UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO STRICTO-SENSU
MESTRADO PROFISSIONAL EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS E MATEMÁTICA

NAYCON RODRIGUES DE SOUZA

# A FILOGENIA DE LAMARCK E A EPIGENÉTICA: UMA DISCUSSÃO SOBRE SUA RELAÇÃO NO ENSINO E APRENDIZAGEM A PARTIR DE UM CADERNO DE ATIVIDADES

SEROPÉDICA - RJ
2026

**Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática**

NAYCON RODRIGUES DE SOUZA

# A FILOGENIA DE LAMARCK E A EPIGENÉTICA: UMA DISCUSSÃO SOBRE SUA RELAÇÃO NO ENSINO E APRENDIZAGEM A PARTIR DE UM CADERNO DE ATIVIDADES

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Educação em Ciências e Matemática.

Orientador(a): Lígia Cristina Ferreira Machado

SEROPÉDICA - RJ
2026

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

***"This study was financed in part by the Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Finance Code 001***

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro Biblioteca
Central / Seção de Processamento Técnico

Ficha catalográfica elaborada
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

S725f

SOUZA, Naycon Rodrigues de, 1991-
A FILOGENIA DE LAMARCK E A EPIGENÉTICA: UMA DISCUSSÃO SOBRE SUA RELAÇÃO NO ENSINO E APRENDIZAGEM A PARTIR DE UM CADERNO DE ATIVIDADES / Naycon Rodrigues de SOUZA. - Seropédica, 2026.
92 f.

Orientadora: Lígia Cristina Ferreira Machado.
Dissertação(Mestrado). -- Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO STRICTO-SENSU MESTRADO PROFISSIONAL EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS E MATEMÁTICA, 2026.

1. Evolução biológica. 2. Epigenética. 3. Lamarckismo. 4. Ensino de Biologia. 5. Caderno de atividades pedagógicas. I. Machado, Lígia Cristina Ferreira , 1964-, orient. II Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO STRICTO-SENSU MESTRADO PROFISSIONAL EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS E MATEMÁTICA III. Título.

# UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
# PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO STRICTO-SENSU
# MESTRADO PROFISSIONAL EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS E MATEMÁTICA



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO**
**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO**
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS E MATEMÁTICA**

**ATA Nº 3090 / 2026 - PPGEDUCIMAT (12.28.01.00.00.00.00.18)**

**Nº do Protocolo: 23083.031252/2026-51**

**Seropédica-RJ, 06 de julho de 2026.**

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO**
**CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS E MATEMÁTICA**
**INSTITUTO DE EDUCAÇÃO**

## NAYCON RODRIGUES DE SOUZA

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Educação em Ciências e Matemática**, no Curso de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática, área de Concentração Ensino e Aprendizagem de Ciências e Matemática.

DISSERTAÇÃO APROVADA EM 24/06/2026

Dra. LIGIA CRISTINA FERREIRA MACHADO, UFFRJ (Orientadora)

Dr. GUILHERME ORSOLON DE SOUZA, CEFET/RJ

Dr. BENJAMIN CARVALHO TEIXEIRA PINTO, UFRRJ

***(Assinado digitalmente em 07/07/2026 08:29 )***
BENJAMIN CARVALHO TEIXEIRA PINTO
*PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR*
*DeptTPE (12.28.01.00.00.00.00.24)*
*Matrícula: 1827605*

***(Assinado digitalmente em 07/07/2026 17:57 )***
LIGIA CRISTINA FERREIRA MACHADO
*PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR*
*DeptES (12.28.01.00.00.86)*
*Matrícula: 1506378*

***(Assinado digitalmente em 08/07/2026 12:54 )***
GUILHERME ORSOLON DE SOUZA
*ASSINANTE EXTERNO*
*CPF: 037.769.267-08*

Visualize o documento original em **https://sipac.ufrrj.br/public/documentos/index.jsp** informando seu número: **3090**, ano: **2026**, tipo: **ATA**, data de emissão: **06/07/2026** e o código de verificação: **ed5c255b03**

## AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, à minha mãe, Maria Aparecida de Souza *(in memoriam)*, por todo amor, cuidado e incentivo ao longo da minha trajetória. Sua presença, seus ensinamentos e sua confiança em meus estudos permanecem vivos em minha memória e foram fundamentais para que eu chegasse até aqui.

Ao meu pai, Milton Rodrigues de Souza *(in memoriam)*, minha eterna gratidão por todo cuidado e dedicação. Agradeço especialmente por ter acompanhado minha caminhada desde os primeiros anos escolares, acordando-me para ir à escola e demonstrando, em gestos simples, o valor do compromisso, da responsabilidade e da educação.

Aos meus irmãos, Valdir Rodrigues de Souza, Valdê Rodrigues de Souza, Ademilton Luiz Rodrigues de Souza e Neila Aparecida Rodrigues de Souza, agradeço pelo apoio, pelo incentivo e pelo exemplo de compromisso. Cada palavra de encorajamento e cada demonstração de confiança foram importantes para que eu continuasse seguindo em meus estudos.

Ao meu companheiro, Manoel Francisco de Melo Dias, agradeço pelo apoio diário, pela paciência, pelo incentivo constante e pela presença afetuosa nos momentos de desafio. Sua parceria tornou este percurso mais leve, possível e significativo.

A todos vocês, minha sincera gratidão por fazerem parte desta conquista.

## RESUMO

SOUZA, Naycon Rodrigues de. *A filogenia de Lamarck e a epigenética: uma discussão sobre sua relação no ensino e aprendizagem a partir de um caderno de atividades*. 2026. 91 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Educação em Ciências e Matemática) – Instituto de Educação, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2026.

Esta dissertação investe em uma discussão sobre como as ideias de Jean-Baptiste Lamarck podem ser ressignificadas no ensino da evolução biológica, propondo uma abordagem pedagógica atualizada à luz dos avanços da epigenética. Historicamente marginalizado em detrimento do darwinismo, principalmente nos livros didáticos, o lamarckismo é frequentemente retratado de forma caricatural, o que limita uma abordagem crítica e histórica dos processos evolutivos. A dissertação fundamenta-se teoricamente em estudos sobre evolução, história da Biologia e epigenética, especialmente em Lamarck, Darwin, Mayr, Bizzo, Jablonka e Lamb, Francis e Noguera-Solano et al., bem como em pesquisas sobre o ensino de evolução, com destaque para Almeida e Falcão e Krizek. Tem como objetivo a elaboração e a análise de um caderno de atividades pedagógicas voltado ao Ensino Médio, com o intuito de contribuir para uma abordagem que integre novas perspectivas científicas e metodológicas no ensino da evolução biológica. Com base em uma abordagem qualitativa, esta pesquisa tem como sujeitos estudantes do Ensino Médio e professoras que atuam com as disciplinas de Ciências e Biologia, no Ensino Fundamental e no Ensino Médio, respectivamente. Os estudantes participam da primeira etapa de coleta de dados, realizada em duas escolas do Rio de Janeiro, por meio da aplicação de um questionário com o objetivo de mapear suas concepções acerca da evolução dos seres vivos. As professoras participam da segunda etapa, por meio de um grupo focal, para análise e validação do caderno de atividades — produto educacional deste estudo —, que inclui sugestões de práticas pedagógicas abordando a temática da evolução a partir dos avanços da epigenética. Os resultados da análise dos questionários apontam que, embora predomine a perspectiva darwinista, muitos estudantes demonstram intuições compatíveis com ideias lamarckistas, além de um expressivo desconhecimento sobre epigenética. Essas evidências revelam um espaço propício para a inclusão de uma abordagem mais complexa sobre o tema no currículo escolar. Ao mesmo tempo, articuladas à literatura, sustentam e inspiram a elaboração do produto educacional, que valoriza os conceitos de Lamarck, Darwin e epigenética, visando a uma aprendizagem mais crítica, atualizada e dialógica sobre a diversidade da vida.



**Palavras-chave:**

Ensino de evolução; Lamarckismo; Epigenética; Educação em Ciências; Concepções dos estudantes; Caderno de atividades; Teorias evolutivas.

## ABSTRACT

SOUZA, Naycon Rodrigues de. *Lamarckian Phylogeny and Epigenetics: A Discussion of Their Relationship in Teaching and Learning through an Activity Workbook*. 2026. 91 p. Dissertation (Professional Master's Degree in Science and Mathematics Education) – Institute of Education, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2026.

This dissertation engages in a discussion on how the ideas of Jean-Baptiste Lamarck can be reinterpreted in the teaching of biological evolution, proposing an updated pedagogical approach in light of advances in epigenetics. Historically marginalized in favor of Darwinism, particularly in textbooks, Lamarckism is often portrayed in a caricatured manner, which limits a critical and historical approach to evolutionary processes. The dissertation is theoretically grounded in studies on evolution, the history of Biology, and epigenetics, especially in the works of Lamarck, Darwin, Mayr, Bizzo, Jablonka and Lamb, Francis, and Noguera-Solano et al., as well as in research on the teaching of evolution, particularly Almeida and Falcão and Krizek. Its objective is to develop and analyze a pedagogical activity workbook aimed at high school students, with the purpose of contributing to an approach that integrates new scientific and methodological perspectives into the teaching of biological evolution. Based on a qualitative approach, this research involves high school students and female teachers who teach Science and Biology in lower secondary education and high school, respectively. The students participate in the first stage of data collection, conducted in two schools in Rio de Janeiro, through the application of a questionnaire aimed at mapping their conceptions about the evolution of living beings. The teachers participate in the second stage, through a focus group, for the analysis and validation of the activity workbook — the educational product of this study — which includes suggestions for pedagogical practices addressing the theme of evolution in light of advances in epigenetics. The results of the questionnaire analysis indicate that, although the Darwinian perspective predominates, many students demonstrate intuitions compatible with Lamarckian ideas, in addition to a significant lack of knowledge about epigenetics. These findings reveal a favorable space for the inclusion of a more complex approach to the topic in the school curriculum. At the same time, when articulated with the literature, they support and inspire the development of the educational product, which values the concepts of Lamarck, Darwin, and epigenetics, aiming at more critical, updated, and dialogical learning about the diversity of life.



**Keywords:**

Evolution teaching; Lamarckism; Epigenetics; Science Education; Students' conceptions; Activity workbook; Evolutionary theories.

## SUMÁRIO

**1 INTRODUÇÃO ..... 8**

**2 E, COMO OBJETIVOS ESPECÍFICOS: ..... 13**

**3 FUNDAMENTOS TEÓRICOS: REFLEXÕES SOBRE A EVOLUÇÃO BIOLÓGICA E SEU ENSINO NAS ESCOLAS ..... 15**
**3.1 Perspectivas evolucionistas e o ensino de Biologia. ..... 16**
**3.2 O ensino de Evolução ..... 22**

**4 METODOLOGIA ..... 27**
**4.1 Perspectiva teórico-metodológica ..... 27**
**4.2 Lugar e Sujeitos da pesquisa ..... 29**
**4.3 Procedimentos de Coleta de Dados ..... 30**
**4.4 Procedimentos de Análise de Dados ..... 32**
**4.5 Aspectos Éticos ..... 33**

**5 O QUE OS ALUNOS SABEM SOBRE EVOLUÇÃO ..... 34**
**5.1 Sobre o pescoço das girafas ..... 34**
**5.2 Herança de experiências vividas ..... 35**
**5.3 Resistência bacteriana a antibióticos ..... 36**
**5.4 Cauda colorida dos pavões ..... 37**
**5.5 Conceito de epigenética ..... 38**
**5.6 Sistematização das análises ..... 39**

**6 CONVERSAS COM PROFESSORAS E VALIDAÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL ..... 42**
**6.1 Sobre o Ensino de evolução: o que dizem as professoras ..... 42**
**6.2 O produto educacional: apresentação e organização ..... 44**
**6.3 O produto educacional – validando a partir da avaliação das professoras ..... 45**
6.3.1 Sobre a epigenética ..... 46
6.3.2 Linguagem ..... 48
6.3.3 Diversidade das atividades ..... 48
6.3.4 Apresentação e forma ..... 49
6.3.5 Orientações para os professores ..... 49
6.3.6 Sugestões das participantes ..... 50

**7 CONSIDERAÇÕES FINAIS ..... 52**

**REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS ..... 54**

**APÊNDICE A ..... 58**

**APÊNDICE B ..... 60**

**APÊNDICE C ..... 62**

**ANEXO A ..... 64**

**APÊNDICE D ..... 69**

# 1 INTRODUÇÃO

A educação é um processo dinâmico e contínuo, no qual o ensinar, o aprender e o saber estão intrinsecamente conectados, formando um triângulo conceitual essencial para a transformação de vidas. Desde minhas primeiras experiências escolares, pude observar como a figura do professor desempenha um papel central, não apenas na transmissão de conhecimento, mas também na mediação entre esses três elementos. Como afirma Colinvaux (2008), a aprendizagem é um processo que se estende por toda a vida e, na escola, o professor assume o papel de mediador na construção do conhecimento, promovendo a aprendizagem significativa. Essa dinâmica entre ensinar, aprender e saber sempre me fascinou, pois revela a complexidade e a beleza do processo educativo, que vai além da simples transmissão de informações.

No Ensino Médio, comecei a experimentar o que é ser educador, auxiliando na aprendizagem de alunos do Ensino Fundamental. Essa experiência surgiu da observação de que muitos deles enfrentavam dúvidas e, como eu já havia passado por essa etapa, decidi ajudá-los. Ao ensinar alguns alunos, percebi que conseguiam compreender o conteúdo, e essa realização me trouxe uma sensação de plenitude. Lembro-me de como me sentia realizado quando alguém a quem eu ensinava conseguia aprender.

Ainda no Ensino Médio, a disciplina de Biologia sempre me fascinou, especialmente pelo estudo da vida e da evolução biológica. Em 2012, ingressei na Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), na modalidade semipresencial (Consórcio Cederj – Polo Campo Grande), para cursar Licenciatura em Ciências Biológicas. No início, foi um período desafiador; a ansiedade era grande, pois eu não sabia o que estava por vir. Durante o curso, recebi apostilas impressas de cada disciplina e, em muitas delas, havia tutorias[1] presenciais. Essas tutorias ofereciam oportunidades para discussões e para esclarecimento de dúvidas que surgiam durante a leitura do material.

No final do primeiro semestre de 2013, vi, na plataforma do Cederj, uma oportunidade em um programa acadêmico para realizar parte do meu curso na

[1] **Tutorias:** atividades acadêmicas realizadas semanalmente nos polos regionais, caracterizadas como espaços de orientação pedagógica voltados ao esclarecimento de dúvidas, à entrega de atividades e à troca de conhecimentos entre alunos e tutores.

Universidade de Coimbra, em Portugal. Imediatamente, abri o arquivo e contatei a professora responsável, Margarete Valverde de Macedo, que, na época, estava no Departamento de Biologia da UFRJ. Vale destacar que essa professora também era uma das responsáveis por uma disciplina na modalidade semipresencial, denominada “Insetos na Educação Básica”. Fui aprovado no processo seletivo, juntamente com mais seis alunos. Assim, no segundo semestre de 2013, fui contemplado com uma bolsa no Programa de Licenciaturas Internacionais (PLI), resultado de uma iniciativa da CAPES – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – e da Universidade de Coimbra, que visava à melhoria do ensino nos cursos de licenciatura e à formação de professores. Essa bolsa me permitiu cursar, por dois anos, disciplinas da Licenciatura em Ciências Biológicas na Universidade de Coimbra.

Durante esses dois anos, tive a oportunidade de expandir significativamente meus horizontes acadêmicos e pessoais. A convivência com um ambiente acadêmico internacional, repleto de pesquisadores e estudantes de diferentes origens, proporcionou uma troca de conhecimentos enriquecedora, especialmente no curso de Ciências Biológicas. Na Universidade de Coimbra, a abordagem multidisciplinar e o acesso a tecnologias avançadas no campo da Biologia ampliaram minha compreensão das ciências naturais e das práticas pedagógicas. Além disso, tive a oportunidade de me envolver em projetos de pesquisa que aprofundaram meu conhecimento em áreas como evolução, microbiologia e botânica, temas de grande relevância para a Biologia.

A vivência cultural em Portugal também foi uma experiência transformadora. Aprender sobre a história e a cultura portuguesa, além de desenvolver habilidades interculturais, fez-me crescer como cidadão global. O período vivido fora do Brasil ajudou-me a enxergar a educação e a ciência de forma mais crítica e abrangente, valorizando ainda mais a importância da troca de saberes entre diferentes países. Essa experiência preparou-me não apenas para ser um educador mais atento e crítico às muitas questões que envolvem a escola e a sala de aula, mas também para continuar contribuindo para a pesquisa científica, com uma perspectiva mais globalizada e consciente das necessidades da sociedade atual.

Ao retornar ao Brasil, em agosto de 2015, validei as disciplinas cursadas

na Universidade de Coimbra e me dediquei a concluir as matérias restantes para finalizar minha graduação. Dentre elas, uma merece destaque: a disciplina de Estágio Supervisionado. Durante dois anos, realizei esse estágio em uma escola municipal localizada no bairro de Quintino, na cidade do Rio de Janeiro, chamada Escola Municipal Quintino Bocaiúva.

No estágio, acompanhei uma professora chamada Aline, que lecionava Ciências Biológicas, e observei suas aulas. Confesso que, no início, fiquei apreensivo, pois ensinar não se resume apenas a “dar aula”. É necessário conquistar a atenção dos alunos, engajá-los e mantê-los interessados nos conteúdos, uma tarefa que exige habilidades específicas. Enfrentar uma turma com mais de 40 alunos foi desafiador, e pude perceber como isso demanda não apenas domínio do conteúdo, mas também habilidades de gestão de sala. Como afirmam Pimenta e Lima (2005, p. 5), “o estágio não é percebido como um apêndice curricular, mas um instrumento pedagógico que contribui para a superação da dicotomia teoria e prática”.

A professora Aline, a quem observei de perto, muitas vezes terminava as aulas exausta, até mesmo com a voz enfraquecida, por precisar elevar o tom para pedir silêncio e manter a ordem durante as explicações. Notei que, em alguns dias, o conteúdo fluía melhor e havia mais participação dos alunos, enquanto, em outros, o progresso era mais difícil. Pimenta e Lima (2005, p. 9) ressaltam que “a prática pela prática e o emprego de técnicas sem a devida reflexão pode reforçar a ilusão de que há uma prática sem teoria ou de uma teoria desvinculada da prática”. Essa reflexão me ajudou a perceber a importância da autocrítica e da adaptação contínua no processo docente.

Após concluir a graduação em 2018, continuei refletindo sobre a prática docente. Questões como a abordagem de Lamarck, a filogenia e suas interseções com a epigenética começaram a ocupar meu pensamento. Como essas ideias podem influenciar a construção dos conceitos biológicos pelos estudantes e promover uma visão integrada da evolução no contexto educacional? Este trabalho busca explorar essas questões e discutir como o ressurgimento de ideias lamarckistas, à luz da epigenética, pode enriquecer o ensino da evolução biológica.

A motivação inicial para esta investigação surgiu de uma experiência cotidiana durante meu percurso acadêmico. Em uma ocasião, a caminho de uma

tutoria, tive uma conversa com uma colega sobre o ensino de evolução. Naquele diálogo, emergiu a questão recorrente do porquê de Jean-Baptiste Lamarck ser, frequentemente, representado de forma caricatural e reduzido ao rótulo de “aquele que errou”. Minha colega relatou ter assistido a um documentário que apresentava uma perspectiva distinta, na qual as ideias de Lamarck não eram vistas simplesmente como equivocadas, mas como contribuições relevantes ao pensamento evolutivo. Essa colocação despertou em mim uma reflexão imediata, pois também reconhecia que havia algo além do estereótipo atribuído a Lamarck. Ao chegar em casa, iniciei uma série de buscas bibliográficas, nas quais um termo em especial chamou minha atenção: epigenética. Esse conceito não apenas dialogava com as concepções lamarckistas, como também oferecia novas possibilidades de compreensão, ressignificando seu papel na história da Biologia e retirando-o das sombras da “incompletude” ou do “erro” em que foi, por muito tempo, colocado.

A palavra “evolução” vem do latim *evolvere*, que significa “desenvolver” ou “desenrolar”. Em sentido amplo, para a Biologia, evolução significa descendência com modificação e, geralmente, com diversificação (Futuyma, 1998). A teoria evolutiva é um tema central na Biologia e, como aponta Colinvaux (2008, p. 1), “ensinar e aprender estão indissociavelmente ligados: o ensino é uma atividade cujo objetivo é precisamente promover a aprendizagem”. Sob essa perspectiva, o ensino da evolução biológica não deve restringir-se à transmissão de conceitos, mas possibilitar a compreensão dos processos históricos e naturais que explicam a diversidade dos organismos vivos e suas relações de ancestralidade.

Um conceito que, durante décadas, foi desconsiderado no ensino de Biologia — o lamarckismo — está voltando a ser discutido nas escolas. Essa previsão é feita pela bióloga israelense Eva Jablonka, da Universidade de Tel Aviv, em Israel, uma das cientistas à frente do movimento que busca revisitar as ideias de Lamarck à luz da epigenética (Jablonka, 2007). Lamarck (1744–1829) defendeu a ideia de que a evolução era uma tendência ao aumento da complexidade dos organismos, conforme exposto em sua primeira lei, a “tendência para o aumento da complexidade”. Ele também propôs que as mudanças fisiológicas decorrentes do uso e desuso de órgãos poderiam ser transmitidas aos descendentes, uma ideia que foi rejeitada com o advento da

genética mendeliana, mas que ressurge com os estudos em epigenética.

A epigenética, termo usado para se referir ao estudo dos padrões de expressão gênica, sugere que dois organismos com o mesmo genoma podem manifestar características diferentes, dependendo de quais genes são ativados ou desativados. Esse campo de estudo tem reacendido o debate sobre a herança de características adquiridas, uma ideia central na teoria de Lamarck. Como afirma Jablonka, em entrevista ao jornalista Rafael Garcia, em 2007, “Lamarck falava de mudanças fisiológicas que ocorrem em decorrência do esforço que o organismo faz para comer, ou no caso do uso e desuso de órgãos ou estruturas do corpo”.

Nesse contexto, esta dissertação ocupa-se de abordar como a teoria de Lamarck, revisitada pela epigenética, pode ser incorporada ao ensino de Biologia, promovendo uma abordagem mais ampla e atualizada sobre evolução, hereditariedade e adaptação. Para isso, tem como objetivo a elaboração e a análise de um caderno de atividades pedagógicas voltado aos anos finais do Ensino Fundamental e ao Ensino Médio, com o intuito de contribuir para uma abordagem que integre novas perspectivas científicas e metodológicas no ensino da evolução biológica.

## 2 E, COMO OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

1. Discutir o ressurgimento das ideias lamarckistas à luz dos avanços recentes em epigenética e sua relevância para o ensino de biologia.
2. Analisar o ensino de evolução no contexto da Base Nacional Comum Curricular (BNCC), identificando lacunas e oportunidades para abordagens mais atualizadas.
3. Mapear as concepções prévias dos alunos do Ensino Médio acerca de evolução.
4. Propor estratégias pedagógicas, como o caderno de atividades, que contribuam para a compreensão dos alunos sobre temas complexos, como a interação entre genética, ambiente e evolução tendo como ponto de partida as concepções dos estudantes sobre evolução.

O ensino de evolução biológica enfrenta desafios significativos, muitos deles decorrentes de uma abordagem simplificada e dicotômica, que reduz as teorias históricas a caricaturas. A teoria de Lamarck, por exemplo, é frequentemente apresentada nos livros didáticos como um “erro” superado pelo darwinismo, ignorando sua complexidade original e sua relevância histórica. No entanto, avanços recentes em epigenética têm reacendido o debate sobre mecanismos não darwinianos de herança, aproximando-se, em certa medida, de premissas lamarckianas. Essa convergência oferece uma oportunidade única para repensar o ensino de evolução, integrando novas descobertas científicas e promovendo uma visão mais abrangente e crítica.

Além disso, a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) aponta para a necessidade de desenvolver habilidades que permitam aos alunos comparar diferentes teorias evolutivas e discutir a diversidade da vida com base na seleção natural.

Segundo Macedo (2018 *apud* Dias *et al*., 2024, p. 3457), a BNCC apresenta limitações significativas no sentido de padronizar excessivamente o ensino. Essa padronização tende a reduzir o papel do professor ao de mero aplicador de métodos preestabelecidos, e essa não é uma tendência recente, como já ressaltado por Schnetzler (2000 *apud* Dias *et al*., 2024, p. 3457).

Essas críticas reforçam a necessidade de abordagens pedagógicas mais flexíveis, contextualizadas e articuladas à realidade escolar. Ainda assim, a BNCC pode ser compreendida como uma oportunidade para estimular práticas mais reflexivas e inovadoras, desde que sua implementação não se restrinja à prescrição curricular, mas envolva processos coletivos de estudo, planejamento e produção pedagógica.

Nesse sentido, a formação de coletivos docentes, como propõe Maldaner (2000 *apud* Dias *et al*., 2024, p. 3457), representa uma alternativa colaborativa para a construção de práticas educativas mais significativas. Na perspectiva do autor, os coletivos docentes podem ser compreendidos como espaços de formação, reflexão e investigação sobre a prática, nos quais os professores compartilham experiências, analisam problemas reais do ensino, produzem materiais e reelaboram metodologias de forma conjunta.

Dessa forma, os professores não são vistos apenas como executores de propostas curriculares elaboradas externamente, mas como sujeitos ativos na produção de conhecimentos pedagógicos. Essa perspectiva valoriza a articulação entre universidade e escola e contribui para a construção de metodologias e conteúdos mais adequados às demandas concretas da Educação Básica.

Nesse contexto, este trabalho justifica-se pela urgência de propor abordagens pedagógicas que complementem as diretrizes curriculares, oferecendo materiais didáticos de natureza prática para professores e alunos.

A criação de um caderno de atividades sobre evolução surge como uma resposta concreta a essas demandas. Além de fornecer subsídios para superar simplificações históricas, esse material busca atualizar o currículo escolar, incorporando discussões contemporâneas sobre epigenética e sua relação com as ideias de Lamarck. Na elaboração desse caderno, serão consideradas as concepções dos alunos acerca da evolução, aspecto fundamental na perspectiva construtivista para conduzir um trabalho de qualidade que incorpore as dimensões crítica e reflexiva.

# 3 FUNDAMENTOS TEÓRICOS: REFLEXÕES SOBRE A EVOLUÇÃO BIOLÓGICA E SEU ENSINO NAS ESCOLAS

Neste capítulo, realizo uma discussão sobre as perspectivas evolucionistas, de modo a estabelecer suas relações com o ensino de Biologia, tendo como referência autores que abordam essa temática. O objetivo é analisar como as ideias evolucionistas são apresentadas no contexto educacional, considerando tanto os aspectos históricos e epistemológicos quanto as recentes contribuições da epigenética para o debate evolutivo. A análise contempla, ainda, os desafios enfrentados no ensino de evolução biológica no Brasil, especialmente no que se refere às limitações da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) e à necessidade de superação das dicotomias simplistas frequentemente presentes nos materiais didáticos.

Para isso, o capítulo apresenta uma revisão da literatura que aborda os principais debates históricos e contemporâneos sobre a evolução biológica. Nesse contexto, destacam-se as contribuições de Lamarck, que propôs a herança dos caracteres adquiridos, bem como as críticas que levaram ao predomínio da teoria darwiniana (MAYR, 1982). Adicionalmente, Bizzo (2012) enfatiza as dificuldades e os desafios do ensino de Ciências, ressaltando a importância de uma abordagem que contemple a complexidade dos processos evolutivos. Autores como Jablonka e Lamb (2014) e Carey (2012) apontam para o ressurgimento do debate sobre a influência de fatores ambientais na expressão gênica, ampliando a compreensão dos mecanismos evolutivos por meio dos estudos em epigenética. Noguera-Solano, Rodríguez-Caso e Ruiz-Gutiérrez (2021) defendem que as ideias originais de Lamarck, quando corretamente contextualizadas, podem contribuir para uma compreensão mais crítica dos processos evolutivos em sala de aula, demonstrando a relevância de se ensinarem tais conceitos. Além disso, estudos de Almeida e Falcão (2010) e de Krizek (2024) evidenciam a necessidade de repensar o ensino da evolução, superando oposições binárias e incorporando discussões contemporâneas sobre epigenética. Essa revisão fundamenta teoricamente a proposta de integrar essas perspectivas ao ensino de Biologia, contribuindo para uma abordagem mais crítica e atualizada.

### 3.1 Perspectivas evolucionistas e o ensino de Biologia.

A filogenia, longe de ser um campo estático, reflete a contínua reelaboração de ideias. O “ressurgimento” das ideias de Lamarck por meio dos estudos em epigenética não implica a ressurreição de suas teses originais, mas a reavaliação de princípios subestimados, como a interação organismo-ambiente, em um novo paradigma científico. No ensino, essa complexidade demanda romper com simplificações históricas e adotar uma perspectiva crítica que vincule passado, presente e futuro da Biologia evolutiva.

A filogenia, campo dedicado ao estudo das relações evolutivas entre espécies, é permeada por debates históricos e epistemológicos que refletem a complexidade do pensamento científico ao longo do tempo. Desde as proposições transformistas de Jean-Baptiste Lamarck, publicadas em 1809, até a ideia de seleção natural de Charles Darwin (1859), a compreensão da evolução biológica tem sido marcada por rupturas, reinterpretações e diálogos interdisciplinares.

Recentemente, a epigenética — que investiga modificações hereditárias na expressão gênica sem alterações na sequência do DNA — reacendeu discussões sobre mecanismos não darwinianos de herança, aproximando-se, em certa medida, de premissas lamarckianas (Jablonka; Lamb, 2014). Esse diálogo entre passado e presente desafia não apenas a Biologia evolutiva, mas também o ensino de Biologia, que frequentemente simplifica teorias históricas em detrimento de sua complexidade original (Almeida; Falcão, 2010; Krizek, 2024).

No centro dessas discussões está Jean-Baptiste Lamarck, cujas ideias, apresentadas em *Philosophie zoologique* (1809), propuseram que os organismos se adaptam ao ambiente por meio de mudanças graduais transmitidas à prole. Essas mudanças seriam orientadas por quatro princípios fundamentais: (1) a tendência à complexidade, ou impulso intrínseco à vida para se organizar em formas mais elaboradas; (2) a emergência de órgãos por necessidade, ou surgimento de estruturas em resposta a demandas ambientais; (3) a lei do uso e desuso, que explica o desenvolvimento ou a atrofia de órgãos conforme seu uso; e (4) a herança de caracteres adquiridos, pela qual adaptações seriam transmitidas às gerações subsequentes (Noguera-Solano *et*

*al*., 2021, p. 911). Apesar de sua abrangência, a teoria lamarckiana foi reduzida, nos livros didáticos, a uma caricatura centrada no “pescoço da girafa” e na herança de características adquiridas, ignorando seu arcabouço teórico sistêmico (Almeida; Falcão, 2010, p. 653).

A representação clássica presente nos livros didáticos, que ilustra a preferência pela evolução darwiniana, surgiu de maneira semelhante: como um exemplo consolidado e onipresente, baseado em um suposto peso da tradição histórica que, na verdade, simplesmente não existe. Gould (2011) realizou um levantamento em todos os principais livros didáticos de Biologia destinados ao Ensino Médio. Sem exceção, todos eles iniciam o capítulo sobre evolução discutindo, primeiramente, a teoria de Lamarck, referente à herança dos caracteres adquiridos, para, em seguida, apresentar a teoria de Darwin sobre a seleção natural como uma alternativa preferível. Todos os textos utilizam o mesmo exemplo para ilustrar a superioridade darwiniana: o pescoço da girafa (Gould, 2011, p. 302).

Para Mayr (2024), é importante destacar que as ideias de Lamarck foram profundamente influenciadas pelo contexto filosófico e científico de sua época. Lamarck tinha uma ligação intelectual com figuras como Descartes, Newton, Leibniz e Buffon. De Newton, adotou a crença em um universo regido por leis e a convicção de que todos os fenômenos, não apenas da natureza inanimada, mas também dos “corpos organizados”, podiam ser explicados em termos de movimentos e forças que agiam sobre a matéria. De Leibniz, adquiriu a convicção otimista da perfeita harmonia do universo, da plenitude e da continuidade. Essa síntese levou a numerosas contradições, e parece evidente que a adoção do evolucionismo foi consequência da tentativa de resolver pelo menos algumas dessas contradições (Mayr, 2024).

De acordo com Krizek (2024), a teoria darwiniana, apresentada em *On the Origin of Species* (1859), destacou a seleção natural como o principal mecanismo evolutivo. No entanto, Darwin também reconheceu, em edições posteriores da obra, a herança de caracteres adquiridos como um fator complementar, embora essa ideia não fosse central em sua teoria.

Essa nuance histórica, no entanto, é raramente abordada em sala de aula, contexto em que se perpetua uma dicotomia simplista entre os dois naturalistas (Almeida; Falcão, 2010). Mayr (1982) ressalta que a teoria de Darwin evoluiu ao

longo de suas obras, desde *A origem das espécies* até *A descendência do homem*. Nesse processo, Darwin incorporou outros mecanismos evolutivos, como a seleção sexual, que explica características que não conferem vantagens adaptativas diretas, como a plumagem colorida dos pavões. Essa abordagem multifacetada demonstra a complexidade do pensamento darwiniano, muitas vezes negligenciada no ensino de Biologia.

A epigenética trouxe novas perspectivas ao debate evolutivo ao demonstrar que fatores ambientais, como dieta, estresse e exposição a toxinas, podem modular a expressão gênica e transmitir essas modificações por gerações, por meio da metilação[2] do DNA e da modificação de histonas, reintroduzindo questões lamarckianas (Jablonka; Lamb, 2014). De acordo com Oliveira *et al*. (2010), a *metilação do DNA* é uma modificação epigenética que consiste na adição de um grupo metil à citosina, especialmente em regiões promotoras de genes, regulando a expressão gênica sem alterar a sequência de bases. As modificações das histonas, por sua vez, incluem alterações como metilação, acetilação[3] e fosforilação, que influenciam a estrutura da cromatina e o acesso aos genes, controlando sua ativação ou seu silenciamento. Embora não valide a herança de caracteres adquiridos no sentido clássico, a epigenética desafia o determinismo genético e expande a noção de hereditariedade, sugerindo que a evolução opera por meio de múltiplos mecanismos interligados. Carey (2012) explora como a epigenética está redefinindo nossa compreensão da hereditariedade e da evolução. Estudos recentes mostram que traumas psicológicos, como aqueles vivenciados por sobreviventes do Holocausto, podem ser transmitidos de forma transgeracional, ou seja, entre diferentes gerações, por exemplo, de pais para filhos, por meio de alterações epigenéticas. Esses achados evidenciam a importância de considerar fatores ambientais no estudo da evolução biológica.

A palavra epigenética refere-se a “alterações persistentes do DNA que não envolvem mudanças na sequência em si” (Francis, 2014, p. 5). Como explica

[2] **Metilação:** processo epigenético que envolve a adição de grupos metil ($–CH_3$) às bases de citosina do DNA, especialmente em regiões CpG, nas quais uma citosina é seguida por uma guanina, podendo alterar a acessibilidade do DNA e regular a expressão gênica, frequentemente associada à sua repressão.

[3] **Acetilação:** processo epigenético que envolve a adição de grupos acetil ($–COCH_3$) às caudas das proteínas histonas, reduzindo a interação entre o DNA e essas proteínas, o que promove o relaxamento da cromatina e favorece a expressão gênica.

o autor, em nossas células, os genes não se encontram em estado “puro”, mas revestidos por moléculas químicas que regulam sua atividade, tornando-os mais ou menos ativos. Essas modificações são duradouras e podem permanecer por toda a vida. Nesse sentido, a epigenética é o estudo de como se fazem e se desfazem essas ligações químicas de longa duração, que regulam os genes em resposta a diferentes fatores. Para o autor, “Com frequência, as mudanças epigenéticas acontecem em resposta ao ambiente, à alimentação, aos poluentes a que somos expostos e até às interações sociais” (Francis, 2014, p. 6).

Para tornar mais claros os mecanismos epigenéticos descritos, é importante apresentar exemplos concretos que demonstrem como fatores ambientais podem alterar a expressão gênica sem modificar a sequência de bases do DNA. Esses casos mostram, de forma acessível, como a epigenética materializa a interação entre organismo e ambiente, princípio que remete a certos aspectos do pensamento lamarckiano reinterpretados à luz da Biologia molecular contemporânea.

Um dos exemplos mais emblemáticos é o dos camundongos *agouti*. O gene *agouti* controla a produção de pigmento nos pelos desses animais. Em seu estado não metilado[4], ele permanece continuamente ativo, resultando em camundongos de pelagem amarela. No entanto, essa ativação contínua também causa desregulação metabólica, levando a maior propensão à obesidade, ao diabetes e a tumores. Quando o mesmo gene é metilado, sua expressão é parcialmente silenciada, originando pelagens mais escuras (*pseudoagouti*) e animais metabolicamente saudáveis. Como descrito por Francis (2014), a dieta materna durante a gestação, quando enriquecida com nutrientes doadores de grupos metila, como ácido fólico, colina e vitamina B12, pode promover a metilação do gene *agouti* nos embriões. O resultado é uma prole de cor escura e metabolismo equilibrado. O mais notável é que essa marca epigenética pode ser transmitida por gerações, mesmo que os descendentes não recebam a mesma dieta materna (Francis, 2014). Assim, um fator ambiental, a alimentação, modula a expressão gênica e influencia características herdáveis, sem qualquer alteração na sequência do DNA.

[4] **Não metilado:** estado em que o DNA não apresenta grupos metil ($–CH_3$) ligados às bases de citosina, especialmente em regiões CpG, sequências em que uma citosina é seguida por uma guanina, o que favorece a acessibilidade do DNA e a ativação da expressão gênica.

Outro exemplo elucidativo apresentado por Francis (2014) refere-se à planta *Arabidopsis thaliana*, uma angiosperma de pequeno porte amplamente utilizada como organismo-modelo em estudos de Biologia vegetal e genética molecular. Determinadas linhagens dessa espécie apresentaram uma mutação denominada *fwa*, caracterizada pelo florescimento tardio, ocorrendo meses após o período esperado. Inicialmente, esse fenômeno foi interpretado como decorrente de uma mutação genética; contudo, verificou-se, posteriormente, tratar-se de uma epimutação, isto é, uma alteração epigenética associada ao padrão de metilação do gene responsável pelo controle do florescimento. O gene *FWA* codifica um fator de transcrição que atua como repressor do florescimento e, em condições normais, encontra-se epigeneticamente silenciado por metilação em sua região promotora. Entretanto, a perda desse padrão de metilação leva à sua expressão ectópica — isto é, à sua ativação fora do padrão regulatório habitual —, resultando no atraso do florescimento. Esse caso evidencia que modificações epigenéticas podem comportar-se como alterações estáveis, sendo herdadas ao longo das gerações e influenciando o fenótipo sem promover alterações na sequência do DNA (Francis, 2014). Trata-se, portanto, de uma evidência de que a herança biológica não depende exclusivamente da estrutura genômica, mas também de mecanismos de regulação química.

No campo humano, um caso marcante ocorreu durante o chamado “Inverno da Fome Holandesa”, entre 1944 e 1945, quando a escassez alimentar extrema afetou milhares de gestantes. Décadas depois, estudos mostraram que seus filhos apresentavam maior predisposição à obesidade, ao diabetes tipo 2, a doenças cardiovasculares e até a distúrbios psiquiátricos. Pesquisas epigenéticas revelaram que esses indivíduos exibiam níveis alterados de metilação no gene *IGF2*, responsável pela regulação do crescimento e do metabolismo energético. Em outras palavras, a exposição à desnutrição durante o desenvolvimento fetal deixou “marcas químicas” no DNA, alterando a forma como certos genes eram expressos ao longo da vida. Mais surpreendente ainda é que essas marcas também foram observadas em gerações seguintes, indicando herança transgeracional epigenética (Francis, 2014). Esse exemplo evidencia, de forma concreta, como o ambiente intrauterino pode programar a expressão gênica e impactar a saúde a longo prazo.

Pesquisas com gêmeos monozigóticos também ilustram o caráter

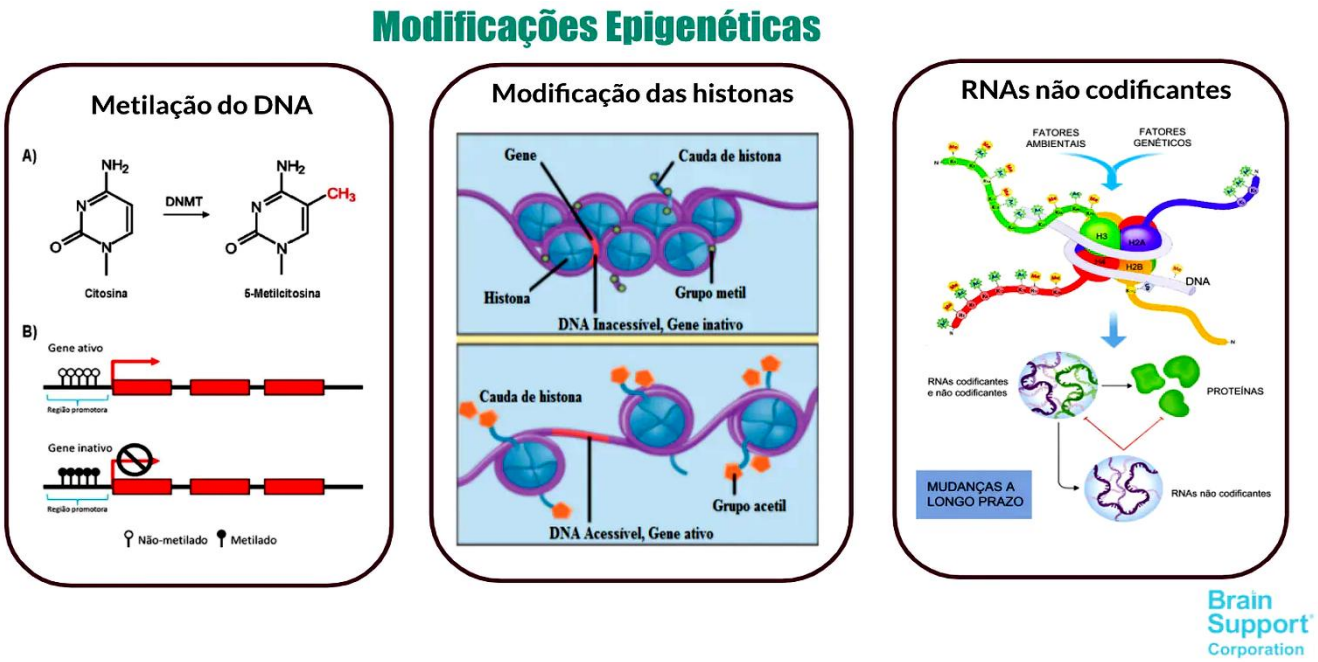
dinâmico da epigenética. Embora possuam o mesmo genoma, gêmeos idênticos podem desenvolver diferenças significativas em características físicas e suscetibilidade a doenças ao longo da vida. Estudos mostraram que, com o envelhecimento e a exposição a fatores distintos, como alimentação, estresse e hábitos de vida, surgem diferenças acumuladas nas marcas epigenéticas. Em casos clínicos, observou-se que apenas um dos gêmeos desenvolvia certas doenças, como síndrome de Kallmann, lúpus, Alzheimer ou câncer, enquanto o outro permanecia saudável. Isso demonstra que a variação fenotípica pode surgir não de mutações genéticas, mas de alterações epigenéticas que modulam a atividade de genes específicos (Francis, 2014).

Por fim, o estudo do câncer tem revelado a importância da epigenética na origem e na progressão de tumores. Em muitas células cancerígenas, não se encontram mutações genéticas que justifiquem o comportamento maligno, mas sim padrões anormais de metilação: regiões que deveriam estar silenciadas tornam-se ativas, e vice-versa. Essa desmetilação global pode ativar oncogenes e inativar genes supressores de tumor, levando à proliferação descontrolada das células. O caráter reversível dessas alterações abre novas perspectivas terapêuticas, já que fármacos capazes de restaurar o padrão normal de metilação têm se mostrado promissores no tratamento de diversos tipos de câncer (Francis, 2014).

Essa perspectiva exige uma revisão crítica do ensino de evolução, que ainda prioriza a dicotomia entre Lamarck e Darwin. Conforme destacam Almeida e Falcão (2010), 65% dos livros didáticos brasileiros usam o exemplo da girafa para contrastar as teorias, apesar de sua imprecisão histórica.

Os principais mecanismos epigenéticos, como a metilação do DNA, a modificação de histonas e a ação de RNAs não codificantes, atuam de forma integrada na regulação da expressão gênica, conforme ilustrado na Figura 1 (BrainLatam, 2023)

Figura 1 – Representação dos principais mecanismos epigenéticos envolvidos na regulação da expressão gênica, incluindo metilação do DNA, modificação de histonas e ação de RNAs não codificantes




**Fonte: Adaptado de Brain Latam (2023).**

## 3.2 O ensino de evolução

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) é um documento normativo, previsto na Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB), que serve de referência para o desenvolvimento dos currículos da Educação Básica em todo o país. O documento define as aprendizagens essenciais que todos os estudantes brasileiros devem adquirir, estabelecendo um núcleo comum de conhecimentos, competências e habilidades, com o intuito de promover uma formação equitativa e de qualidade, sendo de cumprimento obrigatório pelas instituições de ensino.

A BNCC é apresentada como uma possibilidade de superar a fragmentação curricular, ao estabelecer aprendizagens essenciais comuns para a Educação Básica. Sua intenção declarada é padronizar conteúdos e competências, de modo a garantir o acesso universal a uma educação de qualidade. Entretanto, esse documento tem sido alvo de críticas, sobretudo quando se observa a forma como determinados conteúdos são selecionados,

organizados e abordados no currículo escolar.

No caso da evolução biológica, observa-se que tanto a BNCC quanto muitos livros didáticos tendem a enfatizar predominantemente as contribuições de Darwin, relegando as ideias de Lamarck a uma posição secundária ou, muitas vezes, apresentando-as de forma simplificada e distorcida. Essa perspectiva reduz a complexidade do debate evolutivo, limita a compreensão histórica da construção do conhecimento científico e dificulta o desenvolvimento do pensamento crítico dos estudantes. Assim, torna-se necessário repensar e aprimorar os conteúdos e os métodos de ensino, incorporando uma visão mais abrangente, histórica e contextualizada das diferentes teorias evolutivas.

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) contempla habilidades relacionadas ao ensino de evolução tanto nos anos finais do Ensino Fundamental quanto no Ensino Médio. No Ensino Médio, destacam-se habilidades como a EM13CNT201[5], que se refere à análise e à discussão de modelos, teorias e leis propostos em diferentes épocas e culturas, a fim de comparar distintas explicações sobre o surgimento e a evolução da vida, da Terra e do Universo com as teorias científicas aceitas atualmente, e a EM13CNT208, que trata da aplicação dos princípios da evolução biológica para analisar a história humana, considerando sua origem, diversificação, dispersão pelo planeta e diferentes formas de interação com a natureza, valorizando e respeitando a diversidade étnica e cultural humana (BRASIL, 2018). No entanto, análises críticas apontam que essa abordagem, embora possa ser bem-intencionada, reproduz limitações significativas.

Silva (2018) problematiza a BNCC e a reforma do Ensino Médio ao apontar limites presentes no discurso curricular e na organização das aprendizagens. No campo específico do ensino de evolução, esta pesquisa compreende que se pode criar espaço para ampliar discussões contemporâneas, como a epigenética, especialmente no que se refere à relação entre ambiente, hereditariedade e expressão gênica.

[5] Os códigos das habilidades da BNCC indicam a etapa de ensino, o ano ou série, a área/componente curricular e o número da habilidade. Nos códigos do Ensino Médio, como EM13CNT201, “EM” refere-se ao Ensino Médio; “13”, ao conjunto das três séries dessa etapa; “CNT”, à área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias; e “201”, à competência específica 2, habilidade 01. Nos códigos dos anos finais do Ensino Fundamental, como EF09CI10, “EF” refere-se ao Ensino Fundamental; “09”, ao 9º ano; “CI”, ao componente curricular Ciências; e “10”, ao número da habilidade.

Segundo Tidon e Lewontin (2004), 60% dos professores do Ensino Médio de Brasília têm dificuldades em ensinar a teoria da evolução. O ensino da teoria da evolução enfrenta diversos desafios no Brasil. Segundo Pereira (2009 *apud* Santos; Pugliese; Santos, 2019, p. 03), os professores teriam dificuldade, por exemplo, em relacionar os conceitos de “gene”, “variabilidade populacional”, “genética de populações”, “relações ecológicas”, “tempo geológico” e “processos de especiação”.

A dificuldade dos professores em estabelecer relações entre conceitos fundamentais revela a importância de desenvolver uma rede conceitual articulada no ensino da teoria da evolução. Uma rede conceitual consiste na organização lógica e interconectada de ideias, na qual cada conceito não é tratado de forma isolada, mas em relação com outros que o sustentam ou são por ele sustentados (Moreira, 2006). Dessa forma, ao trabalhar conceitos como “gene”, “variabilidade populacional”, “genética de populações”, “relações ecológicas”, “tempo geológico” e “processos de especiação”, espera-se que os alunos compreendam como esses elementos interagem para dar suporte à teoria da evolução.

Essa abordagem é fundamental, pois a teoria da evolução não se baseia apenas em fatos isolados, mas em uma estrutura explicativa ampla e integrada, que envolve desde processos moleculares — como mutações genéticas e expressão gênica, temas também explorados na epigenética, como a metilação do DNA e as modificações das histonas — até dinâmicas ecológicas e mudanças em longas escalas de tempo. Assim, sem a construção de uma rede conceitual sólida, há o risco de que a teoria seja mal compreendida, fragmentada ou até rejeitada por falta de entendimento de seus mecanismos básicos.

Portanto, investir no fortalecimento dessa rede conceitual no Ensino Médio é essencial para promover uma aprendizagem significativa e crítica da Biologia evolutiva, capacitando os estudantes a compreenderem a vida como um processo histórico e dinâmico, profundamente conectado a múltiplos níveis de explicação científica.

Para superar essas limitações, sugere-se a proposição de um material pedagógico voltado ao ensino de evolução, com possibilidade de uso tanto nos anos finais do Ensino Fundamental quanto no Ensino Médio. Esse material busca suprir lacunas da BNCC e apoiar os professores, integrando teoria e

prática por meio de atividades que articulam habilidades como EF09CI10 e EF09CI11, referentes aos anos finais do Ensino Fundamental, bem como habilidades do Ensino Médio, como EM13CNT201 e EM13CNT208, com discussões sobre epigenética e história da ciência. Por exemplo, atividades poderiam comparar os quatro princípios de Lamarck (Noguera-Solano *et al*., 2021) com trechos de *A origem das espécies* nos quais Darwin menciona a herança de caracteres adquiridos (Krizek, 2024). Além disso, a abordagem mais atualizada das teorias evolucionistas pode contemplar casos reais de epigenética, como a transmissão transgeracional de traumas em humanos ou a adaptação de plantas ao estresse ambiental, ilustrando a interação gene-ambiente (Carey, 2012). A promoção de debates sobre questões como “Como a epigenética resgata Lamarck?” ou “Como a seleção natural e a herança epigenética podem atuar juntas?” também seria fundamental para engajar os estudantes em perspectivas mais abrangentes da evolução.

Atividades que demandam maior engajamento dos estudantes parecem responder diretamente ao diagnóstico do INEP[6] (2020), que aponta a falta de preparo dos professores para abordar a evolução de forma crítica. Ao oferecer recursos atualizados e contextualizados, é possível combater visões reducionistas acerca da evolução mediante a incorporação da epigenética — tema ausente na BNCC, mas crucial para discutir a evolução no século XXI (Jablonka; Lamb, 2014). Dessa forma, conectam-se Biologia evolutiva, história da ciência e questões sociocientíficas, como os impactos ambientais na herança epigenética.

A teoria curricular de César Coll, como discutido por Moreira (1997), enfatiza a importância de um currículo que funcione como elo entre a teoria educativa e a prática pedagógica. Coll propõe que o currículo deve ser entendido como um projeto que orienta as atividades educativas, traduzindo princípios gerais em normas de ação úteis e eficazes. Essa perspectiva é particularmente relevante para o ensino de evolução biológica, no qual a complexidade das teorias de Lamarck e Darwin, bem como as recentes descobertas da epigenética,

[6] **A afirmação** não se refere a um único relatório intitulado “diagnóstico”, mas a uma análise conjunta e interpretativa dos dados públicos disponibilizados pelo INEP. Os resultados do Saeb 2019, divulgados em 2020, e os microdados de edições anteriores do Enade para licenciaturas em Ciências Biológicas, em conjunto, evidenciam lacunas na abordagem de temas complexos, como a evolução, tanto na formação docente quanto na proficiência discente, o que sustenta a conclusão sobre a falta de preparo para um ensino mais crítico do tema.

exige uma abordagem curricular que vá além da mera transmissão de conteúdo. A proposta de Coll sugere que o currículo deve ser flexível o suficiente para permitir adaptações às necessidades individuais dos estudantes, o que é essencial para abordar temas complexos como a evolução, que demandam uma compreensão profunda e contextualizada.

A Base Nacional Comum Curricular (2018), embora inclua habilidades relacionadas à evolução biológica, ainda enfrenta desafios significativos na implementação de um currículo que promova uma compreensão crítica e contextualizada das teorias evolutivas. Moreira (1997) destaca que a teoria de Coll, ao priorizar a adaptação do currículo às características individuais dos estudantes, pode contribuir para uma abordagem mais dinâmica e flexível do ensino. No entanto, é essencial que essa adaptação não se limite aos processos cognitivos, mas também incorpore questões sociais e políticas, como o impacto da epigenética na compreensão da herança e da evolução. A BNCC, ao adotar uma abordagem mais integrada e crítica, poderia superar as limitações atuais e promover um ensino de evolução que dialogue com as complexidades do mundo contemporâneo.

# 4 METODOLOGIA

Este capítulo apresenta a perspectiva teórico-metodológica que orienta a construção desta pesquisa. Também define sujeitos e locais de realização do estudo e, ainda, procedimentos para a coleta e análise dos dados.

## 4.1 Perspectiva teórico-metodológica

Optou-se por uma abordagem qualitativa por entender que o objeto de estudo — analisar as concepções dos estudantes sobre a evolução biológica para a elaboração de um caderno de atividades pedagógicas que articule os conceitos de Lamarck, Darwin e epigenética — exige uma investigação que vá além da quantificação de dados.

A pesquisa qualitativa permite explorar os significados atribuídos pelos sujeitos, considerando suas experiências, seus contextos escolares e suas formas de pensamento. Segundo Robert K. Yin (2016), essa abordagem busca compreender fenômenos em seus contextos naturais, valorizando a perspectiva dos participantes e as nuances presentes em suas respostas. Ao mesmo tempo, a escolha metodológica está em consonância com uma das etapas desta pesquisa, que consiste em captar percepções e interpretações sobre um tema complexo e frequentemente mal compreendido no ambiente escolar, como a teoria evolucionista.

A pesquisa qualitativa caracteriza-se por sua abordagem ampla e flexível, sendo especialmente relevante em diversas áreas do conhecimento. Em vez de uma definição única, ela é mais bem compreendida por meio de cinco características principais, tal como propõe Yin (2016): (1) busca compreender o significado da vida das pessoas em seus contextos reais; (2) valoriza as perspectivas dos participantes da pesquisa; (3) considera as condições sociais, institucionais e ambientais em que os fenômenos ocorrem; (4) contribui para a compreensão e a formulação de conceitos capazes de explicar comportamentos e processos sociais; e (5) utiliza múltiplas fontes de evidência, como entrevistas, observações, documentos e artefatos, promovendo a triangulação dos dados para garantir maior credibilidade e profundidade à análise. Assim, a pesquisa qualitativa vai além da simples descrição dos acontecimentos, visando

compreender e interpretar a complexidade das experiências humanas (YIN, 2016).

Para Lüdke e André (1986), a abordagem qualitativa permite uma análise rica e contextualizada dos fenômenos educacionais, valorizando os significados atribuídos pelos sujeitos envolvidos.

Quanto à abordagem, esta investigação caracteriza-se como uma pesquisa qualitativa, uma vez que busca compreender concepções, interpretações e percepções dos sujeitos envolvidos no contexto educacional. Quanto à natureza, trata-se de uma pesquisa aplicada, pois tem como finalidade a elaboração de um produto educacional voltado ao ensino de evolução biológica nos anos finais do Ensino Fundamental e no Ensino Médio, com ênfase neste último segmento.

Embora o produto educacional tenha sido elaborado com possibilidade de utilização nos anos finais do Ensino Fundamental e no Ensino Médio, a etapa empírica realizada com estudantes concentrou-se no Ensino Médio, razão pela qual, em determinados momentos da análise, esse segmento aparece com maior destaque.

Quanto aos objetivos, a pesquisa apresenta caráter exploratório e descritivo. É exploratória porque busca levantar e compreender as concepções prévias dos estudantes sobre evolução, Lamarck, Darwin e epigenética, tema ainda pouco discutido no contexto escolar. Também é descritiva porque procura registrar, organizar e analisar as percepções dos estudantes e das professoras participantes, especialmente no que se refere às possibilidades pedagógicas do caderno de atividades.

Quanto aos procedimentos, a investigação configura-se como pesquisa de campo, pois envolve a coleta de dados junto a estudantes e professoras da Educação Básica, por meio de questionário e grupo focal. O questionário aplicado aos estudantes assumiu função exploratória, ao permitir o mapeamento inicial de suas concepções sobre evolução biológica e epigenética. Já o grupo focal com professoras assumiu função descritiva e avaliativa, pois possibilitou analisar a percepção docente sobre a clareza, a aplicabilidade, a organização e o potencial pedagógico do produto educacional. A participação dos sujeitos ocorreu por meio da produção de dados e da validação pedagógica do material elaborado.

A perspectiva teórica adotada, construída em diálogo com os autores mobilizados, articula-se ao processo de coleta de dados, definido em seção posterior, que ajuda, de um lado, a problematizar as concepções dos estudantes do Ensino Médio sobre evolução e, de outro, a apontar possibilidades pedagógicas para abordagens mais complexas a partir da elaboração e da análise de um caderno de atividades.

## 4.2 Lugar e Sujeitos da pesquisa

Com o intuito de contemplar diferentes realidades educacionais, a pesquisa foi realizada em duas instituições de ensino da cidade do Rio de Janeiro: uma escola pública e uma escola privada. A seleção de instituições de naturezas distintas não teve como finalidade estabelecer uma análise comparativa entre os contextos, mas ampliar a amostragem e a diversidade dos dados coletados.

A escola privada participante foi o Centro Cultural Pedro II (CCPII), localizado na Estrada Carvalho Ramos, 1050, bairro Inhoaíba, Rio de Janeiro – RJ. A instituição oferece educação desde o maternal até o Ensino Médio e conta com oito salas de aula, utilizadas pelos anos finais do Ensino Fundamental e pelo Ensino Médio. A aplicação do questionário ocorreu em uma turma do terceiro ano do Ensino Médio, com 22 alunos. O instrumento foi disponibilizado por meio do Google Forms, e os alunos utilizaram seus próprios aparelhos celulares para respondê-lo durante um período de 30 minutos.

A escola pública foi o Colégio Estadual Ramiz Galvão, pertencente à Regional Metropolitana IV, situado na Praça Ricardo Gonçalves, 46, bairro de Realengo, Rio de Janeiro – RJ. A escola conta com sete salas de aula e capacidade total para 203 alunos. Funciona em regime compartilhado com a Prefeitura do Rio de Janeiro no turno diurno, sendo o turno noturno dedicado exclusivamente ao Ensino Médio. A instituição atende prioritariamente alunos com idade igual ou superior a 16 anos. Ao todo, 66 estudantes dos três anos do Ensino Médio responderam ao questionário.

Os sujeitos da pesquisa foram os estudantes do Ensino Médio das duas escolas mencionadas, que responderam ao instrumento de coleta de dados desenvolvido para mapear suas concepções sobre evolução biológica. O

instrumento utilizado foi um questionário composto por situações-problema, nas quais se esperava que os alunos mobilizassem seus conhecimentos prévios e suas perspectivas para explicá-las.

Além dos estudantes, participaram da pesquisa quatro professoras de Biologia atuantes na Educação Básica, todas do gênero feminino, com idades distribuídas entre 30 e 49 anos. No que se refere à formação inicial, todas possuem licenciatura na área de Ciências Biológicas, sendo que a maioria apresenta formação em nível de pós-graduação *stricto sensu* — mestrado —, enquanto uma possui apenas graduação como nível mais alto de formação.

Em relação ao tempo de atuação docente, observou-se uma divisão entre profissionais com até 10 anos de experiência e aquelas com mais de 10 anos de atuação, indicando a presença de diferentes níveis de vivência na prática pedagógica. Quanto ao nível de ensino em que atuam, duas professoras lecionam no Ensino Médio, enquanto as outras duas atuam nos anos finais do Ensino Fundamental. No que diz respeito ao tipo de instituição, a maioria trabalha na rede pública, enquanto apenas uma atua na rede privada.

No âmbito da prática pedagógica, todas as participantes relataram trabalhar conteúdos relacionados à evolução biológica em suas aulas, ainda que com diferentes frequências. Por outro lado, a epigenética mostrou-se um tema menos consolidado, sendo abordada de forma limitada ou pouco frequente pelas docentes, o que reforça a relevância da proposta investigativa desta pesquisa.

Essas docentes integraram um grupo focal com o objetivo de analisar a pertinência do caderno de atividades, produto educacional desta dissertação, e oferecer contribuições para sua adequação e aplicabilidade pedagógica.

## 4.3 Procedimentos de Coleta de Dados

A coleta de dados foi realizada por meio de dois instrumentos, possibilitando a triangulação metodológica, entendida como o uso de múltiplas fontes de evidência para conferir maior validade e profundidade à análise dos resultados.

O primeiro instrumento consistiu em um questionário aplicado a estudantes do Ensino Médio, com o objetivo de mapear suas concepções prévias

sobre evolução biológica. O questionário foi composto por cinco questões de múltipla escolha, elaboradas a partir de situações-problema que envolvem temas clássicos e contemporâneos da teoria evolutiva, como seleção natural, herança de características adquiridas e epigenética. As alternativas foram construídas de modo a identificar tendências de pensamento alinhadas às teorias de Lamarck, Darwin ou a interpretações equivocadas recorrentes no contexto escolar. O questionário completo encontra-se no Apêndice A.

O segundo instrumento foi a realização de um grupo focal com professoras de Biologia e de Ciências da Educação Básica, com o objetivo de avaliar o material didático-pedagógico desenvolvido: um caderno de atividades que articula os conceitos de Lamarck, Darwin e epigenética.

O grupo focal foi conduzido de forma remota pelo Google Meet, com início às 18h30 do dia 20 de março de 2026 e duração aproximada de 100 minutos. Foi mediado pelo pesquisador, que conduziu a discussão com o apoio de um roteiro previamente elaborado e organizado em três eixos principais: (1) ensino de evolução biológica; (2) epigenética no ensino; e (3) avaliação do material didático. Esse roteiro, encaminhado previamente às professoras, encontra-se no Apêndice B.

Inicialmente, foi realizada uma breve apresentação da pesquisa, seguida da explicação dos objetivos do encontro e da dinâmica do grupo focal. Em seguida, foram propostas questões disparadoras que estimularam a discussão coletiva entre as participantes. Para isso, cada professora pôde se apresentar, criando um ambiente mais próximo para o debate que se realizaria.

No primeiro eixo, buscou-se compreender como os conteúdos relacionados à evolução são abordados em sala de aula, bem como as principais dificuldades enfrentadas pelos estudantes e as estratégias didáticas utilizadas pelas professoras.

No segundo eixo, foram discutidas as percepções das docentes sobre a epigenética no ensino de Biologia, suas possibilidades de abordagem e os desafios associados à inserção desse tema no contexto escolar.

No terceiro eixo, foi realizada a apresentação do caderno de atividades, seguida da análise coletiva do material, considerando aspectos como organização, clareza, linguagem, pertinência das atividades, aplicabilidade em sala de aula e sugestões de melhorias.

Todo o encontro foi registrado por gravação audiovisual, por meio de ferramenta disponibilizada pela plataforma Google Meet, mediante consentimento prévio, possibilitando posterior transcrição e análise. Esse tipo de registro favorece a coleta de dados, considerando que todo o material pode ser revisitado, de modo a permitir sucessivas leituras que conduzam à definição de categorias ou eixos analíticos.

A escolha do grupo focal como instrumento metodológico justifica-se por sua capacidade de promover discussões ricas e interativas, permitindo acessar percepções, experiências e interpretações dos participantes de forma aprofundada. Conforme Gatti (2005 *apud* Abreu, 2023), o grupo focal consiste em uma técnica qualitativa baseada na interação entre sujeitos, na qual a produção de dados ocorre a partir do diálogo e da construção coletiva de significados. Considera-se que essa escolha foi adequada, uma vez que as professoras participantes receberam, com certa antecedência, o caderno do produto educacional desenvolvido no âmbito da pesquisa e, ainda, o roteiro que orientaria a discussão no grupo focal.

## 4.4 Procedimentos de Análise de Dados

Os dados obtidos foram submetidos a um processo analítico, conforme as orientações de Yin (2016) e Lüdke e André (1986). Esse processo compreendeu as seguintes etapas:

- **Pré-análise:** Leitura flutuante dos dados para familiarização e identificação inicial dos temas emergentes.
- **Exploração do material:** Codificação dos dados em categorias temáticas, alinhadas aos objetivos da pesquisa e fundamentadas na revisão da literatura.
- **Interpretação:** Síntese dos dados, estabelecendo relações entre as categorias identificadas e os referenciais teóricos, de modo a responder aos objetivos propostos.

Inicialmente, realizou-se uma leitura flutuante das respostas dos estudantes e escutas sucessivas do registro audiovisual do grupo focal, com o objetivo de identificar respostas e temas recorrentes. Essas escutas,

particularmente as relativas às gravações do grupo focal, auxiliaram na seleção de trechos relevantes a serem transcritos. As análises do grupo focal são apresentadas no capítulo 6 e, vale destacar, foram usados nomes fictícios para garantir o anonimato das professoras que participaram do estudo.

Na etapa de exploração, os dados obtidos no grupo focal foram organizados em categorias temáticas, construídas a partir dos eixos do roteiro do grupo focal e dos objetivos da pesquisa, tais como: ensino de evolução, epigenética no ensino e avaliação do material didático. Essas categorias revelam tendências sobre o ensino de evolução e, em especial, sobre a avaliação do produto educacional apresentado. Já as respostas dos questionários dos alunos também puderam ser organizadas de modo a identificar tendências de pensamento sobre a evolução.

Por fim, na etapa de interpretação, buscou-se articular os dados empíricos aos referenciais teóricos da área, permitindo compreender as concepções dos sujeitos e avaliar as potencialidades do material pedagógico proposto. Essa etapa é sistematizada nos capítulos que apresentam os resultados e as análises dos dados.

## 4.5 Aspectos Éticos

Todos os procedimentos da pesquisa foram conduzidos em conformidade com as normas éticas vigentes. Foram garantidos o sigilo e a confidencialidade dos dados, e os participantes foram informados sobre os objetivos da pesquisa por meio de termos de consentimento livre e esclarecido, disponíveis no Apêndice C. O projeto foi submetido à aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa da instituição, atendendo à Resolução do Conselho Nacional de Saúde, e o documento de aprovação encontra-se no Anexo A.

# 5 O QUE OS ALUNOS SABEM SOBRE EVOLUÇÃO

Este capítulo tem como objetivo analisar qualitativamente as respostas do questionário aplicado a alunos do Ensino Médio, destacando como as interpretações dos estudantes podem reforçar a hipótese de que o ensino tradicional tende a desvalorizar Lamarck, embora suas ideias encontrem ressonância nos conceitos contemporâneos da epigenética.

A aplicação do questionário, composto por perguntas de múltipla escolha, teve como objetivo identificar as concepções dos estudantes do Ensino Médio sobre a teoria da evolução, buscando compreender em que medida as ideias de Lamarck ainda são reconhecidas ou descartadas. Esses aspectos ajudam a compreender como a epigenética pode reaproximar essas ideias da ciência contemporânea. Participaram da pesquisa 88 alunos, conforme mencionado no capítulo 2, e os resultados obtidos são apresentados a seguir.

## 5.1 Sobre o pescoço das girafas

**Pergunta:** Como você explicaria o aumento no número de girafas com pescoços longos?

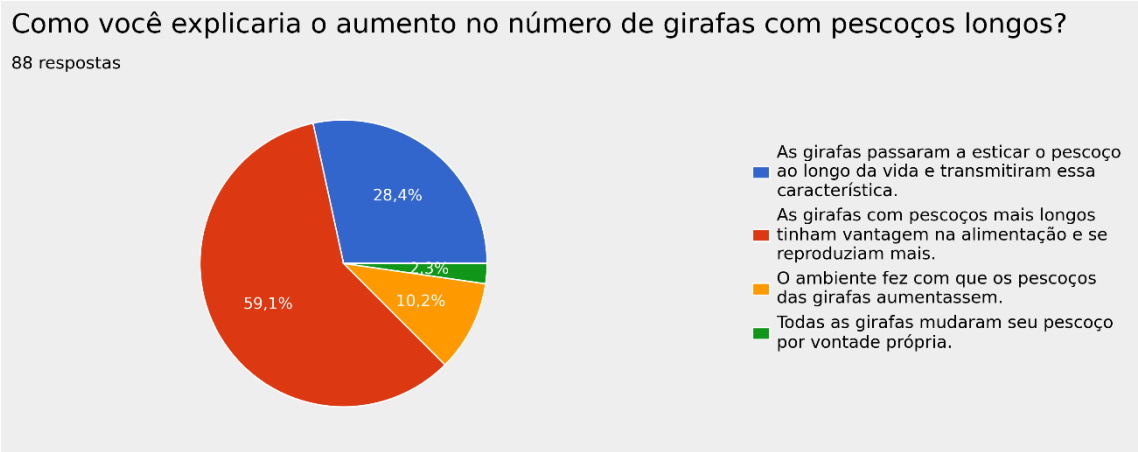
A primeira questão buscava identificar como os estudantes explicam o aumento no número de girafas com pescoços longos. Dos 88 participantes, 52 marcaram a alternativa (B), que apresenta a explicação darwinista baseada na seleção natural. Outros 25 escolheram a alternativa (A), que representa a explicação lamarckista, baseada no uso e na herança. Nove alunos indicaram a alternativa (C), que sugere a influência direta do ambiente, e 2 assinalaram a alternativa (D), relacionada à mudança por vontade própria.

Os resultados revelam que, embora a maioria dos estudantes tenha recorrido à explicação darwinista, há uma presença significativa de concepções lamarckistas e ambientais, o que demonstra que as ideias sobre evolução circulam de maneira plural no imaginário escolar. Essa distribuição de respostas pode indicar que os alunos reproduzem conteúdos canonicamente ensinados e, espera-se, aprendidos sobre evolução. O instrumento de coleta não permite afirmar com segurança se os alunos buscam reinterpretar as teorias à luz de

compreensões próprias sobre adaptação e mudança biológica.

Desse modo, mais do que confirmar a predominância de uma única visão, os dados apontam para a coexistência de diferentes modelos explicativos, o que reforça a necessidade de abordagens didáticas que contextualizem historicamente Lamarck e Darwin, valorizando o diálogo entre suas concepções e as atuais discussões sobre epigenética e herança ambiental.

Gráfico 1: Explicação dos estudantes sobre o aumento  no pescoço das girafas




Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

## 5.2 Herança de experiências vividas

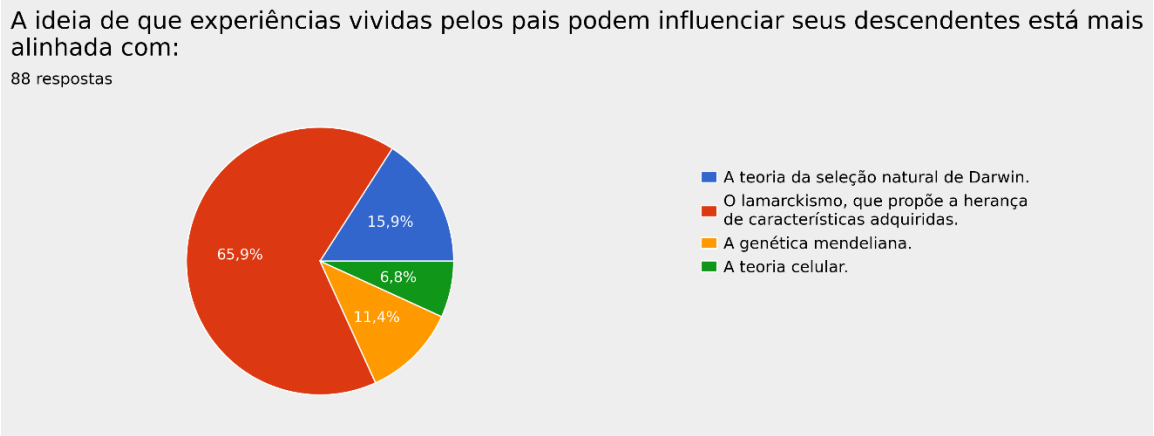
**Pergunta:** A ideia de que experiências vividas pelos pais podem influenciar seus descendentes está mais alinhada com:

Na segunda questão, que tratava da associação entre a herança de experiências e uma teoria evolutiva, 58 estudantes marcaram a alternativa (B), alinhando essa ideia ao lamarckismo. Outros 14 assinalaram a alternativa (A), associando-a à teoria de Darwin. Dez alunos marcaram a alternativa (C), relacionando-a à genética mendeliana, enquanto 6 optaram pela alternativa (D), vinculando-a à teoria celular.

Os resultados indicam que, embora a explicação darwinista ainda seja predominante no ensino, muitos estudantes associam, de algum modo, a herança de experiências a mecanismos lamarckistas. Esse resultado não deve ser interpretado como erro conceitual, mas como expressão de concepções alternativas ou complementares que coexistem no entendimento estudantil sobre

hereditariedade. Tal diversidade sugere que há espaço para introduzir a epigenética como ponte explicativa entre o pensamento lamarckiano e os conhecimentos atuais, contribuindo para uma visão mais complexa da herança biológica.

Gráfico 2: Compreensão dos alunos sobre herança de experiências vividas




Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

### 5.3 Resistência bacteriana a antibióticos

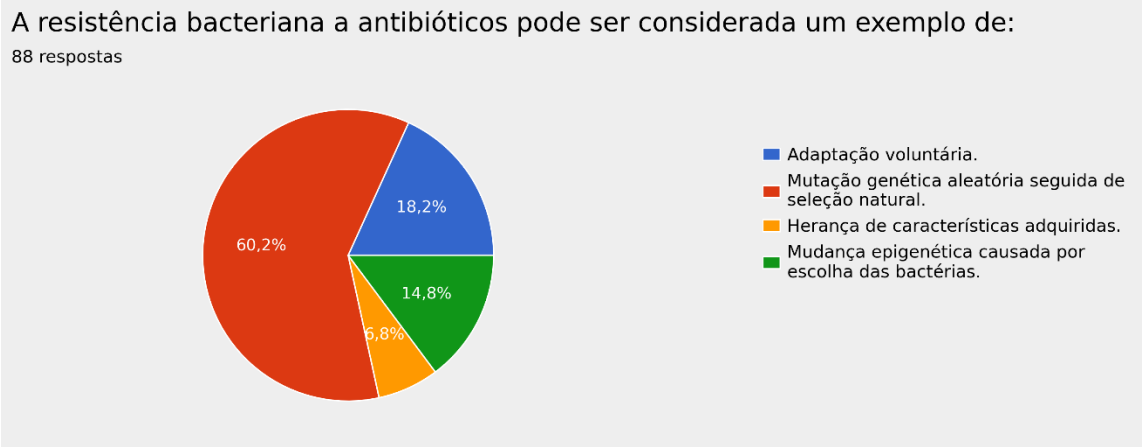
**Pergunta:** A resistência bacteriana a antibióticos pode ser considerada um exemplo de:

Na terceira pergunta, 53 alunos assinalaram a alternativa (B), que apresenta a explicação correta, baseada em mutação genética aleatória e seleção natural. Dezesseis marcaram a alternativa (A), que indica uma concepção de adaptação voluntária. Treze escolheram a alternativa (D), que associa a resistência a uma mudança epigenética causada por escolha das bactérias, e 6 optaram pela alternativa (C), que sugere herança de características adquiridas.

A diversidade de respostas, ainda que com predominância da perspectiva darwinista, evidencia que, mesmo em temas recorrentes, como a resistência bacteriana, os estudantes articulam diferentes formas de compreender a adaptação dos organismos. A predominância da resposta darwinista é esperada, mas o número expressivo de respostas lamarckistas e voluntaristas indica que o conceito de seleção natural ainda é, em parte, interpretado de modo intencional

ou teleológico. Essa constatação reforça a importância de um ensino de evolução que promova o entendimento de múltiplos mecanismos, inclusive os de regulação epigenética, e não apenas da seleção natural como explicação exclusiva.

Gráfico 3: Interpretação sobre resistência bacteriana a antibióticos




Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

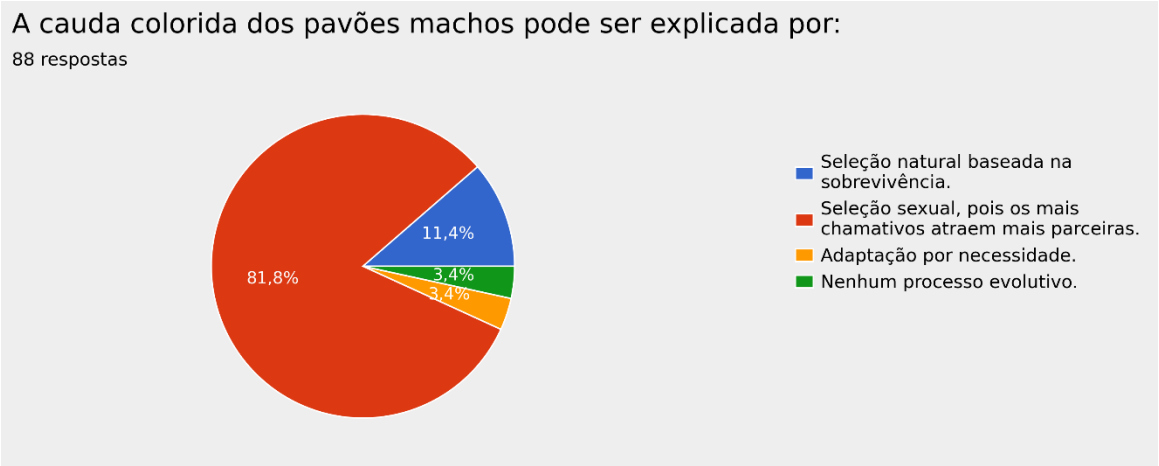
### 5.4 Cauda colorida dos pavões

**Pergunta:** A cauda colorida dos pavões machos pode ser explicada por:

Na quarta questão, 72 estudantes marcaram a alternativa (B), que aponta para a seleção sexual como explicação para a cauda colorida dos pavões machos. Dez optaram pela alternativa (A), que remete à seleção natural baseada na sobrevivência. Três marcaram a alternativa (D), indicando que nenhum processo evolutivo está envolvido, e outros três escolheram a alternativa (C), que associa o fenômeno à adaptação por necessidade.

Os resultados evidenciam um bom reconhecimento da seleção sexual como mecanismo evolutivo complementar à seleção natural. Essa compreensão indica que, quando abordados de forma contextualizada, conceitos mais específicos da teoria darwiniana são assimilados com relativa facilidade. Além disso, a presença de respostas alternativas demonstra que as noções de adaptação ainda são frequentemente associadas à necessidade ou ao propósito, o que reforça a importância de situar as explicações evolutivas em seus contextos históricos e epistemológicos.

Gráfico 4: Reconhecimento da seleção sexual nos pavões machos




Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

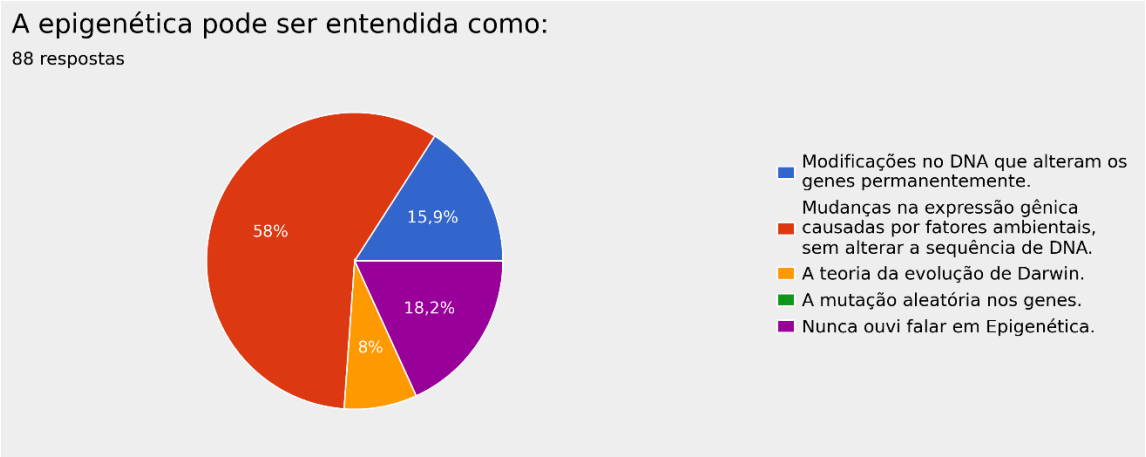
## 5.5 Conceito de epigenética

**Pergunta:** A epigenética pode ser entendida como:

Na quinta e última questão, 51 estudantes marcaram a alternativa (A), que define corretamente a epigenética como mudanças na expressão gênica causadas por fatores ambientais, sem alteração da sequência do DNA. Dezesseis alunos marcaram a alternativa (E), indicando nunca terem ouvido falar do termo. Outros 14 optaram pela alternativa (B), que trata de modificações permanentes no DNA. Sete estudantes marcaram a alternativa (C), associando a epigenética à teoria da evolução de Darwin. Nenhum participante marcou a alternativa (D), que relacionava a epigenética à mutação aleatória nos genes.

Os dados revelam um nível moderado de acerto conceitual; ao mesmo tempo, não se pode afirmar, com segurança, que esse acerto corresponda ao domínio efetivo do conceito, o que parece evidenciar sua escassa presença no currículo escolar. Esse aspecto reforça a necessidade de atualizar o ensino de Biologia, integrando conteúdos sobre regulação gênica e mecanismos epigenéticos, que permitem discutir herança e evolução de forma ampliada. A inserção da epigenética em sala de aula pode favorecer a construção de pontes entre conceitos clássicos e descobertas contemporâneas, estimulando uma leitura mais crítica e contextualizada das teorias evolutivas.

Gráfico 5: Conhecimento dos estudantes sobre epigenética




Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

A ausência do tema da epigenética nos currículos escolares pode contribuir para limitar as possibilidades de revisão de ideias clássicas, como as de Lamarck.

Os resultados indicam que, embora o ensino da evolução continue promovendo majoritariamente a perspectiva darwinista, há certa abertura dos alunos para aceitar ideias próximas às de Lamarck, especialmente quando essas ideias são formuladas em contextos modernos, como o da epigenética. A elevada aceitação da ideia de herança de características adquiridas (Q2) e as concepções observadas em questões como a da resistência bacteriana (Q3) evidenciam tanto lacunas no ensino quanto o potencial de revisitar o pensamento lamarckista de maneira crítica e atualizada.

Esses dados reforçam a hipótese central desta pesquisa: a teoria de Lamarck, longe de ser apenas um “erro histórico”, apresenta elementos que dialogam com descobertas atuais da Biologia, como a epigenética, e, por isso, merece espaço renovado nas práticas de ensino de evolução.

### 5.6 Sistematização das análises

A análise dos dados obtidos por meio do questionário evidencia uma tendência já amplamente discutida na literatura sobre o ensino de Biologia: a predominância da teoria darwinista como referência central na explicação dos fenômenos evolutivos (Bizzo, 1991; Noguera-Solano; Rodríguez-Caso; Ruiz-Gutiérrez, 2021). Essa centralidade, entretanto, convive com a presença de

concepções alternativas e intuitivas que, em muitos casos, aproximam-se de ideias associadas ao pensamento lamarckista e são frequentemente mobilizadas pelos estudantes de acordo com as situações propostas (Bizzo, 1991). Essa dinâmica evidencia que as explicações dos alunos não são fixas, mas contextuais, sendo acionadas de acordo com o tipo de problema apresentado. Para Moreira (2011, P.24).

> As conhecidas concepções alternativas, tão pesquisadas na área de ciências, geralmente são aprendizagens significativas (e, por isso, tão resistentes à mudança conceitual). Por exemplo, se uma pessoa acredita que no verão estamos mais próximos do sol e no inverno mais distantes, explicando assim as estações do ano, isso pode ser significativo para ela, embora não seja a explicação cientificamente aceita.

Embora o darwinismo continue sendo a estrutura conceitual dominante, os resultados revelam que os estudantes não pensam de forma homogênea. Ao contrário, expressam uma variedade de modos de compreender a evolução, os quais articulam elementos do uso e desuso, da herança de características adquiridas e da influência ambiental. Essas interpretações, tradicionalmente classificadas como “equivocadas”, podem ser compreendidas como tentativas de dar sentido ao fenômeno evolutivo a partir de repertórios culturais e escolares diversos e, portanto, representam oportunidades pedagógicas valiosas.

Dessa forma, os resultados indicam que uma parcela significativa dos estudantes reconhece a seleção natural como principal explicação para os fenômenos evolutivos, confirmando o predomínio do paradigma darwinista no ensino escolar. Ao mesmo tempo, observa-se que muitos alunos demonstram, ainda que implicitamente, abertura a ideias que dialogam com o lamarckismo, especialmente quando relacionam evolução à influência do ambiente ou à herança de experiências vividas. Além disso, o conceito de epigenética mostrou-se pouco conhecido entre os participantes, evidenciando lacunas na atualização curricular e na integração de conteúdos contemporâneos à Biologia escolar. Esses dados reforçam a necessidade de um ensino de evolução mais dialógico e contextualizado, capaz de apresentar a ciência como um processo histórico, dinâmico e aberto à revisão diante de novas descobertas.

Assim, os resultados não sugerem a validação de uma teoria em detrimento da outra, mas a importância de promover a compreensão das relações entre elas. A reintrodução crítica das ideias de Lamarck, articuladas aos avanços da epigenética, pode enriquecer o ensino de evolução, estimulando

uma leitura mais ampla da hereditariedade e da adaptação. Essa abordagem contribui para formar estudantes capazes de reconhecer a Biologia como um campo em permanente construção, no qual o diálogo entre tradição e inovação é fundamental.

Cabe destacar, no entanto, que o processo analítico do questionário revelou algumas limitações inerentes ao instrumento utilizado. Por se tratar de um questionário de múltipla escolha, as respostas dos estudantes tendem a restringir-se às alternativas previamente elaboradas, o que pode limitar a expressão de suas concepções de forma mais ampla e aprofundada. Em alguns casos, observou-se que determinadas alternativas poderiam ser interpretadas de maneiras distintas pelos estudantes, especialmente quando envolviam conceitos complexos, como adaptação, herança e influência do ambiente.

Além disso, a natureza fechada das questões pode induzir a escolhas baseadas no reconhecimento superficial dos conceitos, e não necessariamente em uma compreensão consolidada, o que pode gerar resultados que não refletem integralmente o pensamento dos participantes. Essa característica é particularmente relevante em temas como evolução biológica, nos quais concepções alternativas e interpretações híbridas são comuns.

Outro aspecto a ser considerado refere-se ao fato de que algumas questões envolvem distinções conceituais sutis entre perspectivas lamarckistas, darwinistas e epigenéticas, o que pode ter contribuído para respostas inconsistentes ou aparentemente contraditórias. Isso sugere que os estudantes podem mobilizar diferentes modelos explicativos simultaneamente, sem necessariamente estabelecer uma distinção clara entre eles.

Apesar dessas limitações, os dados obtidos mostraram-se relevantes para identificar tendências gerais nas concepções dos estudantes, especialmente no que se refere à presença de ideias associadas ao lamarckismo e à compreensão ainda incipiente da epigenética. Nesse sentido, os resultados contribuem para sustentar a proposta de inserção da epigenética no ensino de evolução como forma de problematizar e superar leituras simplificadas e caricaturadas das ideias lamarckistas.

# 6 CONVERSAS COM PROFESSORAS E VALIDAÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL

Neste capítulo, apresenta-se inicialmente o produto educacional desenvolvido nesta pesquisa, o caderno de atividades intitulado *Lamarck e a Epigenética: uma nova leitura para o ensino da evolução das espécies*. Em seguida, são analisados os resultados obtidos por meio do grupo focal realizado com quatro professoras de Biologia da Educação Básica, cujo objetivo foi discutir a pertinência pedagógica e as contribuições do material para o ensino de evolução biológica, com ênfase na epigenética.

As análises foram organizadas de acordo com os eixos de discussão presentes no roteiro que orientou o grupo focal: ensino de evolução, epigenética no ensino de Biologia e avaliação do produto educacional. O ensino de evolução destaca-se como um eixo que ajuda a ratificar a produção do material didático elaborado como possibilidade de ampliação do debate acerca da evolução biológica nas escolas. Para garantir o anonimato das participantes, os nomes utilizados neste capítulo são fictícios.

## 6.1 Sobre o Ensino de evolução: o que dizem as professoras

As falas das participantes evidenciam que o ensino de evolução biológica ainda apresenta desafios importantes, tanto no que se refere à profundidade conceitual quanto à forma como os conteúdos são abordados em sala de aula. As professoras destacaram que, especialmente no Ensino Fundamental, o tema é frequentemente trabalhado de maneira superficial, o que dificulta a construção de uma compreensão mais ampla dos processos evolutivos.

A professora Clara, que atua nos anos finais do Ensino Fundamental, relatou que o conteúdo de evolução costuma ser abordado principalmente no 9º ano, de forma introdutória, o que limita o aprofundamento conceitual. Segundo ela, os estudantes frequentemente associam a evolução à ideia de que “o ser humano veio do macaco”, revelando uma concepção alternativa recorrente que exige mediação constante por parte do professor.

Essa percepção foi reforçada por outras participantes, que apontaram

dificuldades relacionadas à compreensão de conceitos como adaptação, ancestralidade comum e transformação dos seres vivos ao longo do tempo. Tais dificuldades indicam que muitos estudantes ainda interpretam os processos evolutivos de forma simplificada, linear ou finalista.

No Ensino Médio, conforme destacou a professora Beatriz, o conteúdo tende a ser abordado com maior profundidade, porém com forte ênfase na seleção natural e na teoria darwinista. Segundo sua percepção, Lamarck e outros pensadores anteriores a Darwin são frequentemente tratados de modo superficial, o que pode reforçar uma visão limitada da história da ciência.

Em contraposição, a professora Marta destacou que procura trabalhar Lamarck como parte do processo histórico de construção do conhecimento científico, enfatizando que ele não deve ser apresentado apenas como alguém que “errou”, mas como um autor que contribuiu para o desenvolvimento do pensamento evolutivo. Essa fala evidencia a importância de superar abordagens que reduzem a ciência a uma sucessão de teorias vencidas e vencedoras.

Esses resultados dialogam com Almeida e Falcão (2010), ao indicarem que os livros didáticos frequentemente apresentam Lamarck de forma distorcida, enquanto Darwin é colocado como modelo de cientista. De modo complementar, Krizek (2024) destaca que o ensino do lamarckismo costuma ser marcado por simplificações, o que contribui para a manutenção de interpretações equivocadas.

As falas das professoras também revelam que o ensino de evolução é atravessado por fatores externos ao conteúdo científico, como questões religiosas e culturais. A professora Beatriz relatou que, ao abordar evolução em sala de aula, frequentemente emergem discussões relacionadas à religião, o que exige cuidado na condução do debate e na construção de um espaço de diálogo respeitoso.

Desse modo, os dados do grupo focal indicam que o ensino de evolução demanda não apenas domínio conceitual, mas também uma abordagem histórica, contextualizada e sensível às concepções prévias dos estudantes. Nesse cenário, um produto educacional mostra-se pertinente ao buscar romper com a visão dicotômica entre Lamarck e Darwin, favorecendo uma compreensão mais ampla da ciência como construção histórica e coletiva. A seguir, apresenta-se, em linhas gerais, o produto educacional desenvolvido.

## 6.2 O produto educacional: apresentação e organização

O produto educacional desenvolvido nesta pesquisa consiste em um caderno de atividades intitulado *Lamarck e a Epigenética: uma nova leitura para o ensino da evolução das espécies*, voltado para estudantes e professores do Ensino Médio. Trata-se de um material didático-pedagógico elaborado com o objetivo de contribuir para o ensino de evolução biológica, articulando conceitos clássicos e contemporâneos da Biologia, com ênfase na relação entre o pensamento de Lamarck e os avanços da epigenética.

A elaboração do caderno foi orientada por uma perspectiva que compreende a ciência como processo histórico, dinâmico e em constante construção. Nesse sentido, o material busca superar abordagens tradicionais que apresentam as teorias evolutivas de modo dicotômico, centradas na oposição entre acerto e erro. Assim, propõe-se uma releitura do pensamento lamarckiano, não como uma teoria simplesmente superada, mas como parte relevante do desenvolvimento histórico do conhecimento científico.

Do ponto de vista didático, o material foi estruturado com base em uma proposta investigativa, priorizando o protagonismo dos estudantes por meio de atividades que estimulam a reflexão, a problematização e a construção coletiva do conhecimento. Um dos recursos utilizados é a história em quadrinhos, presente na Atividade 1, que apresenta um diálogo entre Lamarck e Darwin, favorecendo a compreensão do caráter histórico e conceitual das teorias evolutivas.

O caderno é composto por seis atividades, organizadas de forma progressiva. A Atividade 1 tem como foco a comparação entre as ideias de Lamarck e Darwin, promovendo a análise de suas contribuições históricas para o pensamento evolutivo.

Na sequência, as Atividades 2 e 3 exploram a relação entre ambiente e expressão gênica por meio de situações-problema envolvendo organismos com o mesmo material genético, introduzindo gradualmente conceitos relacionados aos mecanismos epigenéticos, como metilação do DNA e modificações das histonas.

As Atividades 4 e 5 ampliam a discussão ao propor a análise de diferentes fenômenos biológicos, como resistência bacteriana e alterações fisiológicas, a

partir de distintas perspectivas evolutivas: lamarckista, darwinista e contemporânea. Essa organização incentiva os estudantes a comparar modelos explicativos e reconhecer seus limites e contribuições.

Por fim, a Atividade 6 apresenta um estudo de caso baseado na chamada Grande Fome Holandesa, permitindo aos estudantes relacionar evidências científicas reais com os conceitos trabalhados ao longo do material, especialmente no que se refere à herança epigenética e à influência do ambiente na expressão gênica.

Além das atividades destinadas aos estudantes, o material inclui orientações ao professor, com sugestões de mediação, encaminhamentos didáticos e indicações conceituais. Essas orientações têm como finalidade apoiar a condução das discussões em sala de aula e evitar interpretações equivocadas, especialmente no que diz respeito à relação entre epigenética e lamarckismo.

A organização do caderno buscou contemplar diferentes níveis de complexidade, possibilitando sua utilização em distintas realidades escolares e com diferentes perfis de turma. Dessa forma, o material pode ser aplicado integral ou parcialmente, conforme os objetivos pedagógicos, o tempo disponível e as necessidades dos estudantes, sem prejuízo de sua proposta central.

Assim, o produto educacional apresenta-se como uma proposta didática que articula História da Ciência, conceitos contemporâneos da Biologia e estratégias investigativas, contribuindo para uma abordagem mais crítica, contextualizada e significativa do ensino de evolução. O caderno de atividades encontra-se no Apêndice D.

## 6.3 O produto educacional – validando a partir da avaliação das professoras

De modo geral, o produto educacional foi avaliado de forma positiva pelas participantes, sendo reconhecido como um recurso relevante para o ensino de evolução biológica. Para aprofundar essa análise, as contribuições das professoras foram organizadas em seis dimensões: ensino de epigenética, linguagem, diversidade das atividades, apresentação e forma, orientações para os professores e sugestões de aprimoramento.

### 6.3.1 Sobre a epigenética

A análise das falas das participantes revela que a epigenética ainda é um tema pouco explorado no contexto da Educação Básica, sendo, em muitos casos, desconhecido ou abordado de forma limitada pelos docentes. As professoras destacaram que o tema não aparece de maneira explícita nos documentos curriculares e é pouco explorado nos livros didáticos, o que contribui para certa insegurança docente.

Essa percepção foi explicitada pelas participantes ao relatarem que, em sua formação inicial e em sua prática pedagógica, a epigenética não foi abordada de maneira sistemática. A professora Rosa afirmou que, ao entrar em contato com o material, precisou buscar informações adicionais para compreender melhor alguns conceitos, destacando que há termos que "*a gente não trabalha em sala de aula*". Essa fala evidencia a distância entre determinados conhecimentos científicos contemporâneos e sua incorporação ao ensino básico.

De forma semelhante, as participantes indicaram que, quando a epigenética aparece nos materiais escolares, costuma estar diluída em conteúdos mais amplos de genética ou biotecnologia, sem aprofundamento suficiente. A professora Beatriz relatou que o livro didático utilizado por ela apresenta pouca informação sobre o tema, o que a levou a produzir resumos e materiais complementares para seus alunos.

Esse cenário evidencia o descompasso entre a produção científica contemporânea e sua inserção no ensino escolar, especialmente em áreas emergentes da Biologia. Apesar disso, após o contato com o caderno de atividades, as professoras reconheceram o potencial da epigenética como elemento enriquecedor para o ensino de evolução, sobretudo por possibilitar a discussão da relação entre ambiente e expressão gênica.

A professora Marta destacou que o material contribui para "desvendar" o tema da epigenética ao associá-lo, de forma crítica, ao pensamento de Lamarck. Para ela, o caderno pode auxiliar o professor a introduzir um conteúdo pouco trabalhado e, ao mesmo tempo, favorecer uma leitura menos simplificada das teorias evolutivas.

A professora Clara, por sua vez, mencionou o caso da atriz Angelina Jolie

e sua predisposição genética ao câncer de mama como exemplo que poderia aproximar os estudantes da discussão sobre expressão gênica, ambiente, prevenção e saúde. Esse tipo de associação revela a importância de trabalhar a epigenética por meio de situações concretas e socialmente reconhecíveis, capazes de aproximar o conhecimento científico da realidade dos alunos.

Entretanto, a aproximação entre epigenética e ideias associadas ao lamarckismo exige cautela. Segundo Noguera-Solano *et al*. (2021), o pensamento de Lamarck é frequentemente reduzido à herança dos caracteres adquiridos, o que constitui uma distorção significativa de sua teoria.

Essa preocupação também emergiu nas falas das participantes, especialmente em relação à possibilidade de os alunos interpretarem a epigenética como uma confirmação direta do lamarckismo. As professoras ressaltaram que o professor precisa mediar cuidadosamente essas relações, evitando simplificações conceituais e anacronismos.

Nesse sentido, a epigenética não deve ser compreendida como uma "validação do lamarckismo", mas como uma ciência contemporânea que amplia a compreensão dos processos de herança e evolução. Jablonka e Lamb (2014) propõem que a evolução não se restringe à herança genética, incluindo também sistemas de herança epigenética, nos quais modificações na expressão gênica podem ser transmitidas entre gerações.

Além disso, é possível estabelecer uma aproximação conceitual com modelos históricos de herança. Conforme aponta Bizzo (2008), a teoria da pangênese[7], proposta por Darwin, considerava que fatores ambientais poderiam influenciar as partículas hereditárias, configurando um modelo de herança sensível às condições do meio.

Nesse contexto, as professoras reconheceram que o material pode contribuir para a construção de uma compreensão mais integrada dos processos biológicos, ao articular conceitos históricos e contemporâneos. No entanto, reforçaram que essa articulação deve ser acompanhada de orientações claras ao professor, a fim de garantir o rigor conceitual necessário à compreensão dos

[7] **Teoria da pangênese:** proposta por Charles Darwin no século XIX, segundo a qual todas as partes do corpo liberariam pequenas partículas hereditárias, chamadas "gêmulas", que circulariam pelo organismo e se concentrariam nos órgãos reprodutivos. Essas gêmulas carregariam informações sobre as características do corpo e poderiam ser modificadas por influências ambientais, sendo posteriormente transmitidas à descendência (BIZZO, 2008).

processos biológicos.

### 6.3.2 Linguagem

No que se refere à linguagem, as participantes avaliaram que o caderno apresenta uma proposta acessível e pertinente ao Ensino Médio. No entanto, também apontaram que alguns termos técnicos, especialmente aqueles relacionados à epigenética, podem exigir maior mediação docente.

A professora Rosa destacou que se sentiu desafiada por expressões como “mecanismos epigenéticos”, relatando que precisou pesquisar para compreender melhor termos como metilação e modificações de histonas. Essa observação não foi apresentada como uma crítica negativa ao material, mas como uma indicação da necessidade de oferecer apoio conceitual ao professor e ao estudante.

Nesse sentido, as participantes sugeriram que determinados conceitos fossem acompanhados de breves explicações, glossário ou recursos complementares. Essa indicação reforça a importância de equilibrar rigor científico e acessibilidade da linguagem, sobretudo em temas ainda pouco presentes na Educação Básica.

### 6.3.3 Diversidade das atividades

A diversidade das atividades foi um dos aspectos mais valorizados pelas participantes. As professoras destacaram que o caderno contempla diferentes níveis de complexidade, o que permite ao docente selecionar as propostas mais adequadas ao perfil da turma, ao tempo disponível e aos objetivos da aula.

A professora Rosa afirmou que o material oferece uma “*cartela de opções*”, o que foi compreendido como ponto positivo, pois possibilita trabalhar com turmas em diferentes níveis de aprendizagem. A professora Marta concordou com essa avaliação, destacando que há atividades mais simples e outras mais complexas, o que favorece a utilização do material em contextos variados.

A professora Clara relatou que, ao aplicar a Atividade 1, percebeu que os estudantes inicialmente tiveram dificuldade em fundamentar suas respostas,

mas, após a apresentação dos conceitos, conseguiram compreender melhor o papel de Lamarck na construção do pensamento evolutivo. Esse relato evidencia o potencial do material para promover aprendizagem progressiva, desde que acompanhado de mediação adequada. Vale dizer que a aplicação dessa atividade pela professora foi voluntária, não constituindo uma etapa da pesquisa para a validação do produto educacional.

As participantes também destacaram positivamente a Atividade 2, referente ao exemplo dos “ratinhos”. A professora Rosa a considerou “*direta ao ponto*” e próxima do cotidiano dos alunos, afirmando que seria uma atividade adequada para iniciar discussões sobre ambiente, expressão gênica e epigenética.

### 6.3.4 Apresentação e forma

Em relação à apresentação visual, as professoras avaliaram positivamente a organização geral do caderno. A professora Rosa destacou a “limpeza” visual do material e elogiou a estética das atividades, considerando que a organização favorece a leitura e a condução das propostas.

Apesar da avaliação positiva, foram sugeridos ajustes pontuais para ampliar a acessibilidade visual. As participantes indicaram a necessidade de aumentar o tamanho das letras na Atividade 1 e, em alguns trechos, utilizar caixa-alta, a fim de facilitar a leitura, especialmente para estudantes com dificuldades de compreensão textual.

Também foi sugerida a ampliação de elementos gráficos, como o gráfico presente na Atividade 5, bem como melhor aproveitamento do espaço da página. Essas sugestões indicam que os aspectos visuais não são apenas elementos estéticos, mas também recursos importantes para a mediação da aprendizagem.

### 6.3.5 Orientações para os professores

As orientações destinadas aos professores foram consideradas relevantes pelas participantes, especialmente por se tratar de um material que envolve conceitos complexos e pouco explorados no ensino básico. As professoras ressaltaram que a abordagem de temas como epigenética exige

segurança conceitual e planejamento docente.

A professora Rosa relatou que algumas atividades, especialmente aquelas baseadas em situações-problema, podem demandar maior domínio do conteúdo por parte do professor. Segundo ela, os alunos podem trazer questões adicionais ou extrapolar a discussão, exigindo que o docente esteja preparado para conduzir o debate.

A professora Marta sugeriu a inclusão de uma pequena introdução ao professor antes de determinadas atividades, especialmente aquelas que abordam mecanismos epigenéticos. Também indicou a possibilidade de inserir explicações breves sobre termos como histonas e metilação, favorecendo a compreensão tanto do professor quanto dos estudantes.

Essas contribuições indicam que o produto educacional é valorizado pelas participantes, mas sua efetividade pode ser ampliada por meio de orientações mais detalhadas e recursos de apoio à mediação docente.

### 6.3.6 Sugestões das participantes

As sugestões apresentadas pelas professoras concentraram-se em três aspectos principais: apoio conceitual, acessibilidade visual e ampliação de recursos complementares.

No que se refere ao apoio conceitual, foi sugerida a inclusão de glossário, textos de apoio, links, vídeos explicativos e QR codes direcionados a materiais complementares. A professora Rosa enfatizou que esses recursos poderiam auxiliar o professor e o aluno no aprofundamento dos conceitos, especialmente quando se trata de termos pouco usuais no cotidiano escolar.

A professora Beatriz também destacou a importância de inserir mais informações de apoio no próprio material, considerando que os estudantes tendem a buscar respostas rápidas e podem se beneficiar de recursos diretos e acessíveis. Para ela, QR codes com vídeos ou artigos seriam uma estratégia adequada para ampliar o alcance das atividades.

Em relação à acessibilidade visual, foram sugeridos ajustes na Atividade 1, como ampliação da imagem e das letras, além do uso de caixa-alta. As professoras consideraram que essas mudanças podem facilitar a leitura e favorecer a participação de estudantes com diferentes níveis de compreensão

textual.

Apesar dessas sugestões, as participantes avaliaram que o caderno atende à proposta pedagógica apresentada e possui potencial para ser utilizado em sala de aula. As contribuições apontadas não descaracterizam o material, mas indicam possibilidades de aprimoramento que podem ampliar sua aplicabilidade e fortalecer sua função como produto educacional.

Dessa forma, os resultados do grupo focal indicam que o caderno de atividades foi bem recebido pelas participantes, sobretudo por articular Lamarck, Darwin e epigenética de forma crítica e contextualizada. O material apresenta potencial para contribuir com o ensino de evolução, desde que acompanhado de mediação docente e de recursos complementares que favoreçam a compreensão dos conceitos mais complexos.

## 7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta dissertação teve como objetivo discutir como as ideias de Jean-Baptiste Lamarck podem ser ressignificadas no ensino da evolução biológica, à luz dos avanços da epigenética, por meio da elaboração e da análise de um caderno de atividades pedagógicas voltado aos anos finais do Ensino Fundamental e ao Ensino Médio. Partiu-se da constatação de que o ensino de evolução frequentemente apresenta as teorias de forma simplificada e dicotômica, reduzindo Lamarck a um “erro histórico” e privilegiando uma leitura predominantemente darwinista dos processos evolutivos.

Os resultados obtidos ao longo da pesquisa permitem afirmar que essa hipótese se sustenta. A análise das concepções dos estudantes evidenciou que, embora a teoria darwinista seja predominante, há uma presença significativa de ideias que se aproximam de interpretações lamarckistas, especialmente quando relacionadas à influência do ambiente e à herança de características adquiridas. Longe de serem compreendidas apenas como equívocos, essas concepções revelam formas de pensamento que podem ser pedagogicamente exploradas, funcionando como ponto de partida para a construção de conhecimentos mais complexos, como aqueles relacionados à epigenética.

Ao mesmo tempo, os dados indicaram um desconhecimento expressivo acerca da epigenética, o que evidencia lacunas no currículo escolar e reforça a necessidade de atualização dos conteúdos de Biologia. Nesse sentido, a epigenética surge como um campo científico que possibilita ampliar a compreensão dos mecanismos evolutivos, sem, contudo, validar diretamente o lamarckismo clássico, mas permitindo revisitar questões históricas sob novas bases conceituais.

A validação pedagógica do produto educacional, por meio do grupo focal com professoras, corroborou essas análises. As participantes reconheceram tanto as limitações do ensino tradicional de evolução quanto o potencial do material proposto para promover uma abordagem mais integrada, crítica e contextualizada. Destacaram-se, como aspectos positivos, a articulação entre Lamarck, Darwin e epigenética, bem como a proposta de atividades que favorecem o engajamento e o pensamento reflexivo dos estudantes.

Por outro lado, também foram evidenciados desafios, especialmente no

que se refere à complexidade dos conceitos abordados e à necessidade de maior suporte ao professor. Esses apontamentos reforçam que a inovação pedagógica não se limita à produção de materiais didáticos, mas depende das condições concretas de sua implementação, incluindo a formação docente, a mediação pedagógica e o contexto escolar.

Dessa forma, a pesquisa contribui para o campo do ensino de Ciências ao propor uma abordagem que rompe com a visão linear e simplificada da evolução biológica, valorizando sua dimensão histórica, epistemológica e contemporânea. Ao integrar conceitos clássicos e atuais, o caderno de atividades desenvolvido busca favorecer uma compreensão mais ampla da hereditariedade e da adaptação, promovendo a articulação entre diferentes modelos explicativos.

Essa integração ocorre ao colocar em diálogo o pensamento de Lamarck, frequentemente reduzido no ensino à ideia de herança dos caracteres adquiridos, com a teoria darwinista da seleção natural e com os avanços contemporâneos da epigenética, que evidenciam a influência do ambiente na expressão gênica. Dessa forma, o material possibilita que os estudantes compreendam que a construção do conhecimento científico não ocorre de maneira linear ou substitutiva, mas por meio de diferentes modelos explicativos que, embora distintos, contribuem para a ampliação da compreensão dos fenômenos biológicos.

Nesse sentido, em vez de reforçar a dicotomia entre teorias “corretas” e “equivocadas”, o caderno de atividades favorece uma abordagem mais crítica e contextualizada da ciência, permitindo que os estudantes reconheçam tanto os limites quanto as contribuições de cada modelo teórico, especialmente no que se refere à compreensão dos processos de hereditariedade e adaptação.

Por fim, destaca-se que esta investigação não se encerra em si mesma, mas abre caminhos para novas pesquisas, especialmente no que diz respeito à aplicação do material em sala de aula e à análise de seus impactos na aprendizagem dos estudantes. Além disso, aponta para a necessidade de ampliar o debate sobre a inserção da epigenética no currículo escolar, contribuindo para a construção de um ensino de Biologia mais atualizado, crítico e significativo.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, Argus Vasconcelos de; FALCÃO, Jorge Tarcísio da Rocha. As teorias de Lamarck e Darwin nos livros didáticos de Biologia no Brasil. *Ciência & Educação*, Bauru, v. 16, n. 3, p. 649-665, 2010. DOI: 10.1590/S1516-73132010000300010.

BRASIL. Ministério da Educação. *Base Nacional Comum Curricular*. Brasília, DF: MEC, 2018. Disponível em: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/. Acesso em: 11 ago. 2024.

BIZZO, Nélio Marco Vincenzo. *Ciências: fácil ou difícil?* São Paulo: Ática, 2012.

BRAINLATAM. Priming epigenético cognitivo e transtorno de estresse pós-traumático. [S. l.], [s. d.]. Disponível em: https://brainlatam.com/blog/priming-epigenetico-cognitivo-e-transtorno-de-estresse-pos-traumatico-4480. Acesso em: 5 abr. 2026.

CAREY, Nessa. *The epigenetics revolution: how modern biology is rewriting our understanding of genetics, disease, and inheritance*. New York: Columbia University Press, 2012.

COBALCHINI, Henrique. A inadequação das metodologias científicas na BNCC: desafios para o ensino da evolução. *Educação e Pesquisa*, v. 45, n. 1, p. 89-105, 2019.

COLINVAUX, Dominique. Aprendizagem: as questões de sempre, a pesquisa e a docência. *Ciência em Tela*, Rio de Janeiro, v. 1, n. 1, 2008.

DIAS, F. M. et al. Transformando a educação: a evolução e o impacto da BNCC na formação docente no Brasil. *Revista Contemporânea*, [S. l.], v. 4, n. 1, p. 3435-3462, 2024. DOI: 10.56083/RCV4N1-193. Disponível em: https://ojs.revistacontemporanea.com/ojs/index.php/home/article/view/3154. Acesso em: 6 abr. 2025.

FRANCIS, Richard C. *Epigenética: como a biologia se transforma com a nova ciência da herança*. Rio de Janeiro: Zahar, 2014.

FUTUYMA, Douglas J. *Evolutionary biology*. 3. ed. Sunderland, MA: Sinauer Associates, 1998.

GARCIA, Rafael. O retorno de Lamarck. *Folha de S.Paulo*, São Paulo, 11 nov. 2007. Disponível em: https://www1.folha.uol.com.br/fsp/ciencia/fe1111200701.htm. Acesso em: 20 jan. 2025.

GOULD, Stephen Jay. The tallest tale. In: GOULD, Stephen Jay. *Leonardo's mountain of clams and the diet of worms: essays on natural history*. New York: Harmony Books, 1998. p. 178.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS ANÍSIO TEIXEIRA. *Relatório sobre a preparação de professores para o ensino de evolução biológica no Brasil*. Brasília, DF: INEP, 2020.

JABLONKA, Eva; LAMB, Marion J. *Evolução em quatro dimensões: DNA, comportamento e a história da vida*. Tradução de Claudio Angelo. São Paulo: Companhia das Letras, 2010.

KRIZEK, J. P. O. Como (não) ensinar o lamarckismo: orientações a partir da história da Biologia. *Revista de Ensino de Biologia da SBEnBio*, v. 17, n. 1, p. 320-343, 2024. Disponível em: https://renbio.org.br/index.php/sbenbio/article/view/1248. Acesso em: 20 maio 2026.

LÜDKE, Menga; ANDRÉ, Marli E. D. A. *Pesquisa em educação: abordagens qualitativas*. São Paulo: EPU, 1986.

MAYR, Ernst. *The growth of biological thought: diversity, evolution, and inheritance*. Cambridge, MA: Harvard University Press, 1982.

MOREIRA, Antonio Flavio Barbosa. A psicologia e o resto: o currículo segundo César Coll. *Cadernos de Pesquisa*, São Paulo, n. 100, p. 93-107, mar. 1997.

MOREIRA, Marco Antonio. *Aprendizagem significativa: a teoria e textos complementares*. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2011.

NOGUERA-SOLANO, Ricardo; RODRÍGUEZ-CASO, Juan Manuel; RUIZ-GUTIÉRREZ, Rosaura. The evolutionary thought of Jean-Baptiste Lamarck: why his original ideas should be taught in classrooms. *Science & Education*, v. 30, p. 909-929, 2021. DOI: 10.1007/s11191-021-00215-0. Disponível em: https://doi.org/10.1007/s11191-021-00215-0. Acesso em: 20 jan. 2025.

OLIVEIRA, Naila Francis Paulo de et al. Metilação de DNA e câncer. *Revista Brasileira de Cancerologia*, Rio de Janeiro, v. 56, n. 4, p. 493-499, 2010. Disponível em: https://rbc.inca.gov.br/revista/index.php/revista/article/view/698. Acesso em: 20 maio 2026.

PIMENTA, Selma Garrido; LIMA, Maria Socorro Lucena. Estágio e docência: diferentes concepções. *Poíesis Pedagógica*, Catalão, v. 3, n. 3-4, p. 5-24, 2005/2006.

ROGER, Jacques. *The life sciences in eighteenth-century French thought*. Stanford, Calif.: Stanford University Press, 1997.

SANTOS, Patrícia da Silva; PUGLIESE, Adriana; SANTOS, Charles Morphy D. A iconografia linear da evolução na perspectiva de docentes que atuam na educação básica. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências*, Belo Horizonte, v. 21, e10594, 2019. DOI: 10.1590/1983-21172019210117. Disponível em: https://doi.org/10.1590/1983-21172019210117. Acesso em: 12 fev. 2025.

SILVA, Mônica Ribeiro da. A BNCC da reforma do Ensino Médio: o resgate de um empoeirado discurso. *Educação em Revista,* Belo Horizonte, v. 34, e214130, 2018. DOI: 10.1590/0102-4698214130.

VALLE, Paulo Roberto Dalla; FERREIRA, Jacques de Lima. Análise de conteúdo na perspectiva de Bardin: contribuições e limitações para a pesquisa qualitativa em educação. *Educação em Revista*, Belo Horizonte, v. 41, e49377, 2025. DOI: 10.1590/0102-469849377. Disponível em: https://doi.org/10.1590/0102-469849377. Acesso em: 20 maio 2026.

YIN, Robert K. *Pesquisa qualitativa do início ao fim*. Tradução de Daniel Bueno. Porto Alegre: Penso, 2016.

## APÊNDICE A

Questionário aplicado a estudantes do Ensino Médio, com o objetivo de mapear suas concepções prévias sobre evolução biológica.

Este questionário faz parte de uma pesquisa de mestrado em Educação e tem como objetivo compreender como os estudantes do Ensino Médio percebem as teorias evolutivas, especialmente as ideias de **Lamarck**, **Darwin** e os estudos atuais da **epigenética**.

**Lamarck** acreditava que os seres vivos mudavam ao longo da vida para se adaptar ao ambiente e que essas mudanças (como o uso ou desuso de órgãos) poderiam ser herdadas pelos descendentes

**Darwin** propôs que, dentro de uma população, surgem variações naturais, e os indivíduos mais adaptados ao ambiente têm mais chances de sobreviver e se reproduzir — processo conhecido como **seleção natural**.

A **evolução biológica** é o processo pelo qual as espécies se modificam ao longo do tempo, dando origem à diversidade de seres vivos. Ela envolve fatores como **seleção natural**, **mutações**, **herança genética** e também **influências ambientais**, como sugerem estudos epigenéticos atuais.

A participação é **voluntária, anônima e confidencial**, e as respostas serão utilizadas apenas para fins **acadêmicos e científicos**.

1. Como você explicaria o aumento no número de girafas com pescoços longos?

(A) As girafas passaram a esticar o pescoço ao longo da vida e transmitiram essa característica.
(B) As girafas com pescoços mais longos tinham vantagem na alimentação e se reproduziam mais.
(C) O ambiente fez com que os pescoços das girafas aumentassem.
(D) Todas as girafas mudaram seu pescoço por vontade própria.

2. A ideia de que experiências vividas pelos pais podem influenciar seus descendentes está mais alinhada com:

(A) A teoria da seleção natural de Darwin.
(B) O lamarckismo, que propõe a herança de características adquiridas.
(C) A genética mendeliana.
(D) A teoria celular.

3. A resistência bacteriana a antibióticos pode ser considerada um exemplo de:

(A) Adaptação voluntária.
(B) Mutação genética aleatória seguida de seleção natural.
(C) Herança de características adquiridas.
(D) Mudança epigenética causada por escolha das bactérias.

4. A cauda colorida dos pavões machos pode ser explicada por:

(A) Seleção natural baseada na sobrevivência.
(B) Seleção sexual, pois os mais chamativos atraem mais parceiras.
(C) Adaptação por necessidade.
(D) Nenhum processo evolutivo.

5. A epigenética pode ser entendida como:

(A) Mudanças na expressão gênica causadas por fatores ambientais, sem alterar a sequência de DNA.
(B) A teoria da evolução de Darwin.
(C) A mutação aleatória nos genes.
(D) Nunca ouvi falar em Epigenética.

## APÊNDICE B

### ROTEIRO PARA A REALIZAÇÃO DO GRUPO FOCAL

**I. Abertura – aproximadamente 10 minutos**

1. Apresentação do mediador (mestrando) e breve apresentação dos participantes;
2. Apresentação do tema da pesquisa: **"A filogenia de Lamarck e a epigenética: uma discussão sobre sua relação no ensino e aprendizagem a partir de um caderno de atividades."**
3. Explicação dos objetivos do encontro:
    - apresentar o caderno de atividades desenvolvido como produto educacional;
    - discutir a pertinência pedagógica do material;
    - coletar percepções, críticas e sugestões dos professores participantes.
4. Apresentação da técnica do grupo focal e da escolha dos participantes (professores de Biologia que atuam no ensino);
5. Explicação da duração aproximada do encontro (cerca de 60 a 90 minutos);
6. Esclarecimento sobre registro das falas para fins acadêmicos e garantia de sigilo.

**II. Desenvolvimento**

**1. Sobre o ensino de evolução biológica – 15 minutos**

1.1. Abordagem dos conteúdos relacionados à evolução biológica nas aulas de Ciências e Biologia.

1.2. Principais dificuldades dos alunos para compreender conceitos relacionados a Lamarck, Darwin e evolução biológica.

1.3 Estratégias didáticas que contribuem para compreensão desses temas pelos estudantes.

**2. Sobre epigenética no ensino de Biologia – 15 minutos**

2.1. A epigenética no Ensino Médio – percepções e possibilidades de abordagem na relação com outras teorias evolutivas.

2.3. Desafios identificados para se abordar esse tema com os estudantes.

**3. Sobre o material didático-pedagógico: Caderno de atividades "Lamarck e a Epigenética: uma nova leitura para o ensino da evolução" – aproximadamente 40 minutos**

3.1. Apresentação do material didático;

3.2. Organização e clareza do material didático e a pertinência didática da sequência das atividades proposta;

3.3. Linguagem utilizada nas apresentações e orientações das atividades;

3.4. Quantidade e Qualidade das atividades propostas;

3.5. Pertinência das situações-problema e estudos de caso apresentados;

3.6. Contribuição do material didático para a compreensão das relações entre Lamarck, Darwin e epigenética;

3.7. Possibilidades de utilização do caderno em sala de aula;

3.8. Adequação das orientações destinadas ao professor;

3.9. Sugestões de melhorias ou adaptações no material didático.

**III. Comentários gerais finais – aproximadamente 10 minutos**

1. Abrir espaço para que cada participante faça comentários finais sobre o material e sobre a proposta pedagógica apresentada;
2. Agradecer a participação e a contribuição dos professores para o desenvolvimento da pesquisa.

## APÊNDICE C

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO – GRUPO FOCAL (PROFESSORAS)

Título da Pesquisa:

"A FILOGENIA DE LAMARCK E A EPIGENÉTICA: UMA DISCUSSÃO SOBRE SUA RELAÇÃO NO ENSINO E APRENDIZAGEM A PARTIR DE UM CADERNO DE ATIVIDADES"

Você está sendo convidada a participar da pesquisa acima citada, conduzida por Naycon Rodrigues de Souza, discente do Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática (PPGEDUCIMAT) da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), sob orientação da Profa. Dra. Lígia Cristina Ferreira Machado, docente do Instituto de Educação (Campus Seropédica) da UFRRJ.

1. Objetivo da pesquisa

A pesquisa tem como propósito analisar como ideias atribuídas a Lamarck reaparecem no ensino contemporâneo por meio da epigenética e como isso influencia a aprendizagem da evolução biológica. Nesta etapa, o objetivo é validar o caderno de atividades elaborado para aplicação com estudantes do Ensino Médio.

2. Participação

Sua participação consistirá em integrar um grupo focal com até cinco professoras de Ciências Biológicas, no qual discutiremos:

- a clareza do material didático (caderno de atividades);
- a adequação pedagógica;
- sugestões de ajustes;
- percepções sobre o conteúdo e a abordagem.

A atividade terá duração aproximada de 60 a 90 minutos.
A conversa poderá ser gravada em áudio exclusivamente para fins de análise científica.

3. Riscos e benefícios

Riscos mínimos: possíveis desconfortos ao expressar opiniões em grupo.
Benefícios indiretos: contribuição para a melhoria de materiais didáticos sobre evolução e desenvolvimento profissional.

4. Sigilo e confidencialidade

- Sua identidade será preservada em todas as etapas.
- Nenhum nome real será citado em artigos, dissertação ou relatórios.
- As gravações serão utilizadas somente pelo pesquisador e serão destruídas ao fim da pesquisa.

**5.** Voluntariedade

Sua participação é voluntária e você pode desistir a qualquer momento, sem qualquer prejuízo ou necessidade de justificativa.

**6.** Contatos

Em caso de dúvidas sobre a pesquisa ou sobre seus direitos como participante:
Pesquisador: Naycon Rodrigues de Souza E-mail: nayconsouza@gmail.com
Orientadora: Profa. Dra. Lígia Cristina Ferreira Machado E-mail: lmachado@ufrrj.br

Após ler, caso concorde em participar, assine abaixo.

---

Declaro que fui informada sobre os objetivos, procedimentos e condições da pesquisa e ACEITO participar voluntariamente do grupo focal.

---

Nome da Participante

---

Assinatura

---

Cidade e Data

---

# ANEXO A

UNIVERSIDADE FEDERAL
RURAL DO RIO DE JANEIRO
(UFRRJ)

## PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

**DADOS DO PROJETO DE PESQUISA**

**Título da Pesquisa:** A FILOGENIA DE LAMARCK E A EPIGENÉTICA: UMA DISCUSSÃO SOBRE SUA RELAÇÃO NO ENSINO E APRENDIZAGEM A PARTIR DE UM CADERNO DE ATIVIDADES

**Pesquisador:** NAYCON RODRIGUES DE SOUZA

**Área Temática:**

**Versão:** 3

**CAAE:** 93856625.8.0000.0311

**Instituição Proponente:** UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO

**Patrocinador Principal:** Financiamento Próprio

**DADOS DO PARECER**

**Número do Parecer:** 8.352.578

**Apresentação do Projeto:**

O(A) pesquisador(a) relata que trata-se de uma pesquisa educacional de abordagem mista (qualitativa e quantitativa), com caráter descritivo e exploratório, com objetivo de analisar as concepções dos estudantes sobre as teorias evolutivas de Lamarck e Darwin e suas relações com a epigenética, a ser realizada em duas escola pública de ensino localizadas na cidade do Rio de Janeiro.

O(A) pesquisador(a) apresenta a seguinte equipe de pesquisa:LIGIA CRISTINA FERREIRA MACHADO (orientadora) e NAYCON RODRIGUES DE SOUZA (aluno)

Trata-se de um projeto pesquisa educacional de abordagem mista (qualitativa e quantitativa) realizada no RJ com n amostral de 90 participantes

Metodologia de análise: A pesquisa adota uma abordagem qualitativa, de caráter exploratório e descritivo. Os dados serão coletados em duas instituições de ensino médio da cidade do Rio de Janeiro: Colégio Estadual Ramiz Galvão (escola pública) e Centro Cultural Pedro II. Serão utilizados dois instrumentos de

**Endereço:** BR 465, KM 7, Zona Rural, Biblioteca Central, 2°andar
**Bairro** ZONA RURAL **CEP:** 23.897-000
**UF:** RJ **Município** SEROPEDICA
**Telefone** (21)2681-4749 **E-** eticacep@ufrrj.br

coleta de dados:
Questionário diagnóstico aplicado aos estudantes, contendo questões abertas e de múltipla escolha sobre suas concepções acerca das teorias evolutivas. Grupos focais com professores de Biologia, destinados à análise e validação do caderno de atividades pedagógicas elaborado a partir dos resultados do questionário. Todos os participantes serão informados
sobre os objetivos e procedimentos da pesquisa e participarão de forma voluntária, mediante assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) ou, no caso de menores, do Termo de Assentimento (TALE).

Desfecho primário: Compreender as concepções dos estudantes sobre a evolução biológica e suas relações com as ideias de Lamarck, Darwin e os princípios da epigenética.

Critérios de inclusão: Estudantes regularmente matriculados no Ensino Médio das escolas que assinaram o Termo de Anuência Institucional. Estudantes que aceitarem participar voluntariamente, mediante aceite no Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLED).
Participantes que compreenderem as orientações do questionário e tiverem autonomia para respondê-lo sem auxílio. Estudantes com idade entre 16, 17, e igual ou superior a 18 anos

Critérios de exclusão: Estudantes que não aceitarem participar ou não concordarem com o TCLE Digital. Estudantes que interromperem a participação antes de concluir o questionário. Questionários enviados em branco ou com respostas incompletas/inconsistentes. Estudantes que não pertencem ao público-alvo
(ensino médio) ou que estiverem matriculados em instituições que não concederam anuência para a pesquisa. Participantes que não estiverem presentes no período autorizado pela escola para aplicação do instrumento

**Objetivo da Pesquisa:**
Objetivo geral/primário: Analisar as concepções de estudantes do ensino médio sobre as teorias evolutivas de Lamarck e Darwin e sua relação com a epigenética.

UNIVERSIDADE FEDERAL
RURAL DO RIO DE JANEIRO
(UFRRJ)



Objetivos específicos/secundários: Elaborar um caderno de atividades pedagógicas que integre os conceitos de Lamarckismo, Darwinismo e epigenética; Realizar grupos focais com professores de Biologia para discutir e validar o material didático proposto; Refletir sobre o potencial do produto educacional para o aprimoramento do ensino de evolução biológica.

**Avaliação dos Riscos e Benefícios:**
O(A) proponente descreve:

Riscos: Os riscos são mínimos, restritos a possível desconforto ao responder às perguntas do questionário ou durante as discussões no grupo focal. Serão garantidos o anonimato, a confidencialidade das informações e o direito de desistência em qualquer momento, sem prejuízo ao participante.

Benefícios: A pesquisa pode contribuir para o aprimoramento do ensino de Biologia, especialmente do tema evolução, por meio da elaboração de um material pedagógico contextualizado e fundamentado em perspectivas científicas atualizadas. Os participantes também poderão refletir criticamente sobre conceitos biológicos e sobre suas próprias práticas educacionais

**Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:**
O protocolo de pesquisa apresentado possui os elementos necessários à apreciação ética.

**Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:**
Todos os documentos apresentados no protocolo de pesquisa pelo(a) proponente não possuem pendência, segundo as normas vigentes.

**Recomendações:**
Recomenda-se que o pesquisador acompanhe a tramitação do projeto de pesquisa na Plataforma Brasil com regularidade, atentando-se às diferentes fases do processo e seus prazos:
a) quando da pendência, o pesquisador terá até 30 dias para responder às demandas e relatoria;

UNIVERSIDADE FEDERAL
RURAL DO RIO DE JANEIRO
(UFRRJ)






b) quando da aprovação, o pesquisador deverá submeter relatórios parciais a cada semestre;
c) quando da necessidade de emendas ou notificações no projeto, consultar a Norma Operacional 001/2013 - Procedimentos para Submissão e Tramitação de Projetos.
d) quando da finalização do projeto, submeter relatório final.

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

A adequação à RESOLUÇÃO Nº 466 de 12 de dezembro de 2012, foi plenamente atendida pelo(a) pesquisador(a).

A adequação à RESOLUÇÃO Nº 510 de 24 de maio de 2016, foi plenamente atendida pelo(a) pesquisador(a).

**Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:**

| Tipo Documento | Arquivo | Postagem | Autor | Situaçã |
|---|---|---|---|---|
| Informações Básicas do Projeto | PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_2686635.pdf | 04/03/2026 13:42:37 | | Aceito |
| Cronograma | CRONOGRAMA_DE_EXECUCAO_DO_PROJETO_docx.pdf | 04/03/2026 13:41:52 | NAYCON RODRIGUES DE | Aceito |
| Outros | Registro_de_Consentimento_Ambiente_Virtual.doc | 13/12/2025 10:31:40 | NAYCON RODRIGUES DE | Aceito |
| Outros | Roteiro_Questionario_Pesquisa.docx | 13/12/2025 10:29:08 | NAYCON RODRIGUES DE | Aceito |
| Outros | TERMO_DE_ASSENTIMENTO_LIVRE_E_ESCLARECIDO.doc | 12/12/2025 18:51:06 | NAYCON RODRIGUES DE | Aceito |
| Outros | Termo_de_consentimento.doc | 12/12/2025 18:50:12 | NAYCON RODRIGUES DE | Aceito |
| Outros | TERMODECONSENTIMENTOLIVREESCLARECIDO_RESPONSAVEL.pdf | 13/11/2025 16:03:55 | NAYCON RODRIGUES DE | Aceito |
| TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa | TERMODEASSENTIMENTOESTUDANTEDOENSINOMEDIO.pdf | 13/11/2025 16:00:04 | NAYCON RODRIGUES DE SOUZA | Aceito |

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO (UFRRJ)




Continuação do Parecer: 8.352.578

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| de Ausência | TERMODEASSENTIMENTOESTUDANTEDOENSINOMEDIO.pdf | 13/11/2025 16:00:04 | NAYCON RODRIGUES DE | Aceito |
| Outros | TermodeanuenciaCCPII.pdf | 13/11/2025 15:44:35 | NAYCON RODRIGUES DE | Aceito |
| Declaração de concordância | TermoanuemciaRamizGalvao.pdf | 13/11/2025 15:43:41 | NAYCON RODRIGUES DE | Aceito |
| Projeto Detalhado / Brochura Investigador | projetodetalhado.pdf | 10/11/2025 15:20:07 | NAYCON RODRIGUES DE SOUZA | Aceito |
| TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência | TLCE_Naycon.pdf | 10/11/2025 15:16:36 | NAYCON RODRIGUES DE SOUZA | Aceito |
| Folha de Rosto | Folha_de_rosto___NAICON_R_assinado.pdf | 10/11/2025 14:55:56 | NAYCON RODRIGUES DE | Aceito |

**Situação do Parecer:**
Aprovado

**Necessita Apreciação da CONEP:**
Não

SEROPEDICA, 17 de Abril de 2026

**Assinado por:**
**Valeria Nascimento Lebeis Pires**
**(Coordenador(a))**

**APÊNDICE D**


UFRRJ
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL
DO RIO DE JANEIRO
LAMARCK E A EPIGENÉTICA
Uma nova leitura para o ensino da evolução das espécies
NAYCON RODRIGUES DE SOUZA
ORIENTADOR(A): LÍGIA CRISTINA FERREIRA MACHADO
PPGEduCIMAT

# Sumário

01 Introdução. .....3
02 Referencial Teórico.....4
03 Produto Educacional..... 5
04 Resultados.....22
05 Conclusão.....23

## 01 Introdução

O presente Produto Educacional consiste em um caderno de atividades intitulado “Lamarck e a Epigenética: uma nova leitura para o ensino da evolução das espécies”, elaborado no âmbito do Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. O material foi desenvolvido como parte da dissertação “A filogenia de Lamarck e a epigenética: uma discussão sobre sua relação no ensino e aprendizagem a partir de um caderno de atividades”, tendo como público-alvo professores e estudantes do Ensino Médio.

A proposta do caderno nasce da necessidade de ampliar as abordagens tradicionais sobre o ensino de evolução biológica, frequentemente marcadas por uma apresentação simplificada e dicotômica das teorias evolutivas. Nesse contexto, Lamarck costuma ser tratado apenas como um autor superado ou associado ao erro, enquanto Darwin aparece como referência central e definitiva. Tal abordagem limita a compreensão histórica da construção do conhecimento científico e dificulta o reconhecimento das contribuições de diferentes modelos explicativos para a Biologia.

Diante disso, o caderno propõe uma leitura mais crítica, histórica e atualizada da evolução biológica, articulando as contribuições de Lamarck, Darwin e da ciência contemporânea, especialmente por meio dos estudos em epigenética. Neste material, a epigenética é compreendida como o campo da Biologia que investiga modificações na regulação da expressão gênica que não alteram a sequência do DNA, mas podem influenciar a ativação ou o silenciamento de genes. O objetivo do material não é validar o lamarckismo clássico, mas possibilitar que os estudantes compreendam como determinadas questões levantadas historicamente por Lamarck, como a influência do ambiente sobre os organismos, podem ser revisitadas à luz de conhecimentos científicos atuais, sem perder de vista seus limites conceituais.

O Produto Educacional foi organizado em atividades diversificadas, com uso de histórias em quadrinhos, estudos de caso, análise de gráficos, situações investigativas e questões norteadoras. Essas estratégias buscam favorecer a participação ativa dos estudantes, a interpretação crítica de fenômenos biológicos e a construção coletiva do conhecimento, oferecendo também orientações ao professor para a mediação pedagógica das discussões em sala de aula.

## 02 Referencial Teórico

A elaboração deste Produto Educacional fundamenta-se em uma perspectiva de ensino de Ciências que compreende o conhecimento científico como construção histórica, dinâmica e provisória. No caso do ensino de evolução biológica, essa compreensão é essencial, uma vez que as teorias evolutivas não devem ser apresentadas apenas como respostas acabadas, mas como modelos explicativos produzidos em contextos históricos específicos.

Lamarck ocupa papel importante nesse debate por ter contribuído para a consolidação do pensamento transformista e para a compreensão de que os seres vivos sofrem modificações ao longo do tempo. Entretanto, como discutem Almeida e Falcão (2010), sua teoria frequentemente é apresentada nos livros didáticos de forma simplificada, associada quase exclusivamente ao exemplo do pescoço das girafas e à ideia de herança dos caracteres adquiridos. Essa redução contribui para a construção de uma imagem caricatural de Lamarck e reforça uma oposição rígida entre teorias “certas” e “erradas”.

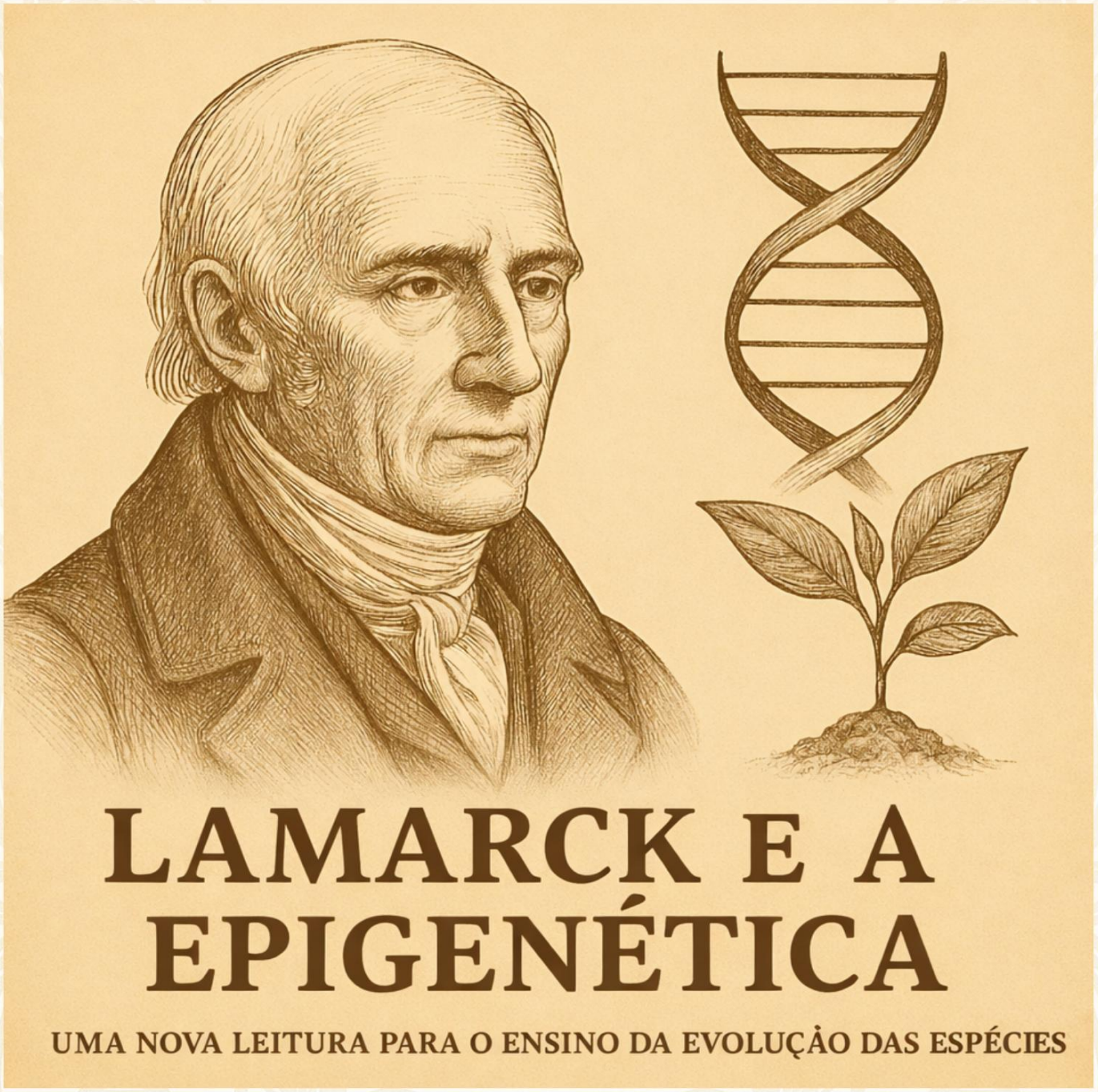
Darwin, por sua vez, é comumente apresentado como contraponto definitivo a Lamarck, sobretudo pela formulação da seleção natural como mecanismo explicativo da evolução. No entanto, o pensamento darwinista também apresenta complexidades históricas que, muitas vezes, não são exploradas no ensino escolar. Nesse sentido, autores como Bizzo (2008) e Mayr (1982) contribuem para compreender que a história da Biologia não se construiu de modo linear, mas por meio de debates, reformulações e disputas conceituais.

A epigenética insere-se nessa discussão ao ampliar a compreensão sobre os mecanismos de herança e regulação da expressão gênica. Estudos contemporâneos demonstram que fatores ambientais, como alimentação, estresse e exposição a substâncias químicas, podem influenciar a ativação ou o silenciamento de genes sem alterar a sequência do DNA. Mecanismos como a metilação do DNA e as modificações das histonas evidenciam que a expressão gênica é regulada por processos bioquímicos sensíveis ao ambiente, o que permite discutir a relação entre organismo, meio e hereditariedade de forma mais complexa.

Jablonka e Lamb (2014) defendem que a herança biológica não se restringe à transmissão da sequência genética, podendo envolver também sistemas epigenéticos. Francis (2014), ao discutir casos como os camundongos agouti e a Grande Fome Holandesa, mostra como fatores ambientais podem deixar marcas epigenéticas associadas à regulação da expressão gênica. No entanto, é fundamental destacar que a epigenética não confirma o lamarckismo clássico, pois não implica, necessariamente, a transmissão direta de características adquiridas no sentido originalmente proposto por Lamarck. O que ela permite é uma discussão mais ampla sobre como o ambiente pode interferir no fenótipo por meio da regulação gênica.

Do ponto de vista pedagógico, o produto dialoga com uma perspectiva investigativa e problematizadora de ensino, na qual os estudantes são convidados a analisar situações, levantar hipóteses, comparar explicações e construir argumentos. Essa opção metodológica aproxima-se de uma concepção dialógica de educação, em que o professor atua como mediador do processo de aprendizagem, valorizando os conhecimentos prévios dos estudantes e orientando a sistematização conceitual.

# Caderno de atividades






É interessante contemplar um banco entrelaçado, coberto com muitas plantas de várias espécies, com pássaros cantando nos arbustos, com vários insetos voando ao redor, e com minhocas rastejando pela terra úmida, e refletir que essas formas elaboradas, tão diferentes umas das outras, e dependentes umas das outras de maneira tão complexa, foram todas produzidas por leis que atuam ao nosso redor.

(WULF, 2015, p. 267)

PPGEduCIMAT
Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática - Mestrado Profissional
UFRRJ

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
UFRRJ

INSTITUTO DE Educação

# INSTITUTO DE EDUCAÇÃO
## UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
## SEROPÉDICA-RJ

# Caderno de atividades
# Lamarck e a Epigenética: Uma Nova Leitura para o Ensino da Evolução

MATERIAL DIDÁTICO PEDAGÓGICO PARA O PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS E MATEMÁTICA.
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
SEROPÉDICA-RJ

# Atividade 1

**Objetivo geral: Compreender e comparar as concepções de Lamarck e Darwin sobre a evolução dos seres vivos, reconhecendo suas contribuições históricas para a construção do pensamento evolutivo, por meio da análise de uma história em quadrinhos.**

## Lamarck, Darwin e a construção histórica do pensamento evolutivo



# Lamarck, Darwin e a construção histórica da evolução dos seres vivos

Leitura e Interpretação da HQ (imagem fornecida).

Observe atentamente os seis quadros da HQ. Agora, em duplas, responda de modo reflexivo as questoes que se seguem sobre o pensamento acerca da evolução dos seres vivos:

1. Compare as teorias apresentadas na HQ, destacando semelhanças e diferenças quanto à explicação do processo evolutivo dos seres vivos. Procure evidenciar o papel histórico e científico de cada uma dessas teorias.



**ORIENTAÇÃO AO PROFESSOR**

**Esta atividade foi elaborada para transcender a simples interpretação de texto, visando desenvolver no estudante a compreensão da ciência como um processo histórico, cumulativo e dialógico, superando a visão simplista de "vencedores e vencidos". Ao mediar a produção dos alunos, é fundamental que o professor desconstrua a ideia de que Lamarck apenas errou, orientando o olhar da turma para o papel histórico e epistemológico das teorias apresentadas na HQ, evitando a leitura de erro/acerto e valorizando suas contribuições para a construção da biologia evolutiva.**

# Atividade 2

**Objetivo Geral: Analisar como fatores ambientais podem influenciar a expressão das características dos organismos, mesmo quando eles possuem o mesmo material genético, discutindo possíveis mecanismos biológicos envolvidos.**

## O mistério dos ratinhos



# Analisando a influência do ambiente na expressão dos genes

Após observar a história em quadrinhos, responda e discuta com a turma:

1. Como você explica o fato de os filhotes apresentarem características semelhantes às dos pais, mesmo sendo geneticamente idênticos?
2. Que fatores do ambiente podem ter influenciado essas características nos filhotes?
3. Que tipo de análise ou investigação poderia ser feita para verificar se o ambiente influenciou os resultados do experimento?



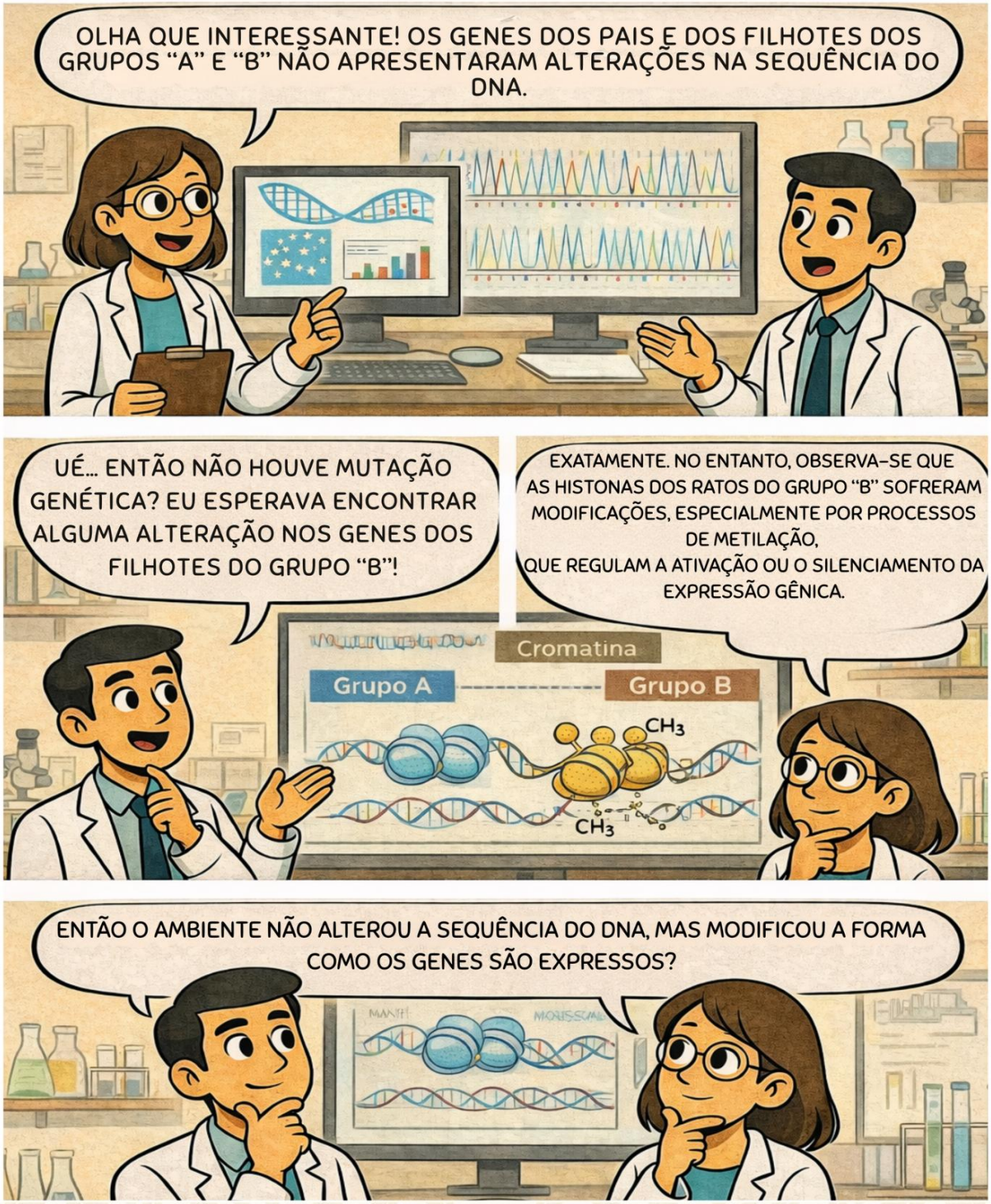
**ORIENTAÇÃO AO PROFESSOR:**

**Conduzir a discussão destacando a diferença entre genótipo e fenótipo, reforçando que o ambiente pode influenciar a expressão dos genes sem alterar o DNA. Introduzir, de forma introdutória, o conceito de mecanismos epigenéticos, valorizando as hipóteses levantadas pelos alunos.**

# Atividade 3

**Objetivo geral: Compreender que as características observadas nos organismos podem ser influenciadas por mecanismos epigenéticos, como a metilação do DNA e as modificações das histonas, os quais regulam a expressão dos genes sem alterar a sequência do DNA, diferenciando esses processos das mutações genéticas e reconhecendo a influência do ambiente na manifestação do fenótipo.**

## O mistério dos ratinhos - parte 2



# Epigenética e regulação da expressão gênica

Após a leitura da continuação da história em quadrinhos, em que os cientistas observam que não houve alteração na sequência do DNA, mas ocorreram modificações químicas associadas às histonas, responda e discuta com a turma:

1. Por que as diferenças observadas entre os grupos não podem ser explicadas por mutações genéticas?

2. De que maneira as modificações nas histonas podem interferir na ativação ou no silenciamento dos genes?

3. Como o ambiente, especialmente a alimentação, pode estar relacionado às alterações epigenéticas observadas no grupo B?



**ORIENTAÇÃO AO PROFESSOR:**

**Esclarecer que não houve mutação genética, pois a sequência do DNA permaneceu inalterada. Destacar que as diferenças observadas decorrem de mecanismos epigenéticos, que regulam a expressão dos genes sem modificar o material genético.**
**Explicar que modificações nas histonas e outros mecanismos epigenéticos podem ativar ou silenciar genes, sendo influenciados pelo ambiente, como a alimentação. Ressaltar a diferença entre mutação e epigenética, evitando interpretações equivocadas.**

# Atividade 4

**Objetivo geral: Compreender e comparar diferentes explicações evolutivas a partir de situações-problema, analisando como Lamarck, Darwin e a ciência atual interpretam transformações em organismos, reconhecendo limites e contribuições de cada perspectiva.**

## Explicando o Mundo Vivo a partir de Situações-Problema

Organização da turma:

A classe será dividida em 3 grupos, e cada grupo ficará responsável por uma situação-problema.
Os grupos não respondem todas as situações — apenas aquela que receberem.
Depois, haverá uma socialização entre todos.

🔵 Situação 1 — Resistência de bactérias a antibióticos
(Grupo 1)

Em um hospital, um paciente foi diagnosticado com uma infecção grave causada por uma bactéria comum. O médico receitou um antibiótico potente. Nos primeiros dias, o paciente melhorou muito, pois a maioria das bactérias morreu. No entanto, ele interrompeu o tratamento antes da hora. Semanas depois, a infecção voltou com força total. O médico tentou o mesmo antibiótico novamente, mas desta vez o remédio não fez efeito nenhum: as bactérias agora eram 'super-resistentes.

Pergunta-problema:

Como bactérias se tornam resistentes a antibióticos ao longo do tempo?

🟢 Nova Situação 2 — Alterações fisiológicas associadas ao estresse ambiental
(Grupo 2)

Uma população de aves vive em uma região que, ao longo de muitos anos, passou por mudanças ambientais intensas, como escassez de alimento, aumento da competição e maior exposição a predadores. Essas condições geraram altos níveis de estresse nos indivíduos adultos.
Após várias gerações vivendo nesse ambiente, pesquisadores observaram que os descendentes dessas aves apresentavam respostas fisiológicas mais intensas ao estresse, como maior liberação de hormônios relacionados à defesa e à sobrevivência, mesmo quando criados posteriormente em ambientes mais estáveis e com menos ameaças.

Pergunta-problema:

Como explicar o fato de os descendentes apresentarem respostas fisiológicas semelhantes às de seus pais, mesmo quando não estão expostos às mesmas condições ambientais?

🟣 Situação 3 — Aumento da musculatura em animais domesticados
(Grupo 3)

Pecuaristas desejam criar bois com mais carne (músculos). Para isso, eles selecionam os bois e vacas mais musculosos da fazenda e os colocam para cruzar. Além disso, oferecem uma dieta rica em proteínas. Após várias gerações fazendo isso, os bezerros nascem naturalmente muito mais musculosos do que seus ancestrais selvagens, mesmo antes de começarem a comer a ração especial.

Pergunta-problema:

Suínos e bovinos criados com dietas e manejos específicos desenvolvem mais musculatura. Como explicar esse fenômeno?

Tarefa dos grupos:

Cada grupo deverá elaborar uma explicação para o fenômeno estudado a partir de três perspectivas:

Lamarck — Como essa teoria interpretaria o surgimento das características observadas?
Darwin — Como a seleção natural explicaria o fenômeno?
Ciência atual — O que os estudos contemporâneos indicam?
(Considerando seleção natural, mutações e possíveis mecanismos epigenéticos.)



**ORIENTAÇÃO AO PROFESSOR**

**Organizar a atividade de modo que os grupos realizem uma pesquisa extraclasse sobre a situação-problema atribuída, a partir das perspectivas de Lamarck, Darwin e da ciência contemporânea, apresentando oralmente os resultados na aula seguinte. Conduzir a discussão destacando as diferenças entre as explicações lamarckistas, darwinianas e atuais, ressaltando que a ciência contemporânea integra seleção natural, mutações e mecanismos epigenéticos, os quais regulam a expressão gênica sem alterar a sequência do DNA. Intervir para evitar confusões conceituais, enfatizando que a epigenética não confirma o lamarckismo, mas amplia a compreensão da relação entre ambiente e fenótipo.**

# Atividade 5

**Objetivo geral: Compreender como a resistência bacteriana aos antibióticos pode ser explicada a partir de diferentes perspectivas evolutivas, analisando as contribuições e os limites das interpretações de Lamarck, Darwin e da ciência contemporânea, distinguindo mutações genéticas de mecanismos epigenéticos e reconhecendo o papel do ambiente como fator de seleção e regulação da expressão gênica**

## Antibióticos e resistência bacteriana

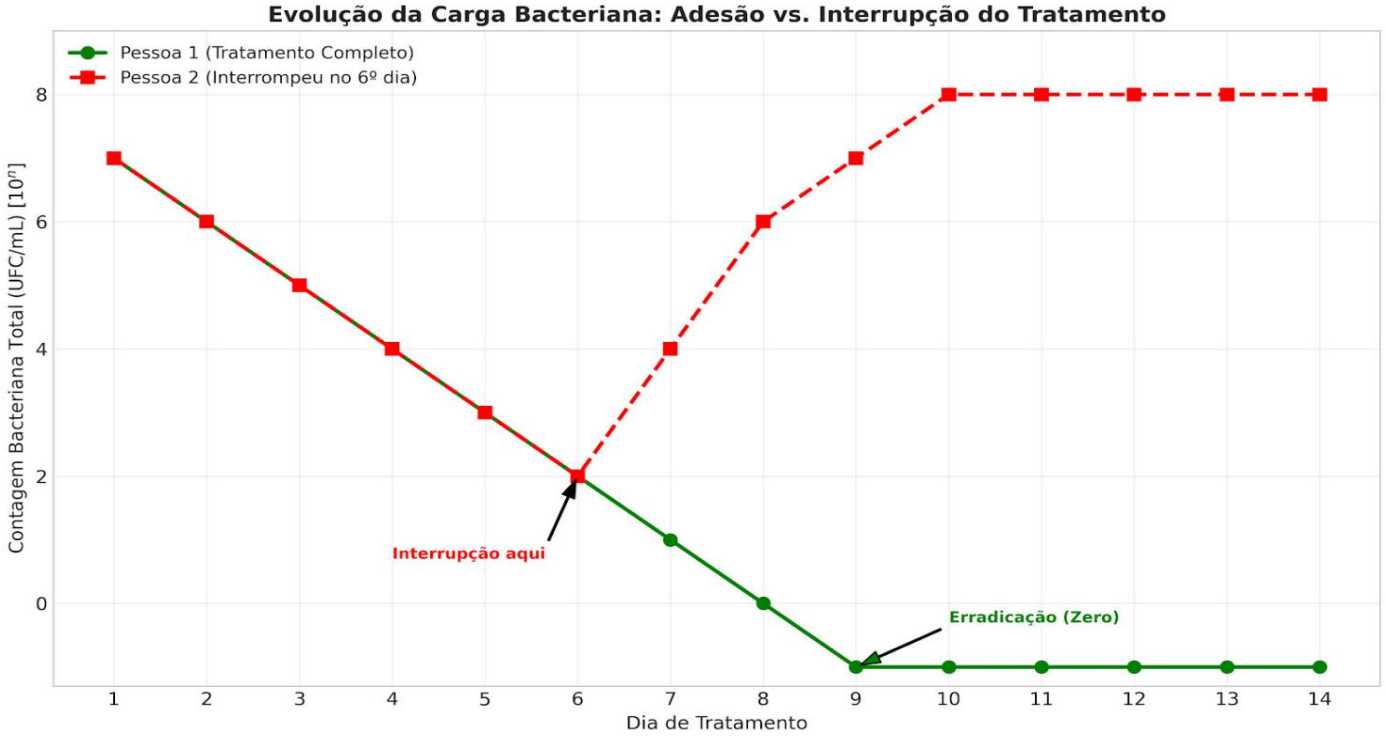
Duas pessoas deram entrada no hospital com sintomas graves:

falta de ar; queda de pressão; sonolência; febre alta persistente; confusão mental.

Após avaliação clínica, exame físico, hemograma e radiografia de tórax, ambas foram diagnosticadas com infecção por Streptococcus pneumoniae.

Tratamento prescrito (ambas): Amoxicilina 1 g, via oral, a cada 8 horas, por 10 dias.

**TABELA 1 – EVOLUÇÃO DA CARGA BACTERIANA DOS DOIS PACIENTES (CBT EM UFC/ML)**



Perguntas (Discussão)

1. Como você explica a diferença entre os resultados da Pessoa 1 e da Pessoa 2, a partir do 6° dia?

2. Por que a interrupção do antibiótico pode favorecer o retorno da infecção com maior intensidade?

3. De que forma a ideia de influência do ambiente, proposta por Lamarck, pode ser relacionada aos mecanismos epigenéticos atuais, sem confundir esses processos com mutações genéticas?



**ORIENTAÇÃO AO PROFESSOR**

**Organizar a atividade para que as perguntas sejam discutidas em pequenos grupos, promovendo o diálogo e a construção coletiva de hipóteses, a partir da interpretação do gráfico da contagem bacteriana. Na discussão coletiva em sala, conduzir a reflexão explicando que a resistência bacteriana ocorre pela sobrevivência e multiplicação de bactérias com maior resistência, favorecidas pelo uso inadequado do antibiótico.**

**Orientar os alunos a comparar essa explicação com a perspectiva lamarckista, ressaltando que a ciência atual não aceita a herança direta de características adquiridas. Introduzir a epigenética como ampliação da compreensão da influência do ambiente na expressão gênica, enfatizando que esses mecanismos não alteram a sequência do DNA.**

# Atividade 6

**Objetivo geral: Analisar, a partir de um caso real, como fatores ambientais podem modificar a regulação da expressão gênica por mecanismos epigenéticos, estabelecendo uma relação crítica com as interpretações lamarckistas, sem confundi-las com mutações genéticas.**

## Epigenética e o Caso da Fome Holandesa

Texto de apoio

Durante o inverno de 1944–1945, ao final da Segunda Guerra Mundial, a população da Holanda Ocidental enfrentou um período extremo de escassez de alimentos, conhecido como Grande Fome Holandesa, sob ocupação alemã. Esse episódio, analisado pelo neurobiólogo Richard Francis, tornou-se um importante marco para a biologia moderna.

Estudos realizados com os descendentes de mulheres que estavam grávidas durante esse período revelaram que, mesmo décadas depois, esses indivíduos apresentavam maior incidência de doenças metabólicas, como diabetes tipo II, hipertensão e problemas cardiovasculares. Surpreendentemente, essas tendências também foram observadas na geração seguinte, ou seja, nos netos.

As pesquisas demonstraram que não houve alteração na sequência do DNA, o que exclui a ocorrência de mutações genéticas. O que se modificou foi o estado de ativação dos genes: a privação alimentar durante a gestação levou à ativação ou ao silenciamento de genes que normalmente permaneceriam inativos. Essas alterações, de natureza epigenética, foram mantidas ao longo da vida dos indivíduos e transmitidas à descendência.

*Referência:*
*SILVA, Gláucia; DUARTE, Luiz Fernando Dias. Epigênese e epigenética: as muitas vidas do vitalismo ocidental. Horizontes Antropológicos, Porto Alegre, ano 22, n. 46, p. 425–453, 2016.*

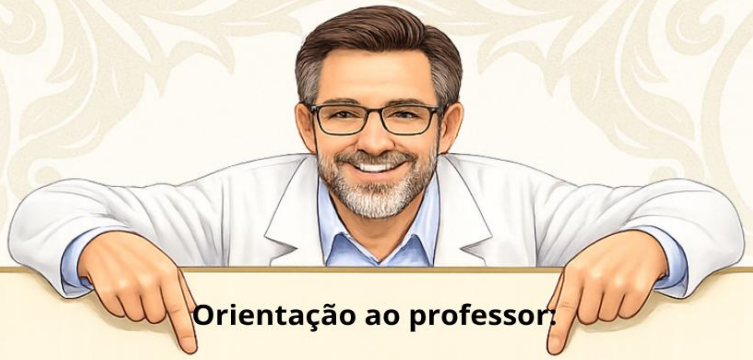
Questões norteadoras

**(OS ALUNOS PODERÃO CONSULTAR O ARTIGO INDICADO NO TEXTO DE APOIO PARA FUNDAMENTAR SUAS RESPOSTAS.)**

1. Por que os efeitos observados nos descendentes da Grande Fome Holandesa não podem ser explicados por mutações genéticas, e como a epigenética ajuda a compreender esse fenômeno?

2. De que maneira as condições ambientais vivenciadas pelas mães durante a gestação podem influenciar a expressão dos genes dos descendentes, sem alterar a sequência do DNA?

3. Em que aspectos esse caso se aproxima das ideias defendidas por Lamarck e por que, ainda assim, a ciência atual não considera esse fenômeno uma confirmação do lamarckismo?



**Orientação ao professor:**

**Conduzir a atividade de forma dialogada, orientando os alunos a analisarem o caso real da Fome Holandesa a partir do texto de apoio e do artigo indicado. Estimular a identificação de que as alterações observadas nos descendentes estão relacionadas à regulação da expressão gênica por mecanismos epigenéticos, e não a mutações na sequência do DNA.**

**Mediar a discussão para que os alunos estabeleçam uma relação crítica com as ideias lamarckistas, destacando semelhanças conceituais quanto à influência do ambiente, mas esclarecendo que a ciência atual não aceita a herança direta de características adquiridas. Sistematizar os conceitos ao final, reforçando a distinção entre mutação genética, epigenética e teorias evolutivas clássicas.**

# Glossário de Epigenética — Parte 1



## 1 Epigenética

Área da Biologia que estuda modificações na regulação da expressão gênica que não alteram a sequência do DNA. Essas modificações podem ser influenciadas por fatores ambientais e, em alguns casos, transmitidas entre células ou gerações.

## 2 Expressão gênica

Processo pelo qual a informação presente em um gene é utilizada pela célula para produzir moléculas funcionais, como proteínas. Um gene pode estar mais ativo, menos ativo ou silenciado.

## 3 Fenótipo

Conjunto de características observáveis de um organismo, como aparência, metabolismo, comportamento e funcionamento fisiológico. O fenótipo resulta da interação entre o material genético, a regulação gênica e o ambiente.

## 4 Gene

Trecho do DNA que contém informações relacionadas à produção de moléculas importantes para o funcionamento do organismo. A atividade dos genes pode ser regulada por mecanismos epigenéticos.

## 5 Genótipo

Conjunto de informações genéticas de um organismo. Indivíduos com genótipos iguais ou semelhantes podem apresentar fenótipos diferentes quando seus genes são expressos de maneiras distintas.

## 6 Herança epigenética

Transmissão de marcas epigenéticas ou padrões de expressão gênica entre células ou, em alguns casos, entre gerações. Esse processo não envolve alteração na sequência do DNA.

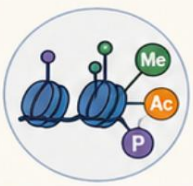
## 7 Histonas

Proteínas associadas ao DNA que ajudam a organizar a cromatina. Modificações químicas nas histonas podem tornar determinados genes mais ou menos acessíveis, influenciando sua ativação ou seu silenciamento.

## 8 Metilação do DNA

Mecanismo epigenético que consiste na adição de grupos metil a determinadas regiões do DNA. Esse processo pode reduzir ou impedir a expressão de certos genes, sem modificar a sequência de bases do DNA.

# Glossário de Epigenética — Parte 2




## 9 Modificações das histonas

Alterações químicas que ocorrem nas proteínas histonas, como metilação, acetilação e fosforilação. Essas modificações influenciam a organização da cromatina e podem favorecer ou dificultar a expressão dos genes.



## 10 Regulação da expressão gênica

Conjunto de mecanismos que controlam quando, onde e em que intensidade os genes serão expressos. A epigenética atua nesse processo, regulando a atividade dos genes sem alterar o DNA.



## 11 Silenciamento gênico

Redução ou bloqueio da expressão de um gene. Pode ocorrer por mecanismos epigenéticos, como a metilação do DNA ou modificações nas histonas.



## 12 Mutação genética

Alteração na sequência do DNA. Diferencia-se dos mecanismos epigenéticos porque modifica a informação genética, enquanto a epigenética regula a expressão dos genes sem alterar essa sequência.



## 13 Marcas epigenéticas

Modificações químicas associadas ao DNA ou às histonas que influenciam a atividade dos genes. Essas marcas podem ativar, reduzir ou silenciar a expressão gênica.




## 14 Acetilação

Tipo de modificação química que pode ocorrer nas histonas. Em geral, está associada a uma cromatina mais aberta, facilitando o acesso aos genes e favorecendo sua expressão.



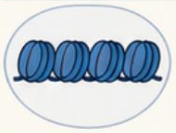

## 15 Metilação das histonas

Tipo de modificação química nas histonas que pode ativar ou silenciar genes, dependendo da região modificada e do contexto celular.



## 16 Cromatina aberta

Estado em que o DNA está menos compactado, permitindo maior acesso aos genes. Nesse caso, a expressão gênica tende a ser facilitada.



## 17 Cromatina compactada

Estado em que o DNA está mais condensado, dificultando o acesso aos genes. Nesse caso, a expressão gênica tende a ser reduzida ou silenciada.



## 04 Resultados

O Produto Educacional resultou na elaboração de um caderno composto por seis atividades organizadas de forma progressiva. A primeira atividade aborda a construção histórica do pensamento evolutivo, propondo a comparação entre Lamarck e Darwin a partir de uma história em quadrinhos. O objetivo é favorecer a compreensão das contribuições históricas desses autores e superar a leitura simplificada baseada na oposição entre erro e acerto. No próprio caderno, a Atividade 1 é apresentada com o objetivo de "compreender e comparar as concepções de Lamarck e Darwin sobre a evolução dos seres vivos" por meio da análise de uma HQ (História em Quadrinhos) .

As atividades seguintes introduzem gradualmente a discussão sobre epigenética. A Atividade 2, intitulada "O mistério dos ratinhos", propõe a análise da influência de fatores ambientais sobre organismos geneticamente idênticos, permitindo discutir a diferença entre genótipo e fenótipo e introduzir a ideia de que o ambiente pode influenciar a expressão das características dos organismos. O caderno explicita que essa atividade tem como objetivo analisar como fatores ambientais podem influenciar características mesmo em organismos com o mesmo material genético.

Na Atividade 3, a discussão avança para os mecanismos epigenéticos propriamente ditos, como a metilação do DNA e as modificações das histonas. Essa atividade busca diferenciar epigenética de mutação genética, reforçando que as alterações epigenéticas regulam a expressão dos genes sem modificar a sequência do DNA. O material apresenta explicitamente esse objetivo ao propor que os estudantes compreendam que características observadas podem ser influenciadas por mecanismos epigenéticos, distinguindo-os de mutações genéticas.

As demais atividades ampliam o diálogo entre evolução, epigenética e ensino de Biologia por meio de situações investigativas, estudos de caso e análise de fenômenos biológicos. O caderno inclui discussões sobre resistência bacteriana, alterações fisiológicas relacionadas ao ambiente, aumento de musculatura em animais domesticados e o caso histórico da Grande Fome Holandesa. Essas propostas permitem que os estudantes comparem interpretações lamarckistas, darwinistas e contemporâneas, desenvolvendo uma compreensão mais ampla dos processos evolutivos.

A construção do Produto Educacional também foi orientada pelos dados produzidos na pesquisa. Os questionários aplicados aos estudantes indicaram predominância de explicações darwinistas em algumas situações, mas também revelaram a presença significativa de concepções próximas ao pensamento lamarckista, especialmente quando relacionadas à influência do ambiente e à herança de experiências vividas. Além disso, os dados apontaram desconhecimento expressivo sobre epigenética, o que reforçou a pertinência de um material voltado à inserção desse tema no ensino de evolução.

A validação do caderno ocorreu por meio de grupo focal com quatro professoras de Biologia da educação básica. As participantes reconheceram a relevância do material para promover uma abordagem mais integrada, crítica e contextualizada do ensino de evolução, destacando como pontos positivos a articulação entre Lamarck, Darwin e epigenética, a diversidade das atividades propostas e sua possibilidade de uso em diferentes contextos escolares.

Entre as sugestões apresentadas, destacaram-se a inclusão de recursos de apoio ao professor, como glossário, textos complementares, QR codes e vídeos explicativos, especialmente para conceitos menos usuais no cotidiano escolar, como histonas, metilação e cromatina. Também foram indicados ajustes visuais, como ampliação de imagens e letras, visando favorecer a acessibilidade e a leitura dos estudantes. Essas contribuições apontam possibilidades de aprimoramento do produto sem comprometer sua proposta pedagógica.

## 05 Conclusão

O caderno de atividades “Lamarck e a Epigenética: uma nova leitura para o ensino da evolução das espécies” constitui um Produto Educacional voltado à ampliação das possibilidades de abordagem do ensino de evolução biológica no Ensino Médio. Ao articular história da ciência, teorias evolutivas e epigenética, o material busca superar leituras reducionistas que apresentam Lamarck apenas como representante de uma teoria equivocada e Darwin como explicação única e definitiva dos processos evolutivos.

A proposta não tem por finalidade substituir a compreensão darwinista da evolução, nem afirmar que a epigenética confirma o lamarckismo clássico. Seu objetivo é promover uma leitura mais crítica e contextualizada da Biologia, permitindo que os estudantes compreendam a ciência como um campo em constante construção, no qual diferentes modelos explicativos podem ser analisados historicamente, comparados e reinterpretados à luz de novas evidências.

Os resultados da pesquisa indicam que o produto responde a uma lacuna importante no ensino de Biologia: a dificuldade de abordar a evolução de modo integrado, histórico e contemporâneo. A pouca familiaridade dos estudantes com a epigenética e a presença de concepções intuitivas relacionadas à influência do ambiente demonstram a relevância de materiais didáticos que favoreçam a problematização, a investigação e o diálogo conceitual.

A validação realizada com professoras de Biologia reforçou a pertinência pedagógica do caderno, destacando sua organização, sua diversidade de atividades e seu potencial para promover discussões mais amplas sobre hereditariedade, adaptação e expressão gênica. Ao mesmo tempo, as sugestões apresentadas pelas participantes evidenciam que o material pode ser aprimorado com a inclusão de recursos complementares de apoio ao professor e aos estudantes.

Conclui-se, portanto, que o Produto Educacional desenvolvido contribui para o ensino de Ciências ao propor uma abordagem inovadora, crítica e atualizada sobre evolução biológica. Sua principal contribuição está em favorecer o diálogo entre conceitos clássicos e contemporâneos, promovendo uma compreensão mais ampla da relação entre ambiente, hereditariedade, expressão gênica e diversidade da vida.

## Referências Bibliográficas

BIZZO, Nelio Marco Vincenzo. *Ciências: fácil ou difícil?*. São Paulo: Ática, 2012.

FRANCIS, Richard C. *Epigenética: como a biologia se transforma com a nova ciência da herança*. Rio de Janeiro: Zahar, 2014.

JABLONKA, Eva; LAMB, Marion J. *Evolution in four dimensions: genetic, epigenetic, behavioral, and symbolic variation in the history of life*. Cambridge, MA: MIT Press, 2014.

MAYR, Ernst. *The growth of biological thought: diversity, evolution and inheritance* . Cambridge: Harvard University Press, 1982.

OPENAI. ChatGPT: *ferramenta de geração e edição de imagens por inteligência artificial*. San Francisco: OpenAI, 2026. Disponível em: https://chat.openai.com/

Algumas ilustrações presentes no caderno de atividades foram produzidas com auxílio da ferramenta ChatGPT/OpenAI, a partir de prompts elaborados pelo autor, sendo posteriormente revisadas quanto à coerência didática, clareza visual e adequação conceitual ao conteúdo abordado.