na aprendizagem de maneira colaborativa, dinâmica e investigativa junto aos seus (suas) amigos (as), sendo relevante destacar que a temática está presente em provas como o Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) e vestibulares onde esse conhecimento científico é necessário, pois o tema evolução biológica integra conteúdos em biologia.

→ As informações desta pesquisa serão confidenciais e serão divulgadas apenas em eventos ou publicações científicas, não havendo identificação dos voluntários, a não ser entre os responsáveis pelo estudo, sendo assegurado o sigilo sobre a participação do/a voluntário (a).

→ Nada lhe será pago e nem será cobrado para participar desta pesquisa, pois a aceitação é voluntária, ou seja, nenhum incentivo ou recompensa financeira está previsto pela sua participação neste estudo.

Este estudo foi revisado pelo Comitê de Ética e Pesquisa do Hospital Universitário Clementino Fraga Filho (CEP HUCFF), formado por um grupo que se reúne para avaliar os projetos e assegurar que os mesmos não trazem nenhum dano aos participantes das pesquisas. Se você tiver alguma consideração ou dúvida sobre a ética da pesquisa, entre em contato CEP/UFCFF/UFRJ:

Hospital Universitário Clementino Fraga Filho/HUCFF

R. Prof. Rodolpho Paulo Rocco, 255, 7º. andar, Ala E, Cidade Universitária/Ilha do Fundão, Rio de Janeiro/RJ, CEP: 21.941-913

Tel: 3938-2480 / Fax: 3938-2481

Horário de funcionamento: de segunda-feira a sexta-feira, de 8h às 16h.

Contato para informações adicionais:

Se você precisar de informações adicionais sobre a participação no estudo, sobre os seus direitos ou qualquer outra dúvida que tiver, poderá entrar em contato com a Professora Maria Margarida Pereira de Lima Gomes, da Universidade Federal do Rio de Janeiro pelo e-mail: margaridapl@gmail.com ou Luciana Maria Pinheiro Vieira, e-mail: lucianabio66@gmail.com.

Obrigado por ler estas informações. Se quiser participar deste estudo, assine este Termo e devolva-o a sua professora de Biologia. Você (participante) receberá uma via devidamente preenchida e assinada do documento.

Se você tiver alguma consideração ou dúvida sobre a ética da pesquisa, entre em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) do Hospital Universitário Clementino Fraga Filho/HUCFF/UFRJ, R. Prof. Rodolpho Paulo Rocco, n.º 255, Cidade Universitária/Ilha do

Fundão, 7º andar, Ala E - pelo telefone 3938-2480, de segunda a sexta-feira, das 8 às 16 horas,
ou por meio do e-mail: cep@hucff.ufrj.br

Assinatura da pesquisadora

**ASSENTIMENTO DO (DA) MENOR DE IDADE - CONCORDÂNCIA EM
PARTICIPAR COMO VOLUNTÁRIO (A)**

Niterói, ____ de _____ de 2021

Assinatura do (da) menor: _____

APÊNDICE F Questionário 1 - Concepções Prévias acerca da Evolução

Idade: _____ Sexo: _____ Bairro onde mora: _____

1- O que você entende por Evolução Biológica?

2- Você já ouviu falar de Charles Darwin? O que você sabe sobre ele?

3- Qual a importância da Evolução Biológica?

4- Existe relação entre material genético e Evolução Biológica? Se sim, o que você sabe sobre isso?

5- Você acha que Evolução Biológica é sinônimo de progresso? Justifique sua resposta.

Questionário 1: Levantamento das concepções prévias sobre Evolução Biológica junto aos alunos da 3ª Série do Ensino Médio

APÊNDICE G Questionário 2 - Concepções prévias acerca da Evolução

Idade: _____ Sexo: _____ Bairro onde mora: _____

1- A evolução busca a perfeição da espécie.

- concordo totalmente concordo parcialmente discordo parcialmente
 discordo totalmente não tenho opinião a respeito

2- O ser humano é a espécie mais evoluída dos seres vivos.

- concordo totalmente concordo parcialmente discordo parcialmente
 discordo totalmente não tenho opinião a respeito

3- Macacos e seres humanos possuem ancestrais comuns.

- concordo totalmente concordo parcialmente discordo parcialmente
 discordo totalmente não tenho opinião a respeito

4- As espécies são fixas e imutáveis. Permanecem inalteradas desde a Criação.

- concordo totalmente concordo parcialmente discordo parcialmente
 discordo totalmente não tenho opinião a respeito

Questionário 2: Levantamento de concepções prévias sobre Evolução Biológica junto aos alunos da 3ª Série do Ensino Médio

APÊNDICE H - Apreciação do Produto/discutes

Idade: _____ Sexo: _____ Local onde mora: _____

1- Em sua opinião, a atividade apresentada pode ser considerada:

() Excelente (9-10) () Muito Boa (8-9) () Boa (7-8) () Regular (6-7) () Ruim (0-5)

2- Como você considera a realização das atividades no Almanaque sobre Evolução Biológica?

() Muito difícil () Difícil () Regular () Fácil () Muito fácil

Por que você achou isso?

3- A atividade ajudou a entender o assunto trabalhado?

Antes da atividade eu pensava que

_____ e depois
de realizar as atividades no Almanaque eu (aprendi que/entendi que/verifiquei que)

Questionário 3 - Avaliação das atividades presentes no produto "Almanaque sobre Evolução Biológica" junto aos alunos da 3ª série do Ensino Médio

ANEXO

Parecer Consubstanciado do Comitê de Ética em Pesquisa (CEP)

<p>UFRJ - HOSPITAL UNIVERSITÁRIO CLEMENTINO FRAGA FILHO DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO / HUCFF- UFRJ</p>	
---	---

PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: EVOLUÇÃO BIOLÓGICA NO ENSINO MÉDIO: ALMANAQUE COMO RECURSO DIDÁTICO

Pesquisador: LUCIANA MARIA PINHEIRO VIEIRA

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 44433021.4.0000.5257

Instituição Proponente: UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO

Patrocinador Principal: UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 4.715.792

Apresentação do Projeto:

Protocolo 051-21. Respostas recebidas em 09/04/2021.

As informações colocadas nos campos denominados "Apresentação do Projeto", "Objetivo da Pesquisa" e "Avaliação dos Riscos e Benefícios" foram retiradas do arquivo intitulado

"PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1703071.pdf", postado em 09/04/21

Introdução:

A Teoria da Evolução proposta por Charles Darwin, em 1859 e publicada em A Origem das Espécies "explica que os indivíduos surgiram de um ancestral comum e por meio da Seleção Natural os mais bem adaptados ao meio possuem maior possibilidade de sobrevivência e perpetuação da espécie. Entretanto, esta teoria começou a tomar forma a partir do século XIX, quando uma série de pensadores passou a admitir a ideia da substituição gradual das espécies por outras através de adaptações a ambientes em contínuo processo de mudança" (UZUNIA; PINSETA e SASSON, 1991, pp.78-85). Com os trabalhos de Gregor Johann Mendel, publicados em 1866 acerca dos mecanismos gênicos de hereditariedade, a Teoria de Charles Darwin foi fortalecida, sendo esta um marco científico para diferentes ciências, especialmente para a Biologia. Todavia,

Endereço: Rua Prof. Rodolpho Paulo Rocco Nº255, 7º andar, Ala E			
Bairro: Cidade Universitária		CEP: 21.941-913	
UF: RJ	Município: RIO DE JANEIRO		
Telefone: (21)3938-2480	Fax: (21)3938-2481	E-mail: cep@hucff.ufrj.br	

UFRJ - HOSPITAL
UNIVERSITÁRIO CLEMENTINO
FRAGA FILHO DA
UNIVERSIDADE FEDERAL DO
RIO DE JANEIRO / HUCFF-
UFRJ



Continuação do Parecer: 4.715.792

4. O Orçamento se encontra no arquivo intitulado "PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1703071.pdf", postado em 11/03/2021.

5. Os links para os currículos dos pesquisadores se encontram no arquivo intitulado "4Currículos_dos_pesquisadores.pdf", postado em 11/03/2021.

Recomendações:

Conferir item "Conclusões ou Pendências e Listas de Inadequações".

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

1. Quanto ao Termo de Assentimento (arquivo intitulado "Termo_Assentimento_Livre_e_Esclarecido.doc", postado em 11/03/2021):

1.1. O trecho em que se lê "PARA MENORES DE 7 a 18 ANOS" deve ser alterado para "menores entre 14 e 17 anos de idade". Solicita-se adequação.

RESPOSTA: foi realizada a adequação para "Menores entre 14 e 17 anos de idade".

ANÁLISE: pendência atendida.

1.2. O trecho em que se lê "OBS: Este Termo de Assentimento para o menor de 7 a 18 anos não elimina a necessidade da elaboração de um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido que deve ser assinado pelo responsável ou representante legal do menor" pode ser suprimido. Solicita-se adequação.

RESPOSTA: o trecho foi suprimido.

ANÁLISE: pendência atendida.

1.3. O trecho em que se lê "Eu, _____, portador (a) do documento de Identidade _____ (se já tiver documento), abaixo assinado, concordo em participar da pesquisa "EVOLUÇÃO BIOLÓGICA NO ENSINO MÉDIO: ALMANAQUE COMO RECURSO DIDÁTICO", baseada no processo de ensino investigativo/aprendizagem, como voluntário (a). Fui informado (a) e esclarecido (a) pela pesquisadora sobre a pesquisa, o que vai ser feito, assim como os possíveis riscos e benefícios que podem acontecer com a minha participação. Foi-me garantido que posso

Endereço: Rua Prof. Rodolpho Paulo Rocco N°255, 7º andar, Ala E
 Bairro: Cidade Universitária CEP: 21.941-913
 UF: RJ Município: RIO DE JANEIRO
 Telefone: (21)3938-2480 Fax: (21)3938-2481 E-mail: cep@hucff.ufrj.br

UFRJ - HOSPITAL
UNIVERSITÁRIO CLEMENTINO
FRAGA FILHO DA
UNIVERSIDADE FEDERAL DO
RIO DE JANEIRO / HUCFF-
UFRJ



Continuação do Parecer: 4.715.792

significado de evolução em diferentes contextos, observações de Charles Darwin: a verdade por trás da "mariposa de Darwin", os "Tentilhões das Galápagos" e análise filogenética através de cladograma, evidenciando o processo evolutivo. Adivinhações, charges, notas referentes à temática estarão presentes tendo em vista a interação de forma descontraída e investigativa, sem a pretensão de ser um livro didático. Além disso, o planejamento, organização e produção do almanaque terá por base a abordagem investigativa. Para que uma atividade possa ser considerada uma atividade de investigação, a ação do aluno não deve se limitar apenas ao trabalho de manipulação ou observação, ela deve também conter características de um trabalho científico: o aluno deve refletir, discutir, explicar, relatar, o que dará ao seu trabalho as características de investigação científica (AZEVEDO, 2006). Por fim, espero que os resultados da presente pesquisa possam corroborar para o desenvolvimento do ensino de evolução biológica na educação básica tendo como meta a possibilidade de acesso por docentes e discentes, ao produto desenvolvido.

Hipótese:

Não se aplica

Metodologia Proposta:

Para a organização deste estudo, far-se-á criterioso levantamento bibliográfico através da revisão de artigos científicos publicados em revistas de educação, livros sobre Evolução Biológica, taxonomia e filogenia pelos Scientific Electronic Library Online (SciELO), Google Scholar, a partir da compilação de trabalhos publicados e livros especializados, com análise de dados quali-quantitativos, quando presentes nos estudos analisados e a leitura de autores como: DOBZHANSKY (1973), FUTUYMA (1992), GOULD, RIDLEY, LANGER, CARROLL, TIDON E VIEIRA (2009), SACRISTÁN (2000), KRASILCHIK (2016), FREIRE (1975), TARDIF (1992), DEWEY (1959), MARANDINO & SELLES (2009), SASSERON (2015), CARVALHO (2013), CAMPOS & NIGRO (1999), FORQUIN (1993), LOPES (1999), CHEVALLARD (1991) entre outros. Pretende-se aplicar o produto relativo a essa pesquisa em turma da terceira série do Ensino Médio, com aproximadamente 30 alunos, no turno diurno, em horários da aula da disciplina Biologia, no Colégio Estadual Conselheiro Macedo Soares, localizado em Niterói, Estado do Rio de Janeiro. Inicialmente serão aplicados 2 questionários buscando levantar as concepções prévias dos estudantes acerca da temática Evolução Biológica.

Endereço: Rua Prof. Rodolpho Paulo Rocco Nº255, 7º andar, Ala E
Bairro: Cidade Universitária CEP: 21.941-913
UF: RJ Município: RIO DE JANEIRO
Telefone: (21)3938-2480 Fax: (21)3938-2481 E-mail: cep@hucff.ufrj.br

**UFRJ - HOSPITAL
 UNIVERSITÁRIO CLEMENTINO
 FRAGA FILHO DA
 UNIVERSIDADE FEDERAL DO
 RIO DE JANEIRO / HUCFF-
 UFRJ**



Continuação do Protocolo: 4.715.792

Segundo Cervo, Bervian e Silva (2007), o questionário é a forma mais usual para coleta de dados, pela exatidão das informações que pode gerar. Ambos os questionários também serão aplicados posteriormente à realização das atividades no Almanaque, possibilitando um estudo comparativo dos dados, com análise da influência do produto na construção/desconstrução/reconstrução de saberes em relação à Evolução Biológica. Portanto, a pesquisa será caracterizada por uma abordagem quali-quantitativa dos dados. Para exploração do produto, a turma será dividida em cinco grupos com o máximo de seis componentes em cada grupo onde serão realizadas as atividades investigativas referentes à temática, presentes no Almanaque. Como forma de avaliação da atividade será aplicado um terceiro questionário. Essa avaliação permitirá a análise da proposta apresentada, além de possibilitar a verificação da influência do produto na aprendizagem do conteúdo "evolução biológica" sob a ótica do ensino investigativo. Para a tabulação das respostas presentes nos questionários será utilizado o programa de planilhas Excel. Os questionários que irão responder serão preenchidos de forma anônima. Os resultados obtidos serão confidenciais e utilizados somente para a dissertação de Mestrado da Mestranda Luciana Maria Pinheiro Vieira. Termos de Assentimento e Consentimento serão apresentados aos alunos e responsáveis, respectivamente e somente os alunos que aceitarem e tiverem autorização de seus responsáveis irão participar do estudo. Além disso, a Direção do Colégio Estadual Conselheiro Macedo Soares autorizou a realização do estudo (conforme carta de anuência em anexo). O estudo só terá início após aprovação pelo Comitê de Ética do Hospital Universitário Clementino Fraga Filho. Observação: Os questionários que serão utilizados no estudo (conhecimentos prévios) e avaliação constam nos documentos anexos. Os resultados obtidos serão confidenciais e utilizados somente para a elaboração da dissertação de Mestrado

Critério de Inclusão:

O Projeto terá como critério de inclusão alunos matriculados no terceiro ano do ensino médio diurno do Colégio Estadual Conselheiro Macedo Soares, localizado em Niterói, estado do Rio de Janeiro com idade entre 14 e 18 anos.

Critério de Exclusão:

Alunos que não quiserem participar da atividade não serão incluídos. Além disso, alunos que não

Endereço: Rua Prof. Rodolpho Paulo Rocco Nº255, 7º andar, Ala E
Bairro: Cidade Universitária **CEP:** 21.941-913
UF: RJ **Município:** RIO DE JANEIRO
Telefone: (21)3938-2480 **Fax:** (21)3938-2481 **E-mail:** cep@hucff.ufrj.br

UFRJ - HOSPITAL
UNIVERSITÁRIO CLEMENTINO
FRAGA FILHO DA
UNIVERSIDADE FEDERAL DO
RIO DE JANEIRO / HUCFF-
UFRJ



Continuação do Parecer: 4.715.792

obtiveram autorização de seus responsáveis para participarem também serão excluídos.

Objetivo da Pesquisa:

Objetivo Primário: - Verificar a eficácia da estratégia didática investigativa desenvolvida no Almanaque sobre Evolução Biológica, junto aos discentes de uma turma da terceira série do Ensino Médio. Objetivo Secundário: - Viabilizar atividades pedagógicas sobre evolução biológica através de um Almanaque privilegiando o ensino investigativo

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Segundo a pesquisadora:

Riscos: Segundo as resoluções 466 e 510 do Conselho Nacional de Saúde, todas as pesquisas envolvem riscos, ainda que mínimos. Assim, podem ser considerados como riscos aos participantes algum desconforto ou constrangimento ao participar das atividades propostas, quebra de sigilo/anonimato (resposta às perguntas presentes nos questionários). A pesquisadora, o patrocinador e a instituição envolvida nas diferentes fases da pesquisa irão garantir a confidencialidade, o sigilo e a retirada do participante da pesquisa a qualquer momento. Benefícios: Melhoria na aprendizagem tendo em vista que o tema evolução biológica abordado no almanaque é eixo integrador de conteúdos. Maior participação nas aulas tendo em vista o caráter motivador do produto em questão.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Trata-se de uma resposta ao parecer CEP no 4.641.346, datado em 09 de abril de 2021.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

1. São esperados 30 participantes de pesquisa no Brasil, como consta no arquivo intitulado "PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1703071.pdf", postado em 11/03/2021.
2. Não haverá armazenamento de material biológico, como consta no arquivo intitulado "PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1703071.pdf", postado em 11/03/2021.
3. A duração do estudo se estenderá até novembro de 2021, como consta no arquivo intitulado "PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1703071.pdf", postado em 11/03/2021.

Endereço: Rua Prof. Rodolpho Paulo Rocco N°255, 7º andar, Ala E
Bairro: Cidade Universitária CEP: 21.941-913
UF: RJ Município: RIO DE JANEIRO
Telefone: (21)3938-2480 Fax: (21)3938-2481 E-mail: cep@hucff.ufrj.br

UFRJ - HOSPITAL
UNIVERSITÁRIO CLEMENTINO
FRAGA FILHO DA
UNIVERSIDADE FEDERAL DO
RIO DE JANEIRO / HUCFF-
UFRJ



Continuação do Processo: 4.715.792

4. O Orçamento se encontra no arquivo intitulado "PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1703071.pdf", postado em 11/03/2021.

5. Os links para os currículos dos pesquisadores se encontram no arquivo intitulado "4Currículos_dos_pesquisadores.pdf", postado em 11/03/2021.

Recomendações:

Conferir item "Conclusões ou Pendências e Listas de Inadequações".

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

1. Quanto ao Termo de Assentimento (arquivo intitulado "Termo_Assentimento_Livre_e_Esclarecido.doc", postado em 11/03/2021):

1.1. O trecho em que se lê "PARA MENORES DE 7 a 18 ANOS" deve ser alterado para "menores entre 14 e 17 anos de idade". Solicita-se adequação.

RESPOSTA: foi realizada a adequação para "Menores entre 14 e 17 anos de idade".

ANÁLISE: pendência atendida.

1.2. O trecho em que se lê "OBS: Este Termo de Assentimento para o menor de 7 a 18 anos não elimina a necessidade da elaboração de um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido que deve ser assinado pelo responsável ou representante legal do menor" pode ser suprimido. Solicita-se adequação.

RESPOSTA: o trecho foi suprimido.

ANÁLISE: pendência atendida.

1.3. O trecho em que se lê "Eu, _____, portador (a) do documento de Identidade _____ (se já tiver documento), abaixo assinado, concordo em participar da pesquisa "EVOLUÇÃO BIOLÓGICA NO ENSINO MÉDIO: ALMANAQUE COMO RECURSO DIDÁTICO", baseada no processo de ensino investigativo/aprendizagem, como voluntário (a). Fui informado (a) e esclarecido (a) pela pesquisadora sobre a pesquisa, o que vai ser feito, assim como os possíveis riscos e benefícios que podem acontecer com a minha participação. Foi-me garantido que posso

Endereço: Rua Prof. Rodolpho Paulo Rocco Nº255, 7º andar, Ala E
 Bairro: Cidade Universitária CEP: 21.941-913
 UF: RJ Município: RIO DE JANEIRO
 Telefone: (21)3938-2480 Fax: (21)3938-2481 E-mail: cep@hucff.ufrj.br

UFRJ - HOSPITAL
UNIVERSITÁRIO CLEMENTINO
FRAGA FILHO DA
UNIVERSIDADE FEDERAL DO
RIO DE JANEIRO / HUCFF-
UFRJ



Continuação do Parecer: 4.715.792

desistir de participar a qualquer momento, sem que eu ou meus responsáveis tenhamos qualquer tipo de despesa" deve ser retirado, pois reafirmando o exposto na Resolução CNS nº 466 de 2012 e nas demais normativas éticas, no que tange ao TCLE e ao Termo de Assentimento, entende-se que a assinatura do participante de pesquisa, por si só, basta para consagrar seu consentimento para ser incluído no estudo. Caso a pesquisadora queira inserir uma frase final declarativa do participante de pesquisa, essa deve ter redação simples, como "li e concordo em participar da pesquisa" ou "declaro que concordo em participar da pesquisa". Solicita-se adequação.

RESPOSTA: o trecho foi retirado tendo em vista a Resolução CNS nº 466 de 2012 e nas demais normativas éticas, no que tange ao TCLE e ao Termo de Assentimento.

ANÁLISE: pendência atendida.

1.4. O trecho que se refere às testemunhas deve ser suprimido. Solicita-se adequação.

RESPOSTA: foi suprimido o trecho que se refere às testemunhas.

ANÁLISE: pendência atendida.

2. Quanto ao Termo de Consentimento Livre e Esclarecido para os responsáveis (arquivo intitulado "6TCLE_MENOR.docx", postado em 10/11/2020):

2.1. O trecho em que se lê "Eu, _____, CPF _____, abaixo assinado, responsável por _____, autorizo a sua participação da pesquisa intitulada: "EVOLUÇÃO BIOLÓGICA NO ENSINO MÉDIO: ALMANAQUE COMO RECURSO DIDÁTICO" como voluntário (a). Fui devidamente informado (a) e esclarecido (a) pela pesquisadora sobre a pesquisa, os procedimentos nela envolvidos, assim como os possíveis riscos e benefícios decorrentes da participação dele (a). Foi-me garantido que posso retirar o meu consentimento a qualquer momento, sem que isto leve a qualquer penalidade ou interrupção de seu acompanhamento, para mim ou para o (a) menor em questão" deve ser retirado, pois reafirmando o exposto na Resolução CNS nº 466 de 2012 e nas demais normativas éticas, no que tange ao TCLE e ao Termo de Assentimento, entende-se que a assinatura do participante de pesquisa, por si só, basta para consagrar seu consentimento para ser incluído no estudo. Caso a pesquisadora

Endereço: Rua Prof. Rodolpho Paulo Rocco Nº255, 7º andar, Ala E
Bairro: Cidade Universitária CEP: 21.941-913
UF: RJ Município: RIO DE JANEIRO
Telefone: (21)3938-2480 Fax: (21)3938-2481 E-mail: cep@hucff.ufrj.br

UFRJ - HOSPITAL
UNIVERSITÁRIO CLEMENTINO
FRAGA FILHO DA
UNIVERSIDADE FEDERAL DO
RIO DE JANEIRO / HUCFF-
UFRJ



Continuação do Parecer: 4.715.792

queira inserir uma frase final declarativa do participante de pesquisa, essa deve ter redação simples, como "Eu concordo em participar da pesquisa" ou "declaro que concordo em participar da pesquisa". Solicita-se adequação.

RESPOSTA: o trecho foi retirado tendo em vista a Resolução CNS nº 466 de 2012 e nas demais normativas éticas, no que tange ao TCLE e ao Termo de Assentimento.

ANÁLISE: pendência atendida.

2.1. O trecho que se refere às testemunhas deve ser suprimido. Solicita-se adequação.

RESPOSTA: o trecho que se refere às testemunhas foi suprimido.

ANÁLISE: pendência atendida.

Considerações Finais a critério do CEP:

1. De acordo com o item X.1.3.b, da Resolução CNS n. 466/12, o pesquisador deverá apresentar relatórios semestrais - a contar da data de aprovação do protocolo - que permitam ao Cep acompanhar o desenvolvimento dos projetos. Esses relatórios devem ser assinados pelo pesquisador responsável e conter as informações detalhadas - naqueles itens aplicáveis - nos moldes do relatório final contido no <http://conselho.saude.gov.br/comites-de-etica-em-pesquisa-conep?view=default> (clicar na aba Documentos Orientadores), bem como deve haver menção ao período a que se referem. As informações contidas no relatório devem ater-se ao período correspondente e não a todo o período da pesquisa até aquele momento. Para cada relatório, deve haver uma notificação separada. A submissão deve ser como Notificação (consultar pág. 69 no arquivo intitulado "1 - Manual Pesquisador - Versão 3.2.39 disponível no endereço <http://plataformabrasil.saude.gov.br/login.jsf> Anexar em arquivo com recurso "copiar e colar".

2. Eventuais emendas (modificações) ao protocolo devem ser apresentadas de forma clara e sucinta, identificando-se, por cor, negrito ou sublinhado, a parte do documento a ser modificada, isto é, além de apresentar o resumo das alterações, juntamente com a justificativa, é necessário destacá-las no decorrer do texto (item 2.2.1.H.1, da Norma Operacional CNS nº 001 de 2013).

Endereço: Rua Prof. Rodolpho Paulo Rocco Nº255, 7º andar, Ala E
Bairro: Cidade Universitária CEP: 21.941-913
UF: RJ Município: RIO DE JANEIRO
Telefone: (21)3938-2480 Fax: (21)3938-2481 E-mail: cep@hucff.ufrj.br

**UFRJ - HOSPITAL
UNIVERSITÁRIO CLEMENTINO
FRAGA FILHO DA
UNIVERSIDADE FEDERAL DO
RIO DE JANEIRO / HUCFF-
UFRJ**



Continuação do Parecer: 4.715.792

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BASICAS_DO_PROJETO_1703071.pdf	09/04/2021 21:45:10		Aceito
Outros	CARTA_RESPOSTA.docx	09/04/2021 21:43:43	LUCIANA MARIA PINHEIRO VIEIRA	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	Termo_Assentimento_Livre_e_Esclarecido_DESTAQUE_CORREÇÕES_SOLICITADAS.doc	09/04/2021 21:42:50	LUCIANA MARIA PINHEIRO VIEIRA	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	6TCLE_MENOR_DESTAQUE_CORRECOES_SOLICITADAS.docx	09/04/2021 21:42:25	LUCIANA MARIA PINHEIRO VIEIRA	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	Termo_Assentimento_Livre_e_Esclarecido_CORRIGIDO.doc	09/04/2021 21:42:10	LUCIANA MARIA PINHEIRO VIEIRA	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	6TCLE_MENOR_CORRIGIDO.docx	09/04/2021 21:41:52	LUCIANA MARIA PINHEIRO VIEIRA	Aceito
Cronograma	Cronograma.pdf	11/03/2021 20:46:26	LUCIANA MARIA PINHEIRO VIEIRA	Aceito
Declaração de concordância	2_CartadeConcordanciaDoDiretor_com_assinatura.pdf	11/03/2021 19:44:08	LUCIANA MARIA PINHEIRO VIEIRA	Aceito
Declaração de Pesquisadores	Termo_de_compromisso_sem_assinatura_Maria_Margarida.docx	11/03/2021 19:39:55	LUCIANA MARIA PINHEIRO VIEIRA	Aceito
Declaração de Pesquisadores	Termo_de_compromisso_sem_assinatura_Luciana.docx	11/03/2021 19:39:07	LUCIANA MARIA PINHEIRO VIEIRA	Aceito
Declaração de Pesquisadores	Termo_de_compromisso_com_assinatura_Maria_Margarida.pdf	11/03/2021 19:38:34	LUCIANA MARIA PINHEIRO VIEIRA	Aceito
Declaração de Pesquisadores	3_Termo_de_compromisso_com_assinatura_Luciana.pdf	11/03/2021 19:38:03	LUCIANA MARIA PINHEIRO VIEIRA	Aceito
Outros	Declaração_instituição_com_assinatura.pdf	11/03/2021 19:23:32	LUCIANA MARIA PINHEIRO VIEIRA	Aceito
Outros	_Declaração_instituição_sem_assinatura.docx	11/03/2021 19:20:27	LUCIANA MARIA PINHEIRO VIEIRA	Aceito
Outros	5_Questionarios.docx	11/03/2021 19:05:07	LUCIANA MARIA PINHEIRO VIEIRA	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	7Projeto_detalhado.pdf	11/03/2021 19:02:31	LUCIANA MARIA PINHEIRO VIEIRA	Aceito

Endereço: Rua Prof. Rodolpho Paulo Rocco N°255, 7º andar, Ala E
 Bairro: Cidade Universitária CEP: 21.941-913
 UF: RJ Município: RIO DE JANEIRO
 Telefone: (21)3938-2480 Fax: (21)3938-2481 E-mail: osp@hucff.ufrj.br

**UFRJ - HOSPITAL
 UNIVERSITÁRIO CLEMENTINO
 FRAGA FILHO DA
 UNIVERSIDADE FEDERAL DO
 RIO DE JANEIRO / HUCFF-
 UFRJ**



Continuação do Parecer: 4.715.792

TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	Termo_Assentimento_Livre_e_Esclarecido.pdf	11/03/2021 19:01:21	LUCIANA MARIA PINHEIRO VIEIRA	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	Termo_Assentimento_Livre_e_Esclarecido.doc	11/03/2021 19:01:07	LUCIANA MARIA PINHEIRO VIEIRA	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	6TCLE.pdf	11/03/2021 18:56:20	LUCIANA MARIA PINHEIRO VIEIRA	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	6TCLE_MENOR.pdf	11/03/2021 18:54:59	LUCIANA MARIA PINHEIRO VIEIRA	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	6TCLE_MENOR.docx	11/03/2021 18:54:40	LUCIANA MARIA PINHEIRO VIEIRA	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	6TCLE.docx	11/03/2021 18:53:28	LUCIANA MARIA PINHEIRO VIEIRA	Aceito
Outros	5_Questionarios.pdf	11/03/2021 16:37:52	LUCIANA MARIA PINHEIRO VIEIRA	Aceito
Outros	4Curriculos_dos_pesquisadores.pdf	11/03/2021 16:25:52	LUCIANA MARIA PINHEIRO VIEIRA	Aceito
Outros	1_Carta_de_apresentacao_com_assinatura.pdf	11/03/2021 15:31:11	LUCIANA MARIA PINHEIRO VIEIRA	Aceito
Outros	1_Carta_de_Apresentacao_sem_assinatura.doc	11/03/2021 15:29:46	LUCIANA MARIA PINHEIRO VIEIRA	Aceito
Outros	8FolhaDeRosto_nao_preenchida.pdf	11/03/2021 15:25:57	LUCIANA MARIA PINHEIRO VIEIRA	Aceito
Folha de Rosto	8FolhaDeRosto_preenchida.pdf	25/02/2021 10:33:11	LUCIANA MARIA PINHEIRO VIEIRA	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

Endereço: Rua Prof. Rodolpho Paulo Rocco Nº255, 7º andar, Ala E
Bairro: Cidade Universitária **CEP:** 21.941-913
UF: RJ **Município:** RIO DE JANEIRO
Telefone: (21)3938-2480 **Fax:** (21)3938-2481 **E-mail:** cep@hucff.ufrj.br

UFRJ - HOSPITAL
UNIVERSITÁRIO CLEMENTINO
FRAGA FILHO DA
UNIVERSIDADE FEDERAL DO
RIO DE JANEIRO / HUCFF-
UFRJ



Continuação do Processo: 4.715.792

RIO DE JANEIRO, 17 de Maio de 2021

Assinado por:
Carlos Alberto Guimarães
(Coordenador(a))

Endereço: Rua Prof. Rodolfo Paulo Rocco N°255, 7º andar, Ala E
Bairro: Cidade Universitária CEP: 21.941-913
UF: RJ Município: RIO DE JANEIRO
Telefone: (21)3938-2480 Fax: (21)3938-2481 E-mail: cep@hucff.ufrj.br