



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO DE MESTRADO PROFISSIONAL EM
ENSINO DE BIOLOGIA - PROFBIO

JEFFERSON BAHR

**DA CIÊNCIA AO ENSINO DE CIÊNCIAS: O uso das correspondências entre
Fritz Müller e Charles Darwin como ferramenta educacional para o ensino de
Ecologia.**

Florianópolis/SC

2024

Jefferson Bahr

**DA CIÊNCIA AO ENSINO DE CIÊNCIAS: O uso das correspondências entre
Fritz Müller e Charles Darwin como ferramenta educacional para o ensino de
Ecologia.**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Biologia (PROFBIO) da Universidade Federal de Santa Catarina como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Biologia.

Orientador: Prof. Dr. Carlos R. Tonussi

Florianópolis/SC

2024

Bahr, Jefferson

Da ciência ao ensino de ciências: : O uso das correspondências de Fritz Müller e Charles Darwin como ferramenta educacional para o ensino de Ecologia. / Jefferson Bahr ; orientador, Carlos Rogerio Tonussi, 2024. 146 p.

Dissertação (mestrado profissional) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Biológicas, Programa de Pós-Graduação Profissional em Ensino de Biologia - PROFBIO, Florianópolis, 2024.

Inclui referências.

1. Ensino de Biologia. 2. Ensino de Biologia e Ecologia. 3. Fritz Müller. 4. BNCC. 5. Charles Darwin. I. Tonussi, Carlos Rogerio. II. Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação Profissional em Ensino de Biologia - PROFBIO. III. Título.

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Jefferson Bahr

**DA CIÊNCIA AO ENSINO DE CIÊNCIAS: O uso das correspondências entre
Fritz Müller e Charles Darwin como ferramenta educacional para o ensino de
Ecologia.**

O presente trabalho em nível de Mestrado foi avaliado e aprovado, em 12 de julho de 2024, pela banca examinadora composta pelos seguintes membros:

Prof. Dr. Alberto Lindner

Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC

Prof. Dr. Rodrigo Diego de Souza

Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC

Prof.(a) Dra. Jaqueline Maria Ramos da Silva

Secretaria do estado de Educação – SED/SC

Certificamos que esta é a versão original e final do trabalho de conclusão que foi julgado adequado para obtenção do título de MESTRE em Ensino de Biologia.

Coordenação do Programa de Pós-Graduação

Prof. Dr. Carlos R. Tonussi

Orientador

Florianópolis/SC

2024

AGRADECIMENTO

Agradeço à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo suporte financeiro e acadêmico fornecido. Este trabalho foi realizado com o apoio da CAPES - Brasil (Código de Financiamento 001).

Com imensa gratidão e apreço, expresso meus sinceros agradecimentos ao meu orientador, Professor Dr. Carlos Rogério Tonussi. Sua paciência, sabedoria e orientação incansáveis foram fundamentais ao longo de todo este projeto. Seu apoio não apenas impulsionou o desenvolvimento deste trabalho, mas também me ensinou a importância da perseverança e do rigor acadêmico em minha formação como pesquisador.

Também registro meus profundos agradecimentos aos membros da banca examinadora, Dr. Alberto Lindner (UFSC), Dr. Rodrigo Diego de Souza (UFSC) e Dr^a. Jaqueline Maria Ramos da Silva (SED/SC), pelo tempo dedicado e pelas valiosas contribuições. Suas observações e sugestões foram determinantes para o aprimoramento deste trabalho e me motivam a seguir no caminho do desenvolvimento acadêmico. Agradeço a todos pela generosidade e pelo comprometimento, que tornaram este processo uma experiência enriquecedora de aprendizado e crescimento.

Por fim, mas com igual importância, estendo meu sincero reconhecimento aos meus amigos, cujo apoio constante e compreensão foram pilares indispensáveis ao longo desta jornada. Sem o incentivo e os momentos de descontração proporcionados por eles, os desafios enfrentados teriam sido muito mais difíceis de superar.



RELATO DO MESTRANDO

INSTITUIÇÃO: Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC
MESTRANDO: Jefferson Bahr
TÍTULO DO TCM: Da ciência ao ensino de ciências: O uso das correspondências entre Fritz Müller e Charles Darwin como ferramenta educacional para o ensino de Ecologia.
DATA DA DEFESA: 12/07/2024
Desde jovem, sempre fui fascinado pela Biologia, especialmente pela diversidade da vida e a complexidade dos processos que sustentam o nosso planeta. Esse interesse me levou a seguir carreira como professor de Biologia, onde atuo há 24 anos na rede pública e privada. Minha formação em Ciências Biológicas me forneceu uma base sólida de conhecimento, e minha experiência no ensino me permitiu desenvolver e refinar habilidades pedagógicas importantes. Além de ensinar o conteúdo curricular, procuro sempre inspirar nos alunos um senso de curiosidade pela Biologia, incentivando-os a explorar o mundo ao seu redor. Ao longo da minha carreira, busquei constantemente me aperfeiçoar, essa busca por aprimoramento culminou na decisão de ingressar no PROFBIO - Mestrado Profissional no Ensino de Biologia na UFSC, como um passo fundamental para inovar minhas práticas pedagógicas e aprofundar meu entendimento sobre o ensino de Biologia. Escolhi a UFSC por sua excelência acadêmica e pela infraestrutura de pesquisa de qualidade. O programa PROFBIO, com seu enfoque prático e aplicado, está alinhado com meu objetivo de melhorar o ensino de Biologia e contribuir para a educação científica dos meus alunos. Estou convicto de que o PROFBIO na UFSC foi uma experiência transformadora, tanto para minha carreira quanto para meus alunos, que certamente se beneficiarão dos conhecimentos e habilidades que adquiri. Estou certo de que, com o PROFBIO, estarei ainda mais preparado para inspirar e transformar o ensino de Biologia.

RESUMO

A pesquisa investiga a viabilidade da utilização das cartas trocadas entre Fritz Müller e Charles Darwin como recurso didático para o ensino de Ecologia no novo Ensino Médio, em conformidade com as competências e habilidades da Base Nacional Comum Curricular (BNCC). O objetivo é enriquecer o ensino de Biologia, tornando-o mais dinâmico e relevante, e contribuir para a formação de alunos críticos, conscientes e preparados para enfrentar desafios ecológicos contemporâneos. A importância do estudo reside na valorização do uso de fontes históricas, como as correspondências entre Müller e Darwin, como recurso didático no ensino de Ecologia. A pesquisa questiona se essas cartas podem ser alinhadas com as competências e habilidades da BNCC, enriquecendo o ensino de Biologia e preparando os alunos para os desafios ecológicos atuais. A metodologia emprega a análise de conteúdo de Laurence Bardin, uma técnica sistemática e objetiva para descrever e interpretar o conteúdo de mensagens e textos. A análise envolve fases de pré-análise, exploração do material e interpretação dos resultados, utilizando uma leitura criteriosa de 110 cartas trocadas entre Müller e Darwin, acessadas através do "*The Darwin Correspondence Project*" da Universidade de Cambridge. As cartas foram tabuladas cronologicamente e os temas abordados foram sintetizados para facilitar a análise. Os resultados indicam que as correspondências entre Müller e Darwin poderão ser uma ferramenta educacional eficaz no ensino de Ecologia, alinhando-se com as competências científicas necessárias para a compreensão ecológica. A análise detalhada das cartas demonstrou que elas podem enriquecer o ensino de Ecologia, promovendo uma aprendizagem mais contextualizada e interdisciplinar. As correspondências fornecem exemplos práticos de habilidades científicas essenciais, como observação, descrição e argumentação, contribuindo para o desenvolvimento de competências na ciência da natureza. A pesquisa conta com um produto que é um guia da utilização das correspondências como ferramenta pedagógica com 40 perguntas problematizadoras para o ensino de Ecologia com base nas cartas, alinhadas às competências e habilidades da BNCC e uma tabela com todas as cartas trocadas entre os cientistas em ordem cronológica, acompanhadas de um resumo de cada correspondência.

Palavras chave: Ensino de ecologia, Ensino médio, Análise de conteúdo, Fritz Müller, Charles Darwin.

ABSTRACT

This research examines the feasibility of using the letters exchanged between Fritz Müller and Charles Darwin as a didactic resource for teaching Ecology in the new high school curriculum, according to the competencies and skills established by the National Common Curricular Base (BNCC). The primary objective is to enrich biology teaching, making it more dynamic and relevant, as well as contributing to the formation of critical, conscious students capable of facing contemporary ecological challenges. The relevance of the study lies in valuing historical sources, specifically the correspondence between Darwin and Müller, as educational tools in teaching ecology. The research investigates whether these letters can be aligned with the competencies and skills of the BNCC, promoting enriched biology teaching and preparing students for current ecological challenges. The methodology adopted is based on the content analysis proposed by Laurence Bardin, a systematic and objective technique for describing and interpreting the content of messages and texts. The analysis process includes phases of pre-analysis, material exploration, and result interpretation, using a detailed reading of 110 letters exchanged between Darwin and Müller, accessed through "The Darwin Correspondence Project" of the University of Cambridge. The letters were organized chronologically, and the themes addressed were synthesized to facilitate analysis. The results indicate that the correspondence between Darwin and Müller may be an effective educational tool in teaching ecology, aligning with the scientific competencies necessary for ecological understanding. The detailed analysis of the letters demonstrates that they can enrich ecology teaching, promoting a more contextualized and interdisciplinary learning experience. The correspondence offers practical examples of essential scientific skills, such as observation, description, and argumentation, contributing to the development of competencies in the natural sciences. The research features a product consisting of a guide for the pedagogical use of correspondence, containing 40 inquiry-based questions for teaching Ecology, based on the letters and aligned with the competencies and skills outlined by the BNCC. Additionally, it includes a table listing all the letters exchanged between the scientists in chronological order, each accompanied by a summary of the respective correspondence.

Keywords: Ecology teaching, High school, Content analysis, Fritz Müller, Charles Darwin

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1: LINHA DO TEMPO DA IMPLEMENTAÇÃO E REFORMULAÇÕES DO ENSINO MÉDIO.....	14
FIGURA 2: (A) REGISTRO FOTOGRÁFICO DE CHARLES DARWIN, (B) CAPA DO LIVRO PARA DARWIN DE AUTORIA DE MÜLLER E (C) FOTO DE FRITZ MÜLLER EM MEIO A NATUREZA.	28
FIGURA 3: FLUXOGRAMA DO MÉTODO DE BARDIN.....	35

LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1: PERCENTUAL DE CONVERGÊNCIA ENTRE AS COMPETÊNCIAS DA BNCC NAS CARTAS.	46
---	----

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1: LISTA COM A CORRELAÇÃO DAS CARTAS TROCADAS ENTRE DARWIN E MÜLLER COM AS COMPETÊNCIAS DA BNCC.	42
QUADRO 2: PERCENTUAL DE FREQUÊNCIA DAS HABILIDADES POR COMPETÊNCIA DO ENSINO MÉDIO QUE ESTÃO RELACIONADAS AS CARTAS AVALIADAS.....	54

LISTA DE TABELAS

TABELA 1: LISTAGEM DAS 26 HABILIDADES DA ÁREA DA CIÊNCIA DA NATUREZA NO ENSINO MÉDIO.....	18
TABELA 2: HABILIDADE DA BNCC RELACIONADAS À ECOLOGIA E SUAS TEMÁTICAS.....	25
TABELA 3: UNIDADE DE REGISTO E DE CONTEXTO	37
TABELA 4: ASSOCIAÇÃO DAS HABILIDADES POR COMPETÊNCIA QUE ESTÃO PRESENTE NAS CARTAS DE FRITZ MÜLLER E CHARLES DARWIN	47
TABELA 5: AGRUPAMENTO DAS CARTAS LIGADAS A 9 HABILIDADES RELACIONAS AO ENSINO DE ECOLOGIA.....	57

LISTA ABREVIATURAS E SIGLAS

BNCC - Base Nacional Comum Curricular

CAPES - Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior

CN – Ciências da Natureza

DCP – Darwin Correspondence Project

NEM – Novo Ensino Médio

TDIC - Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação

UC – Unidade Curricular

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	11
1.1. HIPÓTESE	12
2. OBJETIVOS	13
2.1. Objetivo geral.....	13
2.2. Objetivos específicos	13
3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	14
3.1 O novo ensino médio e a biologia no novo ensino médio.....	14
3.2 As ciências da natureza no novo ensino médio.....	16
3.3. Biologia no novo ensino médio	18
3.3.1. A Biologia que estuda as relações do ser com o meio – Ecologia.....	23
3.4. Cartas entre Müller e Darwin: contribuição para ensino da ecologia.....	27
3.5. Correlação das correspondências com competências da BNCC	31
4. METODOLOGIA	35
4.1. Descrição do método	35
4.2. Detalhamento da aplicação do método.....	37
5. RESULTADO E DISCUSSÃO	39
5.1. Correlação das cartas de Müller e Darwin com as competências da BNCC.....	40
5.2. Associação das habilidades pertencentes a competência em relação às cartas trocadas entre Müller e Darwin.....	46
5.3. Convergências entre as competências e habilidades, ligadas ao ensino de ecologia presentes nas cartas trocadas por Müller e Darwin.....	57
5.4. Reconhecimento de questões guia para ensino de ecologia a partir das cartas Müller e Darwin.....	67
6. CONCLUSÃO	69
7. REFERÊNCIAS.....	70
8. APÊNDICE	78
8.1. Apêndice 1 – Guia para o ensino de Ecologia com o uso de Perguntas Problematicadoras na Educação: Ferramentas para o Pensamento Crítico e a Investigação Científica em Biologia.	79

INTRODUÇÃO

A presente pesquisa investiga correlação das cartas trocadas entre Fritz Müller e Charles Darwin e sua viabilidade como recurso didático para o ensino de ecologia no novo ensino médio em conformidade com as competências e habilidades da Base Nacional Comum Curricular (BNCC).

A BNCC estabelece diretrizes para desenvolver uma compreensão holística e crítica dos fenômenos naturais e das interações ecológicas, capacitando os estudantes a tomarem decisões sustentáveis e responsáveis. A integração de metodologias ativas e inovadoras, como a análise de fontes primárias, é essencial para engajar os estudantes e promover uma aprendizagem significativa. Assim, este estudo busca identificar se as correspondências estão alinhadas às diretrizes da BNCC, para enriquecer o ensino de Biologia, tornando-o mais dinâmico e relevante, e contribuindo para a formação de alunos críticos, conscientes e preparados para enfrentar os desafios ecológicos contemporâneos.

Santos e Mortimer (2002) destacam que a integração de textos históricos na educação científica, especialmente em disciplinas como Biologia, pode proporcionar uma compreensão mais rica e contextualizada do desenvolvimento desses campos de estudo. Questiona-se, portanto: O uso das cartas trocadas entre Müller e Darwin está em consonância com as competências e habilidades da BNCC para aprimorar o ensino de Ecologia no modelo atual de Ensino Médio?

Buscando elucidar este questionamento de forma contributiva com a ciência da natureza no campo da biologia em especial a ensino de ecologia este trabalho foi desenvolvido.

O primeiro momento contempla-se um breve apanhado sobre o novo ensino médio (NEM) e a biologia no NEM. Neste tópico inicial, pontuam-se as mudanças recentes nas diretrizes educacionais e como essas alterações impactam o ensino da biologia, com enfoque especial no ensino da ecologia. Observamos também, pontualmente, os desafios de, no processo de ensino-aprendizagem, desenvolver competências e habilidades pertinentes ao mundo contemporâneo. Abordamos as novas metodologias e práticas pedagógicas, além de destacar os desafios e oportunidades que surgem com essa reestruturação do ensino médio. Este tópico é especialmente relevante por ser a plataforma para entendimento do contexto no qual esta pesquisa se insere.

Na sequência, há um breve histórico de Fritz Müller e Charles Darwin, explorando a troca de cartas entre os dois. Além de contextualizar a relação entre os cientistas, destacamos a importância dessas correspondências para o ensino de ecologia. Procuramos estabelecer como estes documentos históricos são valiosos no processo de letramento científico do aluno e desenvolvimento contínuo de novas práticas por parte dos professores.

O terceiro tópico, abrange os recursos metodológicos utilizados para a condução da pesquisa. Detalha-se os métodos de coleta e análise de dados, bem como as ferramentas e técnicas empregadas. Explicamos o processo de seleção dos participantes e os instrumentos de pesquisa. A descrição dos procedimentos metodológicos garante a replicabilidade do estudo e a credibilidade dos resultados.

Por fim, são apresentados resultados e a discussão acerca dos objetivos traçados nesta pesquisa, apontando-se possíveis implicações práticas dos resultados. Como desfecho da presente pesquisa, apresentamos as considerações finais à luz de uma perspectiva de continuidade futura deste trabalho.

1.1 Hipótese

A hipótese de pesquisa é que nas correspondências trocadas entre Fritz Müller e Charles Darwin existem questões problematizadoras que podem ser exploradas para a implementação de abordagens investigativas que atendam ao ensino de ecologia no novo ensino médio.

OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Correlacionar as correspondências trocadas entre Fritz Müller e Charles Darwin com as competências e habilidades específicas da área das Ciências da Natureza e suas Tecnologias no Ensino Médio citadas na BNCC.

2.2 Objetivos específicos

- Reconhecer nas correspondências trocadas entre Fritz Müller e Charles Darwin temas que podem ser relacionados ao ensino de Ecologia usando como base as competências e habilidades citadas BNCC;
- Elencar perguntas problematizadoras aplicáveis aos temas selecionados no ensino de Ecologia;
- Redigir um guia de orientação para a realização de atividades investigativas para professores do ensino médio, utilizando os temas selecionados.

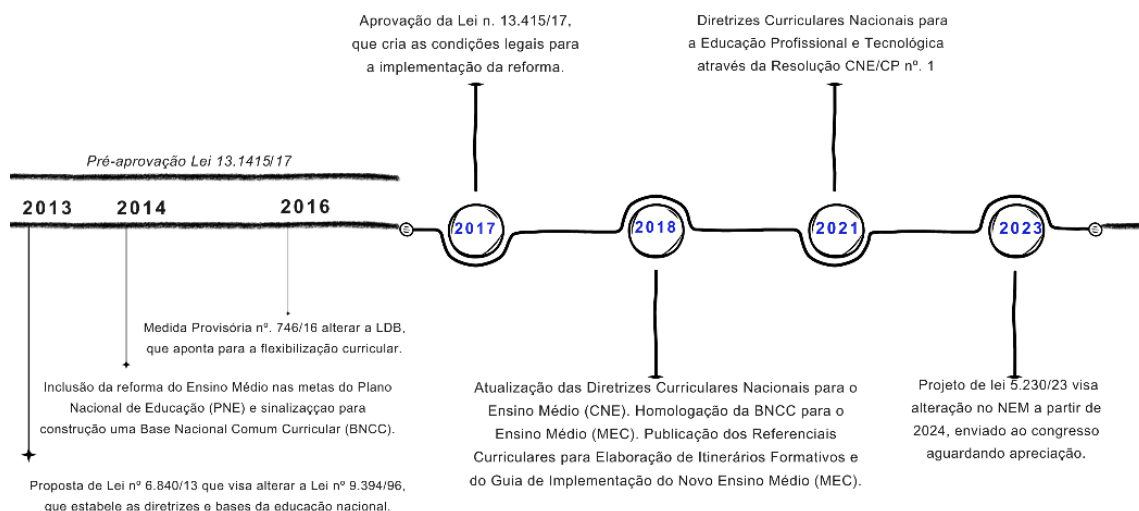
3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 O NOVO ENSINO MÉDIO E A BIOLOGIA NO NOVO ENSINO MÉDIO

O Novo Ensino Médio (NEM) no Brasil, implementado a partir de mudanças introduzidas pela [Lei nº 13.415/2017](#), é uma reforma educacional que visa tornar o ensino médio mais atrativo, flexível e alinhado às necessidades e interesses dos estudantes (BNCC, 2018a p.101). O NEM e a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) apontam para uma abordagem inovadora e mais dinâmica em relação ao processo de ensino e aprendizagem. Essa nova estrutura curricular destaca a importância de desenvolver competências¹ e habilidades² em detrimento de seguir rigidamente uma lista pré-definida de conteúdo.

Esta reforma recebeu inúmeras e severas críticas, associadas a forma como ocorreu sua implementação (Silva, 2018) e ao conteúdo que a mesma aborda (Hobold, 2023 e Felipi; Silva; Costa, 2021). Vêm ao longo dos anos sofrendo reformulações (Figura 1).

Figura 1: Linha do tempo da implementação e reformulações do ensino médio.



Fonte: Elaborado pelo autor

¹ Competências - Uma das definições mais aceitas e conhecidas é a do filósofo francês Philippe Perrenoud, que diz: “Competência é a faculdade de mobilizar um conjunto de recursos cognitivos (saberes, capacidades, informações etc.) para solucionar com pertinência e eficácia uma série de situações”. (Perrenoud, 1999, p. 30)

² Habilidades - Segundo o dicionário Aurélio, habilidade é “qualidade daquele que é hábil; capacidade, destreza, agilidade: ter habilidade para trabalhos manuais (...)”. No contexto educacional habilidade trata-se de uma sequência de modos operatórios, de induções e deduções, onde são utilizados esquemas de alto nível para se solucionar ou inferir sobre situações do cotidiano (Silva; Felicetti, 2014).

É crucial manter a divisão inicial da estrutura curricular do ensino médio, pois ela garante uma formação integral dos alunos. Manter a estrutura das ciências básicas e complementares é essencial para que os estudantes compreendam os conceitos fundamentais e desenvolvam habilidades críticas. As ciências básicas, como Biologia, Física e Química, oferecem a base teórica necessária, enquanto as ciências complementares, como Ecologia e Biotecnologia, permitem a aplicação prática do conhecimento. Essa estrutura equilibrada promove uma educação abrangente, preparando os alunos para os desafios contemporâneos e contribuindo para a formação de cidadãos bem-informados e capacitados.

A BNCC preconiza um currículo que incentiva os alunos a buscarem explicações e pensarem em alternativas nas diversas áreas de conhecimento ao longo de toda a sua educação (Young, 2014). Ela está integrada a um conjunto amplo de políticas públicas educacionais e participa das discussões sobre o que deve ser ensinado na educação básica (Franco; Munford, 2018). Com isso, a BNCC guia e estrutura a elaboração e adaptação dos currículos e das propostas pedagógicas, garantindo que o ensino seja relevante e adequado às necessidades dos estudantes (Brasil, 2018b, p. 5).

A modificação da estrutura curricular vivenciada atualmente no ensino médio divide esta etapa da educação básica em duas partes principais: (a) Formação Geral Básica (FGB) e a (b) Parte Flexível constituída pelos itinerários formativos (IF), projeto de vida e segunda língua estrangeira.

A. Formação Geral Básica (FGB):

Obrigatória para todos os alunos e corresponde a cerca de 60% da carga horária total do ensino médio. Ela engloba as competências e habilidades previstas na BNCC e é distribuída nas seguintes áreas de conhecimento:

- *Linguagens e suas Tecnologias*- Arte, Educação Física, Inglês, Literatura e Português;
- *Matemática e suas Tecnologias*- Matemática;
- *Ciências da Natureza e suas Tecnologias*- Biologia, Física e Química;
- *Ciências Humanas e Sociais Aplicadas*- Filosofia, Geografia, História e Sociologia

B. Parte Flexível - Itinerários Formativos:

A parte flexível do currículo, aproximadamente 40% da carga horária, oferece aos estudantes a oportunidade de aprofundarem seus conhecimentos em áreas específicas de seu interesse.

Cada estado da federação brasileira estabeleceu quais disciplinas seriam ofertadas nesta etapa da formação guiando-se pelas orientações da [Portaria nº 1432/18](#) que estabelece os referenciais para elaboração dos itinerários formativos, por sua vez, estados e as escolas elaboraram seus percursos formativos preconizados dentro de cinco grandes áreas, que são:

- *Linguagens e suas Tecnologias*
- *Matemática e suas Tecnologias*
- *Ciências da Natureza e suas Tecnologias*
- *Ciências Humanas e Sociais Aplicadas*
- *Formação Técnica e Profissional*

Além dessas divisões, o NEM incentiva metodologias de ensino interdisciplinares, projetos integradores, e o uso de tecnologia em sala de aula, visando preparar os estudantes de maneira ampla para os desafios do futuro, seja no ensino superior, no mercado de trabalho ou na vida cidadã alinhando-se, portanto, ao que é preconizado na educação 4.0; que tem como conceito central *learning by doing*, ou seja, é aprender fazendo (Souza; Oliveira, 2022).

3.2 AS CIÊNCIAS DA NATUREZA NO NOVO ENSINO MÉDIO

Na BNCC, é a área das ciências da natureza (CN) que tem compromisso com o desenvolvimento do letramento científico, que envolve a capacidade de compreender e interpretar o mundo (natural, social e tecnológico); mas também de transformá-lo com base nos aportes teóricos e processuais da ciência. Com um olhar articulado com os diversos campos do saber, integra a compreensão dos fenômenos naturais e o desenvolvimento do pensamento científico (BNCC, 2018c, p.68).

A aprendizagem deve estar vinculada a um conjunto de ações que proporcionem ao aluno ir além de uma abordagem conceitual e que, por meio de ações articuladas com

diferentes áreas do conhecimento, possibilite ao estudante investigar, analisar e discutir situações-problema, além de compreender e interpretar leis, podendo aplicá-las em prol da sociedade. Objetivando este resultado, a BNNC estabelece três competências específicas de ciências da natureza e suas tecnologias, para o ensino médio que são:

1. Verificar fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas interações e relações entre matéria e energia, para propor ações individuais e coletivas que aperfeiçoem processos produtivos, minimizem impactos socioambientais e melhorem as condições de vida em âmbito local, regional e global.

2. Analisar e utilizar interpretações sobre a dinâmica da Vida, da Terra e do Cosmos para elaborar argumentos, realizar previsões sobre o funcionamento e a evolução dos seres vivos e do Universo, e fundamentar e defender decisões éticas e responsáveis.

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

A CN é formada por três ciências distintas (Biologia, Física e Química) que se correlacionam para formar um dos pilares do saber humano. A interdisciplinaridade como articuladora na prática reflexiva, com as realidades dos indivíduos no processo de socialização consiste o importante desafio didático na área das CN proposto pelo NEM (Silva; Silva; Rodrigues, 2024).

Ressalva-se que este desafio não é simples. Machado e Schneider (2011) alertam que quando não bem estruturado o processo interdisciplinar tende a criar o que identifica como “objeto de ninguém”, visto que para ter interdisciplinaridade é preciso haver disciplinas. A apropriação e/ou aprimoramento do conhecimento pertinente e específico a cada área, deve ser viabilizada aos alunos.

Por esta mesma ótica Santomé afirma:

“Convém não esquecer que, para que haja interdisciplinaridade, é preciso que haja disciplinas. As propostas interdisciplinares surgem e desenvolvem-se apoiando nas disciplinas; a própria riqueza da interdisciplinaridade depende do grau de desenvolvimento atingido pelas disciplinas e estas, por sua vez, serão

afetadas positivamente pelos seus contatos e colaborações interdisciplinares” (Santomé, 1998, p.61).

É primordial lembrar que os conhecimentos/conteúdos das disciplinas da área das CN devem necessariamente fazer desta, ponte de experiências acumuladas por cada aluno (Prazeres, 2019). Diante desse cenário, ao organizar as informações e integrá-las às suas vivências, estabelecendo assim um sentido mais concreto aos conhecimentos obtidos, a articulação destes saberes com seu cotidiano ocorrerá de forma fluída (Cordeiro; Shaw, 2023).

Portanto, para o ensino nesta abordagem interdisciplinar, destaca-se a biologia, pois interage com os aspectos mais complexos da vida e do ambiente natural. Interligando a demais ciências da área, fornece bases de conhecimento que viabilizam a compreensão mais holística da vida e suas manifestações.

3.3 BIOLOGIA NO NOVO ENSINO MÉDIO

A biologia é vista não como uma disciplina isolada, mas como parte de uma rede de conhecimentos que se conecta com a química e a física, como já mencionado. Centrada não apenas nos conteúdos específicos, mas no processo de desenvolvimento do aluno, tem como interesse cidadãos críticos e autônomos preparados para buscar as respostas.

Objetivando desenvolver competências pertencentes a área das CN uma série de habilidades são elencadas ao ensino da biologia no NEM (Tabela 1). Buscam viabilizar ao aluno investigar e/ou compreender a vida em suas diversas formas e níveis de organização, bem como com uma abordagem interdisciplinar, tratar de temas como mudanças climáticas, bioética e biotecnologia.

Tabela 1: Listagem das 26 habilidades da área da ciência da natureza no ensino médio.

Código	Habilidade
EM13CNT101	Analisar e representar, com ou sem o uso de dispositivos e de aplicativos digitais específicos, as transformações e conservações em sistemas que envolvam quantidade de matéria, de energia e de movimento para realizar previsões sobre seus comportamentos em situações cotidianas e em processos produtivos que priorizem o desenvolvimento sustentável, o uso consciente dos recursos naturais e a preservação da vida em todas as suas formas.

EM13CNT102	Realizar previsões, avaliar intervenções e/ou construir protótipos de sistemas térmicos que visem à sustentabilidade, considerando sua composição e os efeitos das variáveis termodinâmicas sobre seu funcionamento, considerando também o uso de tecnologias digitais que auxiliem no cálculo de estimativas e no apoio à construção dos protótipos.
EM13CNT103	Utilizar o conhecimento sobre as radiações e suas origens para avaliar as potencialidades e os riscos de sua aplicação em equipamentos de uso cotidiano, na saúde, no ambiente, na indústria, na agricultura e na geração de energia elétrica.
EM13CNT104	Avaliar os benefícios e os riscos à saúde e ao ambiente, considerando a composição, a toxicidade e a reatividade de diferentes materiais e produtos, como também o nível de exposição a eles, posicionando-se criticamente e propondo soluções individuais e/ou coletivas para seus usos e descartes responsáveis.
EM13CNT105	Analisar os ciclos biogeoquímicos e interpretar os efeitos de fenômenos naturais e da interferência humana sobre esses ciclos, para promover ações individuais e/ou coletivas que minimizem consequências nocivas à vida.
EM13CNT106	Avaliar, com ou sem o uso de dispositivos e aplicativos digitais, tecnologias e possíveis soluções para as demandas que envolvem a geração, o transporte, a distribuição e o consumo de energia elétrica, considerando a disponibilidade de recursos, a eficiência energética, a relação custo/benefício, as características geográficas e ambientais, a produção de resíduos e os impactos socioambientais e culturais.
EM13CNT107	Realizar previsões qualitativas e quantitativas sobre o funcionamento de geradores, motores elétricos e seus componentes, bobinas, transformadores, pilhas, baterias e dispositivos eletrônicos, com base na análise dos processos de transformação e condução de energia envolvidos com ou sem o uso de dispositivos e aplicativos digitais, para propor ações que visem a sustentabilidade.
EM13CNT201	Analisar e discutir modelos, teorias e leis propostos em diferentes épocas e culturas para comparar distintas explicações sobre o surgimento e a evolução da Vida, da Terra e do Universo com as teorias científicas aceitas atualmente.
EM13CNT202	Analisar as diversas formas de manifestação da vida em seus diferentes níveis de organização, bem como as condições ambientais favoráveis e os fatores limitantes a elas, com ou sem o uso de dispositivos e aplicativos digitais (como softwares de simulação e de realidade virtual, entre outros).
EM13CNT203	Avaliar e prever efeitos de intervenções nos ecossistemas, e seus impactos nos seres vivos e no corpo humano, com base nos mecanismos de manutenção da vida, nos ciclos da matéria e nas transformações e transferências de energia, utilizando representações e simulações sobre tais fatores, com ou sem o uso de dispositivos e aplicativos digitais (como softwares de simulação e de realidade virtual, entre outros).
EM13CNT204	Elaborar explicações, previsões e cálculos a respeito dos movimentos de objetos na Terra, no Sistema Solar e no Universo com base na análise das interações gravitacionais, com ou sem o uso de dispositivos e aplicativos digitais (como softwares de simulação e de realidade virtual, entre outros).
EM13CNT205	Interpretar resultados e realizar previsões sobre atividades experimentais, fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas noções de probabilidade e incerteza, reconhecendo os limites explicativos das ciências.
EM13CNT206	Discutir a importância da preservação e conservação da biodiversidade, considerando parâmetros qualitativos e quantitativos, e avaliar os efeitos da

	ação humana e das políticas ambientais para a garantia da sustentabilidade do planeta.
EM13CNT207	Identificar, analisar e discutir vulnerabilidades vinculadas às vivências e aos desafios contemporâneos aos quais as juventudes estão expostas, considerando os aspectos físico, psicoemocional e social, a fim de desenvolver e divulgar ações de prevenção e de promoção da saúde e do bem-estar.
EM13CNT208	Aplicar os 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.
EM13CNT209	Analisar a evolução estelar associando-a aos modelos de origem e distribuição dos elementos químicos no Universo, compreendendo suas relações com as condições necessárias ao surgimento de sistemas solares e planetários, suas estruturas e composições e as possibilidades de existência de vida, utilizando representações e simulações, com ou sem o uso de dispositivos e aplicativos digitais (como softwares de simulação e de realidade virtual, entre outros).
EM13CNT301	Construir questões, elaborar hipóteses, previsões e estimativas, empregar instrumentos de medição e representar e interpretar modelos explicativos, dados e/ou resultados experimentais para construir, avaliar e justificar conclusões no enfrentamento de situações-problema sob uma perspectiva científica.
EM13CNT302	Comunicar, para públicos variados, em diversos contextos, resultados de análises, pesquisas e/ou experimentos, elaborando e/ou interpretando textos, gráficos, tabelas, símbolos, códigos, sistemas de classificação e equações, por meio de diferentes linguagens, mídias, tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC), de modo a participar e/ou promover debates em torno de temas científicos e/ou tecnológicos de relevância sociocultural e ambiental.
EM13CNT303	Interpretar textos de divulgação científica que tratem de temáticas das Ciências da Natureza, disponíveis em diferentes mídias, considerando a apresentação dos dados, tanto na forma de textos como em equações, gráficos e/ou tabelas, a consistência dos argumentos e a coerência das conclusões, visando construir estratégias de seleção de fontes confiáveis de informações.
EM13CNT304	Analisar e debater situações controversas sobre a aplicação de conhecimentos da área de Ciências da Natureza (tais como tecnologias do DNA, tratamentos com células-tronco, neurotecnologias, produção de tecnologias de defesa, estratégias de controle de pragas, entre outros), com base em argumentos consistentes, legais, éticos e responsáveis, distinguindo diferentes pontos de vista.
EM13CNT305	Investigar e discutir o uso indevido de conhecimentos das Ciências da Natureza na justificativa de processos de discriminação, segregação e privação de direitos individuais e coletivos, em diferentes contextos sociais e históricos, para promover a equidade e o respeito à diversidade.
EM13CNT306	Avaliar os riscos envolvidos em atividades cotidianas, aplicando conhecimentos das Ciências da Natureza, para justificar o uso de equipamentos e recursos, bem como comportamentos de segurança, visando à integridade física, individual e coletiva, e socioambiental, podendo fazer uso de dispositivos e aplicativos digitais que viabilizem a estruturação de simulações de tais riscos.
EM13CNT307	Analisar as propriedades dos materiais para avaliar a adequação de seu uso em diferentes aplicações (industriais, cotidianas, arquitetônicas ou

	tecnológicas) e/ ou propor soluções seguras e sustentáveis considerando seu contexto local e cotidiano.
EM13CNT308	Investigar e analisar o funcionamento de equipamentos elétricos e/ou eletrônicos e sistemas de automação para compreender as tecnologias contemporâneas e avaliar seus impactos sociais, culturais e ambientais.
EM13CNT309	Analisar questões socioambientais, políticas e econômicas relativas à dependência do mundo atual em relação aos recursos não renováveis e discutir a necessidade de introdução de alternativas e novas tecnologias energéticas e de materiais, comparando diferentes tipos de motores e processos de produção de novos materiais.
EM13CNT310	Investigar e analisar os efeitos de programas de infraestrutura e demais serviços básicos (saneamento, energia elétrica, transporte, telecomunicações, cobertura vacinal, atendimento primário à saúde e produção de alimentos, entre outros) e identificar necessidades locais e/ou regionais em relação a esses serviços, a fim de avaliar e/ou promover ações que contribuam para a melhoria na qualidade de vida e nas condições de saúde da população.

Fonte: Brasil, 2018

A BNCC define que o ensino de biologia deve capacitar os alunos a:

- Compreender a Vida em Diversos Níveis: Desde o molecular até o ecossistêmico, incentivando a compreensão dos processos que regem a vida, como metabolismo, genética, evolução e ecologia.
- Analisar Interdependências: Compreender as complexas interações entre os seres vivos, incluindo os humanos, e entre estes e o ambiente, destacando a importância da biodiversidade e da sustentabilidade.
- Aplicar Conhecimentos em Contextos Diversos: Utilizar o conhecimento biológico para argumentar cientificamente sobre questões éticas, socioambientais e de saúde, promovendo uma visão crítica e construtiva.

O ensino por desenvolvimento de competências e habilidades almeja organizar o conhecimento a partir não da lógica que estrutura a ciência, mas de situações de aprendizagem que tenham sentido para o aluno, oferecendo-lhe subsídios que lhe permitam adquirir um instrumental para agir em diversos contextos e, principalmente, em situações inéditas de vida. Consiste, portanto, na inversão do que tem sido ensinado em Biologia, de forma descontextualizada, sem levar em consideração as vivências e práticas reais do educando (Brasil, 2002).

Gheno, Silva e Dal-Farra (2017) alinhados a Almeida (1998) apontam que o conteúdo tradicional deve ser apresentado de forma diferente, já que, apresentar aos

alunos novas fontes de informação não é suficiente, é necessário construirmos estratégias de ensino que possibilitem o desenvolvimento do pensamento crítico e favoreça a ação cidadã, compreendendo que no processo democrático a tomada de decisões é voltada para a solução de problemas relacionados à tecnologia na sociedade. Assim, o componente curricular Biologia não pode ficar direcionado apenas aos conhecimentos que já foram produzidos e publicados (embora também seja importante conhecê-los). É preciso criar nos alunos, em todas as fases da educação básica, a necessidade deles mesmos buscarem sempre pelo novo, despertando o gosto pela pesquisa e pela produção individual, que deve ser socializada, em benefício do coletivo (Tavares; Nascimento, 2023).

As competências e habilidades definidas pela BNCC não apenas direcionam os conteúdos de ensino, mas também determinam a metodologia pedagógica, que deve ser flexível, interdisciplinar e conectada com a realidade dos estudantes. Este enfoque tem o potencial de transformar significativamente a educação brasileira, preparando melhor os alunos para os desafios do século XXI (Castro; Collou, 2022).

O ensino de biologia no NEM valoriza metodologias ativas e investigativas, onde os estudantes são encorajados a:

- Realizar experimentos práticos que fomentem a observação direta de fenômenos biológicos.
- Participar de projetos de pesquisa que possam relacionar o conhecimento biológico com tecnologias e soluções práticas para problemas locais e globais.
- Utilizar tecnologias de informação e comunicação para explorar e expandir seu entendimento sobre biologia.

A transição para o novo ensino médio, portanto, envolve uma mudança paradigmática onde o aluno passa a ser o protagonista de seu processo educativo, explorando seus interesses dentro de um contexto que valoriza a aplicabilidade dos conhecimentos adquiridos.

López (2004) comenta que são diversos os materiais de divulgação científica utilizados pelos professores, existindo três possibilidades para a utilização de meios e produtos da divulgação científica no ensino de ciências: (a) recurso didático; (b) fonte de aprendizagem; e (c) objeto de estudo. O autor supracitado aponta que: (a) a primeira possibilidade é bastante comum na prática didática, e favorece maior conexão entre

muitos dos conteúdos estudados nas aulas de ciências e o cotidiano dos alunos fora do ambiente escolar; (b) a segunda possibilidade relaciona-se com as concepções que os alunos levam para a sala de aula, uma vez que muitas delas são originadas a partir do contato com os diversos meios de divulgação científica que precisam ser problematizadas ao longo do processo de ensino e aprendizagem; (c) a terceira possibilidade surge quando se estabelece a capacitação dos alunos para compreender e interagir com os produtos da divulgação científica.

No tocante a avaliação de competências, ao invés de focar em provas tradicionais que medem a retenção de informação, a avaliação em biologia busca evidenciar o desenvolvimento de habilidades de investigação científica, pensamento crítico e capacidade de aplicar conhecimentos em diversos contextos. Isto é alcançado através de avaliações formativas contínuas, projetos de pesquisa e apresentações que permitem ao aluno demonstrar sua compreensão e suas habilidades de maneira prática e significativa.

3.3.1 A BIOLOGIA QUE ESTUDA AS RELAÇÕES DO SER COM O MEIO – ECOLOGIA

Para Favoretti, Silva e Lima (2020) assim como para Motokane e Trivelato (1999), a Ecologia pode ser considerada como uma ciência recente, tendo sua origem no ano de 1866; o primeiro a propor o termo Ecologia foi o biólogo alemão Ernest Haeckel, em 1869. As diferentes áreas do conhecimento científico sofrem influências relacionadas às necessidades decorrentes dos grupos em diferentes épocas. Por esta razão, não sendo diferente das demais e por ser uma ciência recente, os conceitos da Ecologia estão em constantes discussões e reformulações.

A Ecologia é uma área de estudo dentro da Biologia, que está presente nos currículos escolares da educação básica, que pode ser entendida como uma “[...] ciência referente à economia da natureza – a investigação das relações totais dos organismos tanto com seu meio orgânico quanto com o seu ambiente inorgânico –, constituindo-se, portanto, o estudo de todas as inter-relações complexas denominadas por Darwin como as condições da “luta pela existência” (Krizier e Muller, 2021, p. 701).

Como segmento de estudo dentro da diversa gama de conteúdos presentes na Biologia, a Ecologia apresenta-se como um fio condutor imprescindível para atender às

demandas do processo de ensino-aprendizagem dos tempos atuais. A BNCC reconhece a singularidade deste campo de aprendizagem, contemplando a Ecologia de forma disciplinar, interdisciplinar e transdisciplinar (Brasil, 2022a, p.47).

Embora considerada como uma ciência recente, Santiago e Kawasaki afirmam:

...ao se tratar dessa ciência, pode-se referir a ela de forma pluralizada, uma vez que há uma grande variedade de significados, motivações, vertentes e práticas, ao ponto de se criarem divergências que as partes integrantes deste universo podem se identificar como a ele não pertencentes (Santiago; Kawasaki, 2012).

No NEM a Ecologia é ensinada de maneira integrada e abrangente em diversas unidades temáticas e componentes curriculares. Em Biologia, por exemplo, a unidade curricular *UC2: Biodiversidade: organização, distribuição e abundância*, explora como as espécies se organizam, se distribuem e abundam, ajudando os alunos a entenderem a importância da biodiversidade. A *UC7: Os ecossistemas, gestão ambiental e diversidade sociocultural*, aborda diferentes tipos de ecossistemas e a gestão ambiental, promovendo a conservação e o uso sustentável dos recursos naturais. Na Geografia, a unidade temática 5: Natureza, ambientes e qualidade de vida, examina as relações entre natureza e qualidade de vida, proporcionando uma visão interdisciplinar dos temas ecológicos.

A BNCC incentiva uma abordagem interdisciplinar e transdisciplinar, onde a Ecologia se cruza com outras áreas de conhecimento. Em Ciências Humanas, disciplinas como História e Sociologia exploram a interação entre sociedades humanas e o meio ambiente ao longo do tempo. Em Matemática, são aplicadas estatísticas e modelos para estudar populações e dinâmicas ecológicas. A Educação Ambiental é promovida de forma transversal, incentivando práticas sustentáveis e aumentando a consciência ambiental entre os alunos (Brasil, 2018d, p. 421).

Além disso, a Ecologia é abordada através de projetos e atividades práticas que estimulam a investigação científica. Projetos de campo, por exemplo, permitem aos alunos observar ecossistemas locais e coletar dados sobre biodiversidade e conservação. Laboratórios de Ecologia oferecem a oportunidade de realizar experimentos sobre interações ecológicas e impactos ambientais. Iniciativas de sustentabilidade, como reciclagem e hortas comunitárias, são essenciais para formar alunos conscientes e preparados para enfrentar os desafios ambientais do mundo moderno (Brasil 2022b, p.50).

Em virtude da importância dos tópicos de ecologia para o ensino da Biologia dentro da área de Ciências da Natureza, voltemos nosso olhar para relatos, fragmentos de

pesquisa e informações técnicas que podem contribuir no desenvolvimento da estruturação do currículo do ensino de ecologia. Para nortear esta busca na tabela 02 estão destacadas as competências e habilidades específicas presente na BNCC ligadas a ecologia.

Tabela 2: Habilidade da BNCC relacionadas à ecologia e suas temáticas

Competência específica 1: Analisar fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas interações e relações entre matéria e energia, para propor ações individuais e coletivas que aperfeiçoem processos produtivos, minimizem impactos socioambientais e melhorem as condições de vida em âmbito local, regional e global.		
Código	Habilidade	Temas de Ecologia
EM13CNT101	Analisar e representar, as transformações e conservações em sistemas que envolvam quantidade de matéria, de energia e de movimento para realizar previsões sobre seus comportamentos em situações cotidianas e em processos produtivos que priorizem o desenvolvimento sustentável, o uso consciente dos recursos naturais e a preservação da vida em todas as suas formas.	Ciclos biogeoquímicos, fluxo de energia nos ecossistemas, dinâmica de populações, sustentabilidade e conservação ambiental, impactos ambientais e mitigação, ecologia de ecossistemas, tecnologias e processos sustentáveis, e ecologia urbana.
EM13CNT105	Analisar os ciclos biogeoquímicos e interpretar os efeitos de fenômenos naturais e da interferência humana sobre esses ciclos, para promover ações individuais e/ou coletivas que minimizem consequências nocivas à vida.	Ciclos biogeoquímicos, fluxo de energia nos ecossistemas, dinâmica de populações, sustentabilidade e conservação ambiental, impactos ambientais e mitigação, ecologia de ecossistemas, tecnologias e processos sustentáveis, e ecologia urbana.
Competência específica 2: Analisar e utilizar interpretações sobre a dinâmica da Vida, da Terra e do Cosmos para elaborar argumentos, realizar previsões sobre o funcionamento e a evolução dos seres vivos e do Universo, e fundamentar e defender decisões éticas e responsáveis.		
Código	Habilidade	Temas de Ecologia
EM13CNT202	Analisar as diversas formas de manifestação da vida em seus diferentes níveis de organização, bem como as condições ambientais favoráveis e os fatores limitantes a elas, com ou sem o uso de dispositivos e aplicativos digitais (como softwares de simulação e de realidade virtual, entre outros).	Estrutura de ecossistemas, fatores abióticos e bióticos, nicho ecológico, habitat, biomas.

EM13CNT203	Avaliar e prever efeitos de intervenções nos ecossistemas, e seus impactos nos seres vivos e no corpo humano, com base nos mecanismos de manutenção da vida, nos ciclos da matéria e nas transformações e transferências de energia, utilizando representações e simulações sobre tais fatores, com ou sem o uso de dispositivos e aplicativos digitais (como softwares de simulação e de realidade virtual, entre outros).	Cadeias alimentares, teias alimentares, fluxo de energia nos ecossistemas, ciclos de nutrientes.
EM13CNT206	Discutir a importância da preservação e conservação da biodiversidade, considerando parâmetros qualitativos e quantitativos, e avaliar os efeitos da ação humana e das políticas ambientais para a garantia da sustentabilidade do planeta.	Preservação e conservação da biodiversidade, impacto das atividades humanas, políticas ambientais, sustentabilidade.

Competência específica 3: Investigar situações-problema e avaliar aplicações do conhecimento científico e tecnológico e suas implicações no mundo, utilizando procedimentos e linguagens próprios das Ciências da Natureza, para propor soluções que considerem demandas locais, regionais e/ou globais, e comunicar suas descobertas e conclusões a públicos variados, em diversos contextos e por meio de diferentes mídias e tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC).

Código	Habilidade	Temas de Ecologia
EM13CNT301	Construir questões, elaborar hipóteses, previsões e estimativas, empregar instrumentos de medição e representar e interpretar modelos explicativos, dados e/ou resultados experimentais para construir, avaliar e justificar conclusões no enfrentamento de situações-problema sob uma perspectiva científica.	Pesquisas de campo, coleta e análise de dados ecológicos, formulação de hipóteses em ecologia.
EM13CNT303	Interpretar textos de divulgação científica que tratem de temáticas das Ciências da Natureza, disponíveis em diferentes mídias, considerando a apresentação dos dados, tanto na forma de textos como em equações, gráficos e/ou tabelas, a consistência dos argumentos e a coerência das	Leitura e interpretação de artigos científicos em ecologia, análise crítica de fontes de informação.

	conclusões, visando construir estratégias de seleção de fontes confiáveis de informações.	
EM13CNT304	Analisar e debater situações controversas sobre a aplicação de conhecimentos da área de Ciências da Natureza (tais como tecnologias do DNA, tratamentos com células-tronco, neurotecnologias, produção de tecnologias de defesa, estratégias de controle de pragas, entre outros), com base em argumentos consistentes, legais, éticos e responsáveis, distinguindo diferentes pontos de vista.	Discussão sobre biotecnologia e ecologia, controle biológico de pragas, ética ambiental.
EM13CNT309	Analisar questões socioambientais, políticas e econômicas relativas à dependência do mundo atual em relação aos recursos não renováveis e discutir a necessidade de introdução de alternativas e novas tecnologias energéticas e de materiais, comparando diferentes tipos de motores e processos de produção de novos materiais.	Impacto ambiental dos combustíveis fósseis, energias renováveis, desenvolvimento sustentável, novas tecnologias energéticas.

Fonte: Elaborado pelo autor

Esses elementos estão presentes nas cartas trocadas por dois renomados cientistas: Fritz Müller e Charles Darwin. A correspondência entre Müller e Darwin abordavam temas como a adaptação das plantas, a polinização, a mimetização em insetos, e a relação ecológica entre a planta embaúba e as formigas. Essas cartas não só destacam a importância da Ecologia como campo de estudo, mas também fornecem ideias valiosas que podem enriquecer o currículo escolar, promovendo uma compreensão mais profunda das interações ecológicas e da evolução biológica.

3.4 CARTAS ENTRE MÜLLER E DARWIN: CONTRIBUIÇÃO PARA ENSINO DA ECOLOGIA

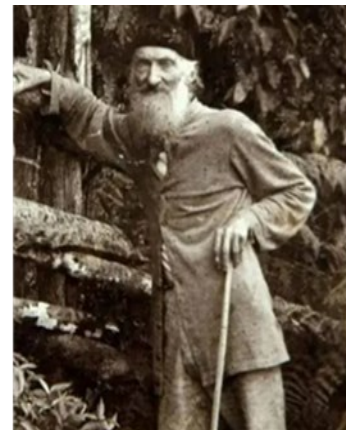
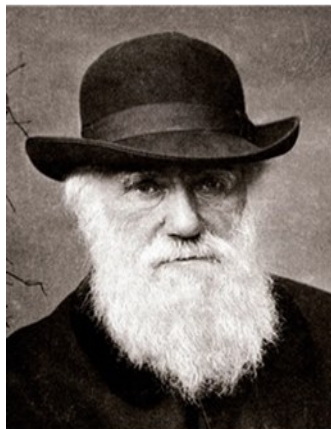
Charles Robert Darwin, nascido em 12 de fevereiro de 1809 em Shrewsbury, Inglaterra, foi um naturalista e biólogo que revolucionou o entendimento da vida na Terra

com sua teoria da evolução por seleção natural. Charles Darwin é famoso por desenvolver a teoria da evolução por seleção natural. Durante sua viagem no HMS Beagle, ele coletou e estudou várias espécies, levando-o a publicar "A Origem das Espécies" em 1859. Sua teoria transformou a biologia, explicando a diversidade da vida e influenciando a ciência profundamente.

Além de cientistas, Darwin também mantinha correspondência com jardineiros, criadores de animais e naturalistas de diversos países. Entre as várias cartas que recebia, algumas vinham do Brasil, mais precisamente de Santa Catarina, enviadas tanto de Desterro quanto do Vale do Itajaí, por um remetente chamado Fritz Müller.

Darwin e Müller (Figura 2) estabeleceram contato por meio de correspondências iniciadas por Darwin em 1865, após receber exemplares do livro "*Für Darwin*" de Müller. Essa correspondência continuou por 17 anos, até a morte de Darwin em 1882, e envolveu uma troca significativa de informações e discussões.

Figura 2: (a) Registro fotográfico de Charles Darwin, (b) Capa do livro Para Darwin de autoria de Müller e (c) Foto de Fritz Müller em meio a natureza.



Fonte: Google imagens

Johann Friedrich Theodor Müller nasceu em 31 de março de 1822, na cidade de Windischholzhausen, na província central alemã da Turíngia. Também chamado de Fritz Müller, ele é conhecido por explicar as consequências evolutivas do que agora é chamado de mimetismo mülleriano (Souza, 2017). Considerando sua extensa produção científica, alguns autores argumentam que Müller foi o parente intelectual mais próximo de Darwin (West, 2016a, p.21; SBPC, 2017; Moraes, 2015) e o principal pesquisador sobre a biodiversidade da Mata Atlântica brasileira até hoje (Fontes; Kupfer; Hagen, 2012).

Ele adquiriu uma sólida formação em botânica e zoologia durante seus estudos de graduação em ciências naturais e enquanto estudava medicina na Universidade de Greifswald, onde assistiu a palestras de geologia, mineralogia e matemática. Müller também obteve um doutorado em zoologia pela Universidade de Berlim, em 1844 (West, 2016b, p.35). Devido a questões políticas e religiosas, Müller emigrou em 1852 para uma nova colônia estabelecida no sul do Brasil (Blumenau), onde viveu até o fim de sua vida (Hartfelder, 2018).

Apesar de viver afastado na Mata Atlântica brasileira, ele sempre manteve um contato próximo com cientistas da Europa e dos EUA. Sua correspondência científica começou dentro de um ano após sua chegada ao Brasil e se expandiu rapidamente na década de 1850, trocando cartas com os principais naturalistas da época, como Charles Darwin, August Weismann, Alexander Agassiz e Asa Gray. Não há dúvida de que Darwin foi um de seus principais interlocutores, com quem manteve uma intensa correspondência de 1865 até a morte de Darwin em 1882, totalizando 110 cartas (Fontes; Hagen, 2008). Eles nunca se encontraram, mas, como Francis Darwin comentou na biografia de Charles Darwin: "minha impressão é que, de todos os seus amigos não vistos, Fritz Müller era aquele por quem ele tinha a maior consideração" (Darwin, 1866).

Charles Darwin o chamou de "o príncipe dos observadores" devido às suas qualidades de observação e interpretação (Caponi, 2022 *apud* Blandford, 1897). Portanto, Müller se tornou uma fonte de informação biológica, e seu nome foi um dos mais citados na quarta edição de "A Origem das Espécies" (Domingues, Sá e Glick, 2003 *apud* Darwin, 1959).

Fritz Müller e Charles Darwin, embora nunca tenham se encontrado pessoalmente, estabeleceram uma profunda amizade e colaboração científica através de correspondências trocadas ao longo de 17 anos, entre o Brasil e a Inglaterra. Por meio de suas cartas, eles não apenas compartilhavam descobertas científicas, referências e curiosidades sobre diversos temas da História Natural, mas também ofereciam apoio mútuo em suas observações e publicações, além de participarem da vida pessoal um do outro, fortalecendo seus laços de amizade. Além das palavras, essas correspondências cruzavam o oceano carregadas de desenhos, sementes, pólen, tubos polínicos, exemplares secos de plantas, insetos e outras espécies, que eram essenciais para suas pesquisas, coleções e para o cultivo em seus jardins. Hoje, mais de um século depois, essas cartas

são estudadas por novos leitores, situados em um contexto diferente, movidos por interesses distintos — especialmente pelo estudo da própria escrita.

No entanto, as contribuições de Müller abrangem uma ampla gama de organismos e processos tanto ecológicos quanto evolutivos, com pesquisas pioneiras na biologia dos lepidópteros, história evolutiva dos crustáceos, biologia do desenvolvimento, comunicação química dos insetos, evidências de seleção natural e sexual, polinização de orquídeas, bromélias epífitas etc. (West, 2003). Ao contrário de Darwin, porém, Fritz Müller um cientista de significativas contribuições científicas, ainda não alcançou o reconhecimento merecido no Brasil. Em Blumenau/SC, onde viveu grande parte de sua vida e cuja residência agora serve como Museu Ecológico, e em Desterro/Florianópolis, onde residiu por onze anos, sua história permanece surpreendentemente obscura. Durante seu tempo em Desterro, Müller realizou pesquisas pioneiras sobre a fauna de invertebrados marinhos, o que lhe valeu reconhecimento internacional.

Darwin foi um grande incentivador e facilitador das publicações de outras pesquisas de Fritz Müller em periódicos principalmente na Inglaterra, ajudando-o a se inserir e se projetar nos círculos científicos de debates de História Natural da época. Muitas de suas cartas fazem referência ao envio de trabalhos do brasileiro ou mesmo de suas cartas para publicação em periódicos da época (Tomio e Casiane, 2013). Por outro lado, o aumento do prestígio de Fritz Müller beneficiava principalmente a Darwin, pois muitos dos trabalhos estavam a favor das suas ideias, uma vez que os estudos do naturalista acabavam por corroborar, estender sua teoria da evolução e, por consequência, do estilo de pensar do coletivo que compartilhavam. Um exemplo disso é que nas edições posteriores à primeira edição do livro de Darwin, *Origem das Espécies* de 1859, Fritz Müller, com as suas pesquisas em Santa Catarina, foi citado 17 vezes. (Zillig, 1997, p.163).

Araújo (2022) destaca a importância da interação e colaboração entre cientistas renomados como Müller e Darwin e como essas interações históricas continuam a impactar e inspirar a pesquisa científica na área da biologia comparada nos dias de hoje.

A singularidade das correspondências trocadas por estes dois cientistas está preservada e acessível por meio de várias fontes tais como: artigos, livros, acervos bibliográficos (físicos e digitais), museus (Cordeiro e Tomio, 2017). Destaca-se entre essas fontes o projeto [*“The Darwin Correspondence Project”*](#), sediado na Universidade

de Cambridge, tem como objetivo compilar, digitalizar e publicar todas as cartas escritas por e recebidas por Charles Darwin ao longo de sua vida. Acredita-se que este é o recurso mais abrangente para acessar as cartas de Darwin. Com mais de 15.000 cartas, incluindo cerca de 9.000 escritas por Darwin e outras 6.000 enviadas a ele por aproximadamente 2.000 correspondentes, o projeto nos oferece uma janela para o mundo de Darwin.

Muitas dessas cartas, incluindo as trocadas com Fritz Müller, estão disponíveis online com transcrições completas e notas explicativas que facilitam a compreensão do conteúdo. Essa fonte proporciona um acesso valioso não apenas às correspondências entre Müller e Darwin, mas também a um vasto leque de documentos históricos que são cruciais para o estudo da história da ciência

No site do projeto, é possível acessar as cartas utilizando a ferramenta de busca para localizar especificamente as correspondências entre Darwin e qualquer um de seus interlocutores, incluindo Fritz Müller. A leitura das 110 cartas trocadas por Müller e Darwin durante esses 17 anos estão elencadas no apêndice 1 em ordem cronológica e codificadas em acordo com “*Darwin Correspondence Project*” - DCP.

3.5 CORRELAÇÃO DAS CORRESPONDÊNCIAS COM COMPETÊNCIAS DA BNCC

A exposição a textos de diferentes períodos históricos também promove a valorização da natureza incremental da ciência (Moraes; Fava, 2000). Ao ler Darwin, por exemplo, os alunos podem explorar como suas ideias se desenvolveram e como a recepção de seus trabalhos impactou o desenvolvimento da biologia e ecologia.

Esse enfoque é corroborado por Arthury e Terrazzan (2018), que aponta que a compreensão das condições sob as quais as teorias científicas foram desenvolvidas ajuda os alunos a entenderem melhor e a contextualizar o conhecimento científico em sua aprendizagem. A hipótese central elencada foi que ao identificar e conectar os temas ecológicos discutidos por Müller e Darwin com as competências esperadas pela BNCC, poderíamos não apenas enriquecer a compreensão dos alunos sobre conceitos ecológicos, mas também empregar essas cartas como recursos didáticos inovadores. Assim, a análise dessas cartas, sumarizadas no apêndice 1 em ordem cronológica, não somente iluminaria

aspectos pouco explorados das contribuições de Müller e Darwin à ciência como também transformaria a maneira como os temas ecológicos são ensinados nas escolas, tornando o aprendizado mais integrativo e significativo.

Zanotello e Almeida (2013) discutem a interação entre o conhecimento científico e a educação, enfatizando como a ciência pode enriquecer e informar os processos educacionais. Isso contribui para uma compreensão mais profunda e crítica da natureza humana e do mundo. Este pensamento está em conformidade com os termos expressos na BNCC no que tange o letramento científico, aprendizagem por meio do ensino investigativo e valorização do ensino e temas locais.

A integração de textos históricos no ensino de ecologia oferece uma ponte valiosa entre o passado e os desafios ambientais contemporâneos. Explorar como conceitos fundamentais como interdependência e biodiversidade foram desenvolvidos e debatidos historicamente, através de figuras como Fritz Müller e Charles Darwin, ajuda os alunos a aplicarem esses princípios às questões atuais, tais como as mudanças climáticas e a conservação de habitats. Esta integração, conforme apontada por Katia Queiroz e colaboradores, não só situa o conhecimento científico dentro de uma tradição intelectual mais ampla, mas também prepara os estudantes para enfrentar futuros desafios ecológicos com uma compreensão sólida e abrangente (Queiroz, *et al*, 2024).

Fato este que promove um trabalho transdisciplinar ao correlacionar diferentes área do conhecimento presente no NEM.

A transdisciplinaridade está preocupada com uma interação entre as disciplinas, na qual cada uma delas busca um além de si, um além de toda a disciplina: sua finalidade é a compreensão do mundo presente, de modo que possa haver uma unidade plural de conhecimentos. Há uma estrutura descontínua de níveis de realidade que determina o espaço descontínuo da transdisciplinaridade, a qual se preocupa com a dinâmica engendrada pela ação de vários e diferentes níveis de realidade ao mesmo tempo. A transdisciplinaridade visa promover um diálogo entre diferentes áreas do conhecimento e seus dispositivos. O diálogo serve como ensejo para uma situação de cooperação entre as diferentes áreas. Transdisciplinaridade é, portanto, diálogo e cooperação entre diferentes áreas do conhecimento (Iribarry, 2003).

Assim, a utilização dessas correspondências em sala de aula, permitem aos professores adotarem essa abordagem interdisciplinar, ligando a história da ciência a questões de biologia e ética. Isso não apenas enriquece o aprendizado, mas também

mostra aos estudantes como o conhecimento é interconectado e como ele pode ser aplicado para resolver desafios reais, tanto locais quanto globais.

É crucial que os educadores escolham textos históricos que sejam relevantes e adequados ao nível de desenvolvimento dos alunos, organizando atividades que promovam a reflexão e o debate em sala de aula. É igualmente essencial contextualizar adequadamente esses textos, vinculando-os aos conteúdos curriculares e fomentando uma conexão entre o passado, o presente e o futuro.

Ao discutir as correspondências entre Müller e Darwin em um contexto educacional, espera-se determinar se essas trocas podem servir como modelos para o ensino investigativo de ecologia na unidade curricular de Biologia no NEM. Essas cartas nos transportam de volta ao século XIX, oferecendo uma janela para como esses pioneiros da ciência moldaram teorias evolutivas e ecológicas que continuam a influenciar nosso entendimento hoje. Ao mergulhar nesses diálogos, os alunos podem ver de perto como a ciência é vibrante e constantemente evolutiva.

Müller e Darwin não se limitavam a especulações abstratas; suas discussões eram fundamentadas em observações meticulosas e dados concretos. Esse rigor na coleta de evidências e na construção de argumentos científicos reflete o tipo de pensamento crítico que a BNCC incentiva. Ao estudar suas interações, os alunos aprendem sobre conceitos fundamentais da ecologia moderna, como a adaptação das espécies ao seu ambiente, a importância da seleção natural e a complexa teia de interações entre diferentes organismos. As cartas de 16 de fevereiro de 1870 ([DCP-LETT-7108](#)) e 31 de outubro de 1868 ([DCP-LETT-6439](#)) destacam-se pela relação com os temas de adaptação das espécies ao ambiente, a importância da seleção natural e a complexa teia de interações entre diferentes organismos. Na carta de 16 de fevereiro de 1870, Fritz Müller discute suas observações sobre a fertilização de plantas por beija-flores, enviando flores secas de uma *Passiflora* que são adequadas para a cabeça de um beija-flor entre as anteras e a entrada para a nectária, refletindo a complexa teia de interações e adaptação evolutiva. Na carta de 31 de outubro de 1868, Müller aborda observações e experimentos com plantas dimórficas e trimórficas, como *Oxalis*, que são estéreis com seu próprio pólen, mas se propagam rapidamente de forma assexuada, refletindo a importância da seleção natural e adaptação das espécies ao ambiente. Essas correspondências demonstram o rigor na coleta de evidências e construção de argumentos científicos, exemplificando os conceitos fundamentais da ecologia moderna.

Além de nutrir habilidades analíticas, as cartas de Müller e Darwin também ajudam a compreender como a construção do conhecimento é um processo coletivo, dependendo da corroboração pelos pares.

Embora a maioria das cartas entre Müller e Darwin se concentrem em observações científicas e dados concretos, há uma carta que toca em questões de ética e responsabilidade científica. Na carta de 14 de março de 1869 ([DCP-LETT-6662F](#)), Fritz Müller menciona a descoberta de uma planta de *Begonia* com flores masculinas que tendem a se tornar hermafroditas e descreve essas modificações detalhadamente. Além disso, ele discute a polinização e a adaptação das plantas ao ambiente. Müller expressa sua gratidão a Darwin pelo apoio e pela publicação de suas observações, reconhecendo a importância de compartilhar descobertas científicas com a comunidade. Essa carta reflete a conscientização de Müller sobre a responsabilidade científica e a ética ao conduzir e compartilhar pesquisas, destacando que as descobertas não ocorrem em um vácuo social e têm implicações reais para o mundo ao nosso redor. Essa correspondência pode ensinar aos alunos a importância de ponderar os impactos de suas próprias ações e descobertas, ressaltando a necessidade de responsabilidade ética na ciência.

Neste processo de ensino-aprendizagem, que é essencialmente multifacetado Vygotsky (2004), afirma que a cognição tem origem na motivação.

António Nóvoa afirma:

...uma troca de experiências, uma partilha de saberes, um processo dinâmico e contínuo que visa melhorar a qualidade do ensino, capacitando os professores a se adaptarem às demandas em constante mudança do ambiente educacional (Nóvoa, 2017).

Seguindo esse raciocínio, os professores também se beneficiariam do ensino-aprendizagem com o uso das cartas de Fritz Müller e Charles Darwin, que em nosso entender gerarão condições mais estimulantes e motivadoras, tanto para os estudantes quanto para os professores.

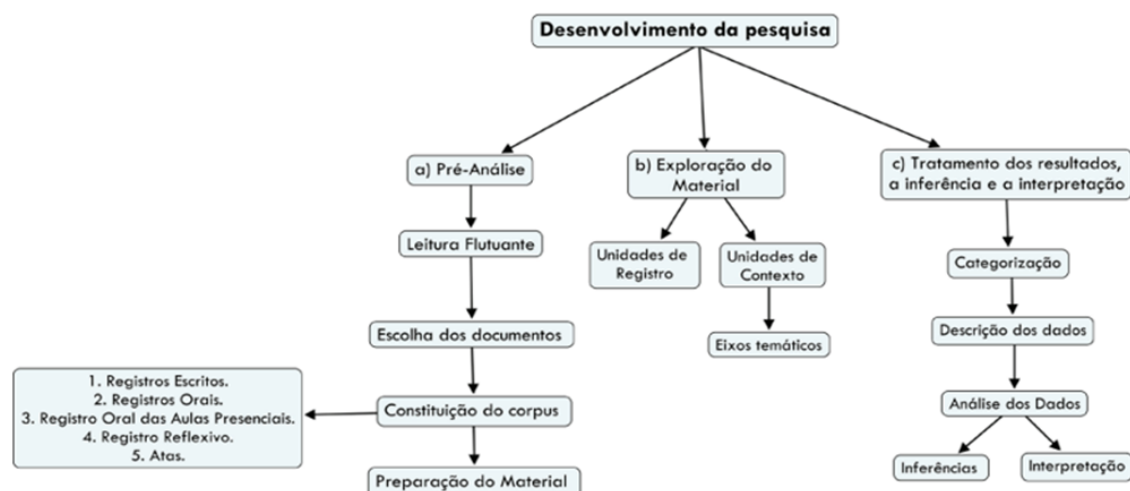
4. METODOLOGIA

4.1 DESCRIÇÃO DO MÉTODO

A metodologia de análise de conteúdo de Laurence Bardin (Bardin, 1977a), é uma técnica sistemática e objetiva para descrever e interpretar o conteúdo de mensagens e textos. Embora, a análise de conteúdo tenha sua origem no final do século 19, a obra de Bardin se tornou referência na área por facilitar o tratamento de grandes volumes de dados textuais (Cardoso; Oliveira; Ghelli, 2021).

Segundo a autora, Bardin, a análise de conteúdo deve guiar-se por uma série de técnicas e procedimentos padronizados (Figura 3). O método de análise é particularmente útil em pesquisas onde a compreensão do conteúdo e do contexto das comunicações é fundamental (Mendes; Miskulin, 2017).

Figura 3: Fluxograma do método de Bardin



Fonte: Mendes e Miskulin

Como explicitado na figura 3 o método possui 3 grandes áreas:

Pré-análise - Trata-se de uma fase de organização dos dados com o objetivo de constituir o *corpus* da pesquisa. Nesta etapa inicial, define-se o material a ser analisado alinhando-se os objetivos específicos da pesquisa. Prepara-se o material, organizando e sistematizando os dados de forma preliminar.

Exploração do material - Os resultados brutos são tratados de maneira a serem significativos e válidos; o objetivo é estabelecer as unidades de registro e unidades de contexto.

Unidades de registro - é a menor parte do conteúdo, cuja ocorrência é registrada de acordo com as categorias levantadas. Os registros, de acordo com Franco (2008), podem ser de distintos tipos que podem estar inter-relacionados: a palavra, o tema, o personagem, o item.

Unidades de contexto - atua como “pano de fundo” que fornece significado às unidades da análise. De acordo com Bardin (1977, p. 108), essa pode ser determinada seguindo dois critérios:

“O custo e a pertinência. É evidente que uma unidade de contexto alargado, exige uma releitura do meio, mais vasta. Por outro lado, existe uma dimensão ótima, ao nível do sentido: se a unidade de contexto for demasiado pequena ou demasiado grande, já não se encontra adaptada; também aqui são determinantes, quer o tipo de material, quer o quadro teórico”.

Tratamento dos resultados, inferência e interpretação – é a fase de operação na qual, segundo a autora, deve-se proceder a “classificação de elementos constitutivos de um conjunto, por diferenciação e, seguidamente, por reagrupamento segundo o gênero (analogia), com os critérios previamente definidos”. Para sucesso desta etapa são estabelecidos 5 princípios:

- *Exclusão Mútua* – “Esta condição estipula que cada elemento não pode existir em mais de uma divisão” (Bardin, 1977, p. 120).
- *Homogeneidade* – “O princípio de exclusão mútua depende da homogeneidade das categorias. Um único princípio de classificação deve governar a sua organização” (Bardin, 1977, p. 120).
- *Pertinência* – “uma categoria é considerada pertinente quando está adaptada ao material de análise escolhido, e quando pertence ao quadro teórico definido” (Bardin, 1977, p. 120).
- *Objetividade e a fidelidade* – “As diferentes partes de um mesmo material, ao qual se aplica a mesma grelha categorial, devem ser codificadas da mesma maneira, mesmo quando submetida a várias análises” (Bardin, 1977, p. 120).

- Produtividade – “Um conjunto de categorias é produtivo se fornece resultados férteis: férteis em índices de inferências, em hipóteses novas e em dados exatos” (Bardin, 1977, p. 120-121).

Frente a robustez da metodologia supracitada, a sequência de ações proposta foi executada visando alcançar os objetivos pertinentes a este trabalho.

4.2 DETALHAMENTO DA APLICAÇÃO DO MÉTODO

A. Pré-análise:

A análise das correspondências entre Fritz Müller e Charles Darwin foi fundamentada na leitura criteriosa de 110 cartas, com foco especial nos termos técnicos relacionados à ecologia. O corpus desta pesquisa é constituído integralmente por textos no formato de correspondência, todos acessíveis através do "The Darwin Correspondence Project", um banco de dados gerenciado pela Universidade de Cambridge.

Para a organização e preparação do material, as cartas foram tabuladas em ordem cronológica. Além disso, procedeu-se à sintetização dos temas abordados em cada carta para facilitar a gestão e análise do conteúdo, conforme detalhado no Apêndice 1. Esta metodologia permitiu uma análise sistemática e detalhada das discussões entre Müller e Darwin, proporcionando informações valiosas sobre suas contribuições para a ciência da ecologia

B. Exploração do material:

As unidades de registro foram elencadas a partir da identificação de termos técnicos para o ensino da biologia em especial ao ensino da ecologia e as unidades de contexto foram agrupadas dentro dos mesmos parâmetros e ampliada na perspectiva do ensino da CN (Tabela 3).

Tabela 3: Unidade de Registro e de Contexto

Unidades de Registro	Unidades de Contexto
<i>Termos de Ecologia</i>	
Biodiversidade	Discussões sobre a variedade e a variabilidade de organismos vivos em um determinado ecossistema. Examinado no contexto de estudos sobre o impacto da atividade humana na diversidade de espécies.

Bioma	Considerado no contexto da classificação de áreas com vegetação e condições ambientais similares, explorando os padrões de distribuição global e as influências climáticas e geográficas.
Cadeia alimentar	Abordado no âmbito das interações alimentares entre os seres vivos, ilustrando como a energia é transferida de um organismo para outro e destacando a interdependência entre as espécies.
Desequilíbrio ambiental	Análise das alterações prejudiciais em um ecossistema que resultam da intervenção humana ou de processos naturais, levando a condições instáveis que afetam a sobrevivência de espécies e a qualidade do ambiente.
Ecossistema	Estudo de comunidades de organismos vivos e seu ambiente não-vivo interagindo como um sistema. Analisado frequentemente em termos de fluxos de energia e ciclos de matéria.
Nicho ecológico	Análise do papel funcional que uma espécie desempenha no ecossistema, incluindo seus hábitos alimentares, ciclo de reprodução e interações com outras espécies.
Problemas ambientais	Exploração dos desafios enfrentados pelos ecossistemas devido a poluição, destruição de habitat, mudanças climáticas, entre outros, refletindo sobre as consequências para a saúde do planeta e o bem-estar humano.
Relações ecológicas	Investigação das diversas interações entre as espécies dentro de um ecossistema, incluindo predatismo, mutualismo, competição e parasitismo, e como estas moldam a estrutura e a dinâmica da comunidade.
Sucessão ecológica	Estudo das mudanças estruturais em comunidades ecológicas ao longo do tempo, observadas após perturbações ou na colonização de novos habitats.

C. Tratamento dos resultados, inferência e interpretação:

A *categorização* ocorreu fazendo uso dos 5 princípios operacionais, a *descrição dos dados* delimitou o volume de material que passou a fase de *análise dos dados* a partir guia pelas convergências e correlações que foram estabelecidas com as competências e habilidades da BNCC. As inferências e interpretações serão apresentadas no tópico 4 desta pesquisa, com o uso do último, princípio da produtividade do método de Bardin.

5. RESULTADO E DISCUSSÃO

As cartas trocadas entre Fritz Müller e Charles Darwin oferecem uma rica visão das observações e discussões científicas da época, refletindo competências essenciais no ensino de ciências. A alta frequência dessas competências nas cartas evidencia a profundidade e a abrangência das discussões entre Müller e Darwin, reforçando a relevância dessas trocas para o avanço do conhecimento científico.

Contata-se que as 110 correspondências são valiosos instrumentos de viabilização do processo de ensino-aprendizagem alinhadas ao ensino voltado ao desenvolvimento de competências e habilidade preconizado na BNCC. As cartas trocadas entre Müller e Darwin estão disponíveis no Darwin Correspondence Project (DCP), com a maioria delas apresentadas em inglês, mas também incluindo algumas cartas ou fragmentos em alemão. Este projeto é uma valiosa fonte de informações sobre a troca intelectual entre esses dois cientistas notáveis. As traduções das cartas foram cuidadosamente realizadas sem o uso de tradutores automáticos ou inteligência artificial. Esse cuidado garante a originalidade e autenticidade do texto, preservando o estilo e a intenção original dos autores.

Para manter a fidelidade ao conteúdo original, nenhuma atualização de nomes científicos ou termos biológicos foi incorporada nas traduções. Isso permite que os leitores apreciem as cartas no contexto em que foram escritas, com o vocabulário e a terminologia da época. Além disso, essas traduções oferecem uma visão autêntica das discussões científicas e dos debates da época, refletindo com precisão o pensamento e as descobertas de Müller e Darwin.

No site do DCP ao final da transcrição de cada carta, quando necessário, há atualizações e notas adicionais sobre as cartas, fornecendo contexto e explicações adicionais que podem ajudar os leitores a entenderem melhor o conteúdo e a importância dessas correspondências. No entanto, essas atualizações não foram incluídas na análise principal das cartas, pois não fazem parte do texto original escrito por Müller e Darwin. Assim, a análise se concentra exclusivamente nas palavras e ideias originais dos cientistas, oferecendo uma visão clara e precisa de sua comunicação e colaboração.

Essa abordagem meticulosa assegura que os leitores tenham acesso a uma representação fiel das interações entre Müller e Darwin, permitindo um entendimento profundo e autêntico de sua contribuição conjunta para a ciência.

A aplicação do método na sua fase inicial, a pré-análise, gerou a tabulação por ordem cronológica das cartas, associadas a síntese de seu conteúdo e acesso com link direto ao material. Em virtude do alto volume de dados, a tabela constitui o apêndice 1 deste projeto.

A utilização de tabelas organizadas na língua materna pode ser uma ferramenta poderosa para facilitar a vida dos professores. Conforme Araujo (2021) podemos dizer que, quando o professor pesquisa e incorpora em seu planejamento o uso dos meios, demonstra compromisso com a democratização do conhecimento. Quando os materiais de referência, como tabelas de conteúdo, são apresentados na língua que os educadores dominam, isso reduz significativamente a barreira da linguagem e aumenta a eficiência da preparação de aulas e atividades educacionais.

Alinhado a este pensamento, Romanowski e Pupo ratificam que

[...] material, com conteúdo completo, atualizado e adequado à estratégia pedagógica impacta significativamente os resultados da aprendizagem, além de contribuir de forma substancial para o engajamento as interações entre eles e os alunos (Romanowski; Pupo, 2022).

Ao compreender rapidamente as informações apresentadas, os professores podem dedicar mais tempo ao planejamento de aulas personalizadas, considerando o currículo às necessidades individuais dos alunos. Este benefício, soma-se aos resultados obtidos ao estabelecer ao longo do projeto as correlações entre as cartas e as competências e habilidades da BNCC.

5.1 CORRELAÇÃO DAS CARTAS MÜLLER E DARWIN COM AS COMPETÊNCIAS DA BNCC

Com adensamento dos estudos acerca do material *corpus* desta pesquisa, contata-se que em todas as 110 cartas é possível estabelecer correlação com ao menos 1 das competências da BNCC, conforme disposto no quadro 1.

A Competência 1, que abrange habilidades relacionadas à verificação de fenômenos naturais e processos tecnológicos, aparece em 88 cartas, representando 80% do total. Isso demonstra a ênfase constante nas interações entre matéria e energia e na proposta de ações para minimizar impactos socioambientais.

A Competência 2, que envolve a análise e utilização de interpretações sobre a dinâmica da vida, da Terra e do Cosmos, está presente em 83 cartas, correspondendo a 75,45%. Esta competência reflete a importância das observações sobre evolução biológica e biodiversidade, destacando a necessidade de decisões éticas e responsáveis fundamentadas em conhecimentos científicos.

Por fim, a Competência 3, que foca na investigação de situações-problema e avaliação de aplicações do conhecimento científico e tecnológico, é a mais prevalente, aparecendo em 97 cartas, ou 88,18%. Isso sublinha a importância da comunicação das descobertas científicas e da proposição de soluções inovadoras para problemas locais, regionais e globais.

As competências da BNCC desempenham um papel fundamental na estruturação e no aprimoramento da educação no Brasil. Portanto, ao integrar essas competências em práticas educacionais, não apenas cumprem diretrizes nacionais, mas também contribuem para o desenvolvimento integral dos alunos. Alinhando-se a Lammattina e colaboradores (2023) ao afirmar que:

“O papel do professor está em constante transformação. Deixando de ser apenas transmissores de conhecimento, os educadores atuam como facilitadores do aprendizado, fornecendo orientação e apoio aos alunos na navegação por vastas quantidades de informações disponíveis. Além disso, a aprendizagem ao longo da vida torna-se essencial, uma vez que o conhecimento está em constante evolução.

Quadro 1: Lista com a correlação das cartas trocadas entre Darwin e Müller com as competências da BNCC.

Carta 01 • Competência: 1 • Competência: 2	Carta 08 • Competência: 2 • Competência: 3	Carta 15 • Competência: 2 • Competência: 3	Carta 22 • Competência: 1 • Competência: 3
Carta 02 • Competência: 1 • Competência: 3	Carta 09 • Competência: 1 • Competência: 3	Carta 16 • Competência: 1 • Competência: 2	Carta 23 • Competência: 2 • Competência: 3
Carta 03 • Competência: 1 • Competência: 2	Carta 10 • Competência: 2 • Competência: 3	Carta 17 • Competência: 1 • Competência: 3	Carta 24 • Competência: 1 • Competência: 3
Carta 04 • Competência: 1 • Competência: 2	Carta 11 • Competência: 1 • Competência: 2	Carta 18 • Competência: 1 • Competência: 2	Carta 25 • Competência: 2 • Competência: 3
Carta 05 • Competência: 1 • Competência: 3	Carta 12 • Competência: 2 • Competência: 3	Carta 19 • Competência: 1 • Competência: 3	Carta 26 • Competência: 1 • Competência: 2
Carta 06 • Competência: 2 • Competência: 3	Carta 13 • Competência: 1 • Competência: 2	Carta 20 • Competência: 2 • Competência: 3	Carta 27 • Competência: 1 • Competência: 3
Carta 07 • Competência: 1 • Competência: 2	Carta 14 • Competência: 1 • Competência: 3	Carta 21 • Competência: 1 • Competência: 2	Carta 28 • Competência: 2 • Competência: 3

Carta 29

- Competência: 1
- Competência: 2

Carta 30

- Competência: 1
- Competência: 3

Carta 31

- Competência: 2
- Competência: 3

Carta 32

- Competência: 1
- Competência: 2

Carta 33

- Competência: 1
- Competência: 3

Carta 34

- Competência: 2
- Competência: 3

Carta 35

- Competência: 1
- Competência: 2

Carta 36

- Competência: 1
- Competência: 3

Carta 37

- Competência: 2
- Competência: 3

Carta 38

- Competência: 1
- Competência: 3

Carta 39

- Competência: 2
- Competência: 3

Carta 40

- Competência: 1
- Competência: 2

Carta 41

- Competência: 1
- Competência: 3

Carta 42

- Competência: 2
- Competência: 3

Carta 43

- Competência: 1
- Competência: 2

Carta 44

- Competência: 1
- Competência: 3

Carta 45

- Competência: 2
- Competência: 3

Carta 46

- Competência: 1
- Competência: 2

Carta 47

- Competência: 1
- Competência: 3

Carta 48

- Competência: 2
- Competência: 3

Carta 49

- Competência: 1
- Competência: 2

Carta 50

- Competência: 1
- Competência: 3

Carta 51

- Competência: 2
- Competência: 3

Carta 52

- Competência: 1
- Competência: 2

Carta 53

- Competência: 1
- Competência: 3

Carta 54

- Competência: 2
- Competência: 3

Carta 55

- Competência: 1
- Competência: 2

Carta 56

- Competência: 1
- Competência: 3

Carta 57

- Competência: 2
- Competência: 3

Carta 58

- Competência: 1
- Competência: 3

Carta 59

- Competência: 2
- Competência: 3

Carta 60

- Competência: 1
- Competência: 2

Carta 61

- Competência: 1
- Competência: 3

Carta 62

- Competência: 2
- Competência: 3

Carta 63

- Competência: 1
- Competência: 2

Carta 64

- Competência: 1
- Competência: 3

Carta 65

- Competência: 2
- Competência: 3

Carta 66

- Competência: 1
- Competência: 3

Carta 67

- Competência: 2
- Competência: 3

Carta 68

- Competência: 1
- Competência: 2

Carta 69

- Competência: 1
- Competência: 3

Carta 70

- Competência: 2
- Competência: 3

Carta 71

- Competência: 1
- Competência: 2

Carta 72

- Competência: 1
- Competência: 3

Carta 73

- Competência: 2
- Competência: 3

Carta 74

- Competência: 1
- Competência: 2

Carta 75

- Competência: 1
- Competência: 3

Carta 76

- Competência: 2
- Competência: 3

Carta 77

- Competência: 1
- Competência: 2

Carta 78

- Competência: 1
- Competência: 3

Carta 79

- Competência: 2
- Competência: 3

Carta 80

- Competência: 1
- Competência: 3

Carta 81

- Competência: 2
- Competência: 3

Carta 82

- Competência: 1
- Competência: 2

Carta 83

- Competência: 1
- Competência: 3

Carta 84

- Competência: 2
- Competência: 3

Carta 85

- Competência: 1
- Competência: 2

Carta 86

- Competência: 1
- Competência: 3

Carta 87

- Competência: 2
- Competência: 3

Carta 88

- Competência: 1
- Competência: 2

Carta 89

- Competência: 1
- Competência: 3

Carta 90

- Competência: 2
- Competência: 3

Carta 91

- Competência: 1
- Competência: 2

Carta 92

- Competência: 1
- Competência: 3

Carta 93

- Competência: 2
- Competência: 3

Carta 94

- Competência: 1
- Competência: 2

Carta 95

- Competência: 1
- Competência: 3

Carta 96

- Competência: 2
- Competência: 3

Carta 97

- Competência: 1
- Competência: 2

Carta 98

- Competência: 1
- Competência: 3

Carta 99

- Competência: 2
- Competência: 3

Carta 100

- Competência: 1
- Competência: 2

Carta 101

- Competência: 1
- Competência: 3

Carta 102

- Competência: 2
- Competência: 3

Carta 103

- Competência: 1
- Competência: 2

Carta 104

- Competência: 1
- Competência: 3

Carta 105

- Competência: 2
- Competência: 3

Carta 106

- Competência: 1
- Competência: 2

Carta 107

- Competência: 1
- Competência: 3

Carta 108

- Competência: 2
- Competência: 3

Carta 109

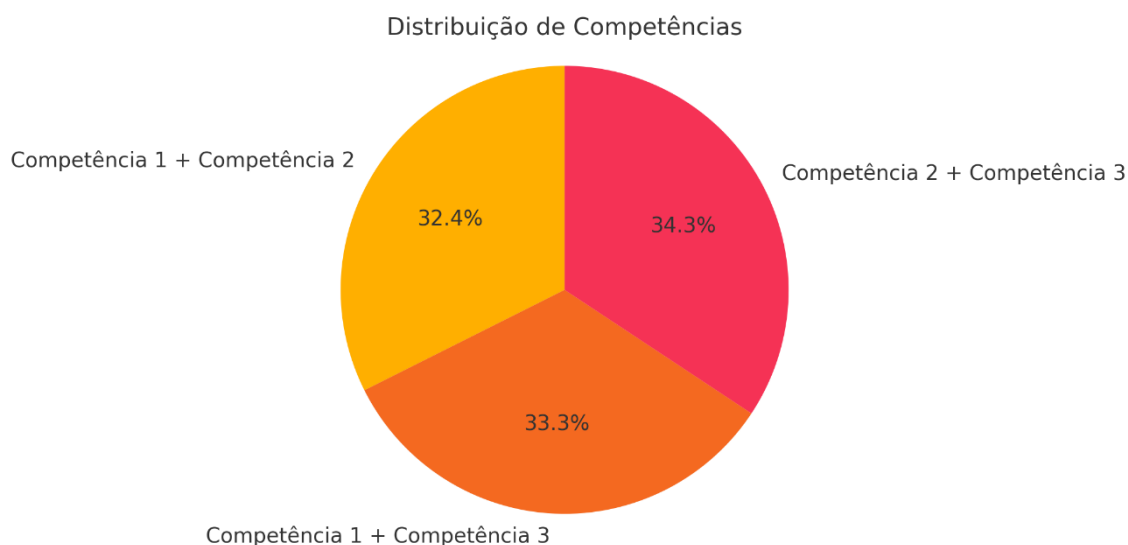
- Competência: 1
- Competência: 2

Carta 110

- Competência: 1
- Competência: 3

Há uma relação convergente de competência por carta (Gráfico 1). Ao se analisar o quadro 01, evidencia-se que não há cartas com 3 competências e que a competência 2 e 3 são as que mais se convergem por repetibilidade nas cartas.

Gráfico 1: Percentual de convergência entre as competências da BNCC nas cartas.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2024

5.2 ASSOCIAÇÃO DAS HABILIDADES PERTENCENTES A COMPETÊNCIA EM RELAÇÃO ÀS CARTAS TROCADAS ENTRE MÜLLER E DARWIN

As habilidades são todas de suma importância para desenvolvimento dos alunos. As mesmas são norteadoras do plano de ação dos professores, por serem estruturadas em sistema helicoidal de acúmulo de conhecimento para resolução de desafios cotidianos (Santa Catarina, 2021). Adiante temos a tabela 04 que explicita quais habilidades por competência que estão presente nas cartas de Fritz Müller e Charles Darwin. Podemos observar que estas correspondências representam uma fonte rica e diversa de material científico que pode ser usada de maneira inovadora no ensino médio, especialmente para facilitar o ensino de biologia. O material mostra-se atual e conversa intimamente com conteúdo que compõem o currículo escolar atual.

Tabela 4: Associação das habilidades por competência que estão presente nas cartas de Fritz Müller e Charles Darwin

Carta	Competência 1	Habilidades 1	Competência 2	Habilidades 2	Competência 3	Habilidades 3
01	1	EM13CNT101 EM13CNT105	2	EM13CNT201 EM13CNT202		
02	1	EM13CNT101 EM13CNT105			3	EM13CNT301 EM13CNT302
03	1	EM13CNT101 EM13CNT105	2	EM13CNT202 EM13CNT203		
04	1	EM13CNT101 EM13CNT105	2	EM13CNT203 EM13CNT204		
05	1	EM13CNT101 EM13CNT105			3	EM13CNT302 EM13CNT303
06			2	EM13CNT204 EM13CNT205	3	EM13CNT303 EM13CNT304
07	1	EM13CNT101 EM13CNT105	2	EM13CNT205 EM13CNT206		
08			2	EM13CNT206 EM13CNT207	3	EM13CNT304 EM13CNT305
09	1	EM13CNT101 EM13CNT105			3	EM13CNT305 EM13CNT306
10			2	EM13CNT207 EM13CNT208	3	EM13CNT306 EM13CNT307
11	1	EM13CNT101	2	EM13CNT208 EM13CNT209		
12			2	EM13CNT209 EM13CNT201	3	EM13CNT307 EM13CNT308
13	1	EM13CNT105	2	EM13CNT201 EM13CNT202		
14	1	EM13CNT101 EM13CNT105			3	EM13CNT308 EM13CNT309
15			2	EM13CNT202 EM13CNT203	3	EM13CNT309 EM13CNT310
16	1	EM13CNT101	2	EM13CNT203 EM13CNT204		

		EM13CNT105			
17	1	EM13CNT101 EM13CNT105		3	EM13CNT301 EM13CNT302
18	1	EM13CNT101 EM13CNT105	2	EM13CNT204 EM13CNT205	
19	1	EM13CNT101 EM13CNT105		3	EM13CNT302 EM13CNT303
20			2	EM13CNT205 EM13CNT206	3 EM13CNT303 EM13CNT304
21	1	EM13CNT101 EM13CNT105	2	EM13CNT206 EM13CNT207	
22	1	EM13CNT101 EM13CNT105		3	EM13CNT304 EM13CNT305
23			2	EM13CNT207 EM13CNT208	3 EM13CNT305 EM13CNT306
24	1	EM13CNT101 EM13CNT105		3	EM13CNT306 EM13CNT307
25			2	EM13CNT208 EM13CNT209	3 EM13CNT307 EM13CNT308
26	1	EM13CNT105	2	EM13CNT209 EM13CNT201	
27	1	EM13CNT101 EM13CNT105		3	EM13CNT308 EM13CNT309
28			2	EM13CNT201 EM13CNT202	3 EM13CNT309 EM13CNT310
29	1	EM13CNT101 EM13CNT105	2	EM13CNT202 EM13CNT203	
30	1	EM13CNT101 EM13CNT105		3	EM13CNT310 EM13CNT301
31			2	EM13CNT203 EM13CNT204	3 EM13CNT301 EM13CNT302
32	1	EM13CNT101 EM13CNT105	2	EM13CNT204 EM13CNT205	
33	1	EM13CNT101 EM13CNT105		3	EM13CNT302 EM13CNT303
34			2	EM13CNT205 EM13CNT206	3 EM13CNT303 EM13CNT304

35	1	EM13CNT101 EM13CNT105	2	EM13CNT206 EM13CNT207		
36	1	EM13CNT101 EM13CNT105			3	EM13CNT304 EM13CNT305
37			2	EM13CNT207 EM13CNT208	3	EM13CNT305 EM13CNT306
38	1	EM13CNT101 EM13CNT105			3	EM13CNT306 EM13CNT307
39			2	EM13CNT208 EM13CNT209	3	EM13CNT307 EM13CNT308
40	1	EM13CNT101 EM13CNT105	2	EM13CNT209 EM13CNT201		
41	1	EM13CNT101 EM13CNT105			3	EM13CNT308 EM13CNT309
42			2	EM13CNT201 EM13CNT202	3	EM13CNT309 EM13CNT310
43	1	EM13CNT101	2	EM13CNT202 EM13CNT203		
44	1	EM13CNT101 EM13CNT105			3	EM13CNT310 EM13CNT301
45			2	EM13CNT203 EM13CNT204	3	EM13CNT301 EM13CNT302
46	1	EM13CNT101 EM13CNT105	2	EM13CNT204 EM13CNT205		
47	1	EM13CNT101 EM13CNT105			3	EM13CNT302 EM13CNT303
48			2	EM13CNT205 EM13CNT206	3	EM13CNT303 EM13CNT304
49	1	EM13CNT101 EM13CNT105	2	EM13CNT206 EM13CNT207		
50	1	EM13CNT101 EM13CNT105			3	EM13CNT304 EM13CNT305
51			2	EM13CNT207 EM13CNT208	3	EM13CNT305 EM13CNT306
52	1	EM13CNT101 EM13CNT105	2	EM13CNT208 EM13CNT209		
53	1	EM13CNT101 EM13CNT105			3	EM13CNT306 EM13CNT307

54			2	EM13CNT209 EM13CNT201	3	EM13CNT307 EM13CNT308
55	1	EM13CNT101 EM13CNT105	2	EM13CNT201 EM13CNT202		
56	1	EM13CNT101			3	EM13CNT308 EM13CNT309
57			2	EM13CNT202 EM13CNT203	3	EM13CNT309 EM13CNT310
58	1	EM13CNT101			3	EM13CNT310 EM13CNT301
59			2	EM13CNT203 EM13CNT204	3	EM13CNT301 EM13CNT302
60	1	EM13CNT101 EM13CNT105	2	EM13CNT204 EM13CNT205		
61	1	EM13CNT101 EM13CNT105			3	EM13CNT302 EM13CNT303
62			2	EM13CNT205 EM13CNT206	3	EM13CNT303 EM13CNT304
63	1	EM13CNT101 EM13CNT105	2	EM13CNT206 EM13CNT207		
64	1	EM13CNT101 EM13CNT105			3	EM13CNT304 EM13CNT305
65			2	EM13CNT207 EM13CNT208	3	EM13CNT305 EM13CNT306
66	1	EM13CNT101 EM13CNT105			3	EM13CNT306 EM13CNT307
67			2	EM13CNT208 EM13CNT209	3	EM13CNT307 EM13CNT308
68	1	EM13CNT101 EM13CNT105	2	EM13CNT209 EM13CNT201		
69	1	EM13CNT101 EM13CNT105			3	EM13CNT308 EM13CNT309
70			2	EM13CNT201 EM13CNT202	3	EM13CNT309 EM13CNT310
71	1	EM13CNT101 EM13CNT105	2	EM13CNT202 EM13CNT203		
72	1	EM13CNT101			3	EM13CNT310 EM13CNT301

73			2	EM13CNT203 EM13CNT204	3	EM13CNT301 EM13CNT302
74	1	EM13CNT101	2	EM13CNT204 EM13CNT205		
75	1	EM13CNT101 EM13CNT105			3	EM13CNT302 EM13CNT303
76			2	EM13CNT205 EM13CNT206	3	EM13CNT303 EM13CNT304
77	1	EM13CNT101 EM13CNT105	2	EM13CNT206 EM13CNT207		
78	1	EM13CNT101 EM13CNT105			3	EM13CNT304 EM13CNT305
79			2	EM13CNT207 EM13CNT208	3	EM13CNT305 EM13CNT306
80	1	EM13CNT101 EM13CNT105			3	EM13CNT306 EM13CNT307
81			2	EM13CNT208 EM13CNT209	3	EM13CNT307 EM13CNT308
82	1	EM13CNT101 EM13CNT105	2	EM13CNT209 EM13CNT201		
83	1	EM13CNT101 EM13CNT105			3	EM13CNT308 EM13CNT309
84			2	EM13CNT201 EM13CNT202	3	EM13CNT309 EM13CNT310
85	1	EM13CNT101 EM13CNT105	2	EM13CNT202 EM13CNT203		
86	1	EM13CNT101 EM13CNT105			3	EM13CNT310 EM13CNT301
87			2	EM13CNT203 EM13CNT204	3	EM13CNT301 EM13CNT302
88	1	EM13CNT101	2	EM13CNT204 EM13CNT205		
89	1	EM13CNT101			3	EM13CNT302 EM13CNT303
90			2	EM13CNT205 EM13CNT206	3	EM13CNT303 EM13CNT304
91	1	EM13CNT101 EM13CNT105	2	EM13CNT206 EM13CNT207		

92	1	EM13CNT101 EM13CNT105		3	EM13CNT304 EM13CNT305
93			2	EM13CNT207 EM13CNT208	3 EM13CNT305 EM13CNT306
94	1	EM13CNT101 EM13CNT105	2	EM13CNT208 EM13CNT209	
95	1	EM13CNT101 EM13CNT105		3	EM13CNT306 EM13CNT307
96			2	EM13CNT209 EM13CNT201	3 EM13CNT307 EM13CNT308
97	1	EM13CNT101 EM13CNT105	2	EM13CNT201 EM13CNT202	
98	1	EM13CNT101 EM13CNT105		3	EM13CNT308 EM13CNT309
99			2	EM13CNT202 EM13CNT203	3 EM13CNT309 EM13CNT310
100	1	EM13CNT101 EM13CNT105	2	EM13CNT203 EM13CNT204	
101	1	EM13CNT101 EM13CNT105		3	EM13CNT310 EM13CNT301
102			2	EM13CNT204 EM13CNT205	3 EM13CNT301 EM13CNT302
103	1	EM13CNT101	2	EM13CNT205 EM13CNT206	
104	1	EM13CNT101		3	EM13CNT302 EM13CNT303
105			2	EM13CNT206 EM13CNT207	3 EM13CNT303 EM13CNT304
106	1	EM13CNT101 EM13CNT105	2	EM13CNT207 EM13CNT208	
107	1	EM13CNT101 EM13CNT105		3	EM13CNT304 EM13CNT305
108			2	EM13CNT208 EM13CNT209	3 EM13CNT305 EM13CNT306
109	1	EM13CNT101 EM13CNT105	2	EM13CNT209 EM13CNT201	
110	1	EM13CNT101 EM13CNT105		3	EM13CNT306 EM13CNT307

Considerando a ampla gama de assuntos que a biologia enquanto ciência fundamental aborda, os dados presentes no Quadro 02 colaboram diretamente com o elencar de quais habilidades foram reconhecidas e podem vir a ser trabalhadas. Há uma inexistência de correlação percentual das cartas com as habilidades EM13CNT102, EM13CNT103, EM13CNT104, EM13CNT106, EM13CNT107. Por sua vez, em suas cartas Müller e Darwin abrangem uma variedade de habilidades que refletem a profundidade e a aplicação do conhecimento científico em múltiplas dimensões.

A habilidade EM13CNT101, focada na verificação de fenômenos naturais e processos tecnológicos, lidera em frequência, presente em 71 cartas (64.54%). Segue-se a EM13CNT301, com 64 cartas (58.18%), investigando situações-problema e avaliando aplicações do conhecimento científico, mostrando uma busca por soluções práticas e teóricas. A EM13CNT105, em 63 cartas (57.27%), relaciona-se com a proposição de soluções para problemas ambientais, enfatizando a responsabilidade ecológica.

As demais habilidades reconhecidas, juntamente com a sua frequência e percentagem estão dispostas no quadro 02 abaixo.

Quadro 2: Percentual de frequência das habilidades por competência do ensino médio que estão relacionadas as cartas avaliadas

Habilidades da Competência 1

EM13CNT101: Presente em 71 cartas (64.54%) - Trata da verificação de fenômenos naturais e processos tecnológicos, é uma das mais citadas, indicando a preocupação constante com a observação e análise detalhada dos fenômenos naturais.

EM13CNT102: Correlaciona com os componentes curriculares da Ciência da Natureza - Química e Física.

EM13CNT103: Correlaciona com os componentes curriculares da Ciência da Natureza - Química e Física.

EM13CNT104: Correlaciona com os componentes curriculares da Ciência da Natureza - Química.

EM13CNT105: Presente em 63 cartas (57.27%) - Relaciona-se com a proposição de soluções para problemas ambientais.

EM13CNT106: Correlaciona com os componentes curriculares da Ciência da Natureza - Física.

EM13CNT107: Correlaciona com os componentes curriculares da Ciência da Natureza - Física.

Habilidades da Competência 2

EM13CNT201: Presente em 48 cartas (43.64%) - Foca na dinâmica da vida, da Terra e do Cosmos, evidenciando a importância da evolução e dos processos naturais.

EM13CNT202: Presente em 42 cartas (38.18%) - Destaca a elaboração de argumentos sobre o funcionamento e a evolução dos seres vivos e do Universo.

EM13CNT203: Presente em 35 cartas (31.82%) - Relaciona-se com a previsão sobre os fenômenos naturais com base em interpretações científicas.

EM13CNT204: Presente em 29 cartas (26.36%) - Trata da fundamentação e defesa de decisões éticas e responsáveis com base no conhecimento científico.

EM13CNT205: Presente em 22 cartas (20%) - Aborda a análise histórica dos conceitos científicos.

EM13CNT206: Presente em 18 cartas (16.36%) - Enfatiza a reflexão sobre os limites das explicações científicas.

EM13CNT207: Presente em 10 cartas (9.09%) - Relaciona-se com a construção de representações ou protótipos para a previsão de fenômenos.

EM13CNT208: Presente em 7 cartas (6.36%) - Aborda a utilização de dispositivos e aplicativos digitais para simulação e projeção de fenômenos naturais.

EM13CNT209: Presente em 3 cartas (2.73%) - Foca na avaliação dos impactos futuros considerando contextos atuais.

Habilidades da Competência 3

EM13CNT301: Presente em 64 cartas (58.18%) – Investiga situações-problema e avaliação de aplicações do conhecimento científico, é a mais frequente, refletindo a contínua busca por soluções práticas e teóricas.

EM13CNT302: Presente em 56 cartas (50.91%) - Enfatiza a proposição de soluções baseadas em demandas locais, regionais e globais.

EM13CNT303: Presente em 43 cartas (39.09%) - Relaciona-se com a comunicação de descobertas científicas a diferentes públicos.

EM13CNT304: Presente em 39 cartas (35.45%) - Aborda a utilização de procedimentos e linguagens próprias das Ciências da Natureza.

EM13CNT305: Presente em 30 cartas (27.27%) - Trata da avaliação das implicações das descobertas científicas no mundo real.

EM13CNT306: Presente em 27 cartas (24.55%) - Enfoca a comunicação de descobertas científicas utilizando tecnologias digitais.

EM13CNT307: Presente em 21 cartas (19.09%) - Relaciona-se com a proposta de soluções inovadoras para problemas ambientais.

EM13CNT308: Presente em 16 cartas (14.55%) - Aborda a análise das demandas locais e regionais para proposição de soluções científicas.

EM13CNT309: Presente em 10 cartas (9.09%) - Foca na avaliação das soluções propostas considerando impactos socioambientais.

EM13CNT310: Presente em 6 cartas (5.45%) - Relaciona-se com a aplicação do conhecimento científico em contextos variados.

Partindo destes dados e com a busca no aprimoramento da prática em sala e em consonância ao método de trabalho por pertinência, homogeneidade e produtividade é possível agrupar 3 campos que podem ser colocados como frentes de avanço para uso do material.

1. Uma Fonte de Conhecimento Diversificada e Prática

Cada carta contém exemplos práticos de observações e experimentos realizados por Müller e discutidos com Darwin. Esses exemplos abrangem ampla gama de tópicos ecológicos, incluindo polinização, variação genética, adaptações morfológicas, estratégias reprodutivas e interações planta-inseto. Por exemplo, a carta 15 discute a polinização cruzada e suas vantagens para a variabilidade genética, enquanto a carta 76 aborda as interações entre plantas e seus polinizadores. Essas discussões detalhadas podem ser diretamente aplicadas ao currículo de ecologia, fornecendo aos alunos compreensão mais profunda e prática dos conceitos ecológicos. Como fonte diversa podemos elencar os seguintes exemplos:

Exemplos Práticos de Uso no Ensino Médio

1.a. Estudo de Caso: Polinização e Variação Genética.

Cartas Utilizadas: 15, 31, 76

Atividade proposta: Os alunos podem analisar as discussões sobre polinização cruzada e variação genética, conduzindo experimentos similares com plantas locais para observar os resultados práticos.

1.b. Investigação Científica: Adaptações Morfológicas

Cartas Utilizadas: 78, 90, 104

Atividade proposta: Em grupos, os alunos podem investigar como diferentes plantas se adaptam a seus ambientes, usando as observações de Müller como ponto de partida para suas próprias investigações.

1.c. Impactos de Eventos Climáticos

Cartas Utilizadas: 79, 107, 110

Atividade proposta: Elaboração relatório com recursos visuais de observação ou fonte reconhecida sobre os impactos de eventos climáticos extremos, como inundações e

chuvas fortes, nas plantas e no solo trazer informações relevantes para estudos sobre mudanças climáticas e gestão de desastres ambientais.

2. Estímulo à Investigação Científica e Pensamento Crítico

O uso dessas cartas no ensino médio pode também estimular a investigação científica e o pensamento crítico entre os alunos. Ao analisar as cartas, os alunos podem explorar como os cientistas conduzem experimentos, interpretam dados e discutem suas descobertas. Isso pode ser visto na carta 31, onde são descritas observações sobre a resposta das plantas a diferentes estímulos ambientais, e na carta 90, que apresenta um estudo detalhado sobre a biogeografia das plantas. Essas cartas incentivam os alunos a pensarem como cientistas, formulando hipóteses, conduzindo experimentos e analisando resultados de maneira crítica.

3. Integração Multidisciplinar e Contextualização Histórica

As cartas de Müller e Darwin também permitem uma integração multidisciplinar, combinando biologia, história e literatura. Elas fornecem um contexto histórico sobre como o conhecimento ecológico evoluiu e destacam a importância da correspondência e colaboração científica. A carta 100, por exemplo, discute a importância da diversidade genética para a saúde e resiliência das populações vegetais, ilustrando como a ciência ecológica se desenvolveu ao longo do tempo. Utilizar essas cartas em sala de aula pode ajudar os alunos a apreciarem a história da ciência e a entender a relevância contemporânea das descobertas ecológicas do passado.

Assim, nos parece pertinente considerar que o uso das cartas como ferramentas educacionais na promoção do ensino por competências e habilidade é muito consistente, sendo as correlações existentes entre as cartas e a BNCC cientificamente relevante.

Os achados supracitados nos permitem continuar a exposição de dados obtidos a partir do crivo das contribuições ao ensino de ecologia estabelecido nos objetivos do projeto.

5.3 CONVERGÊNCIAS ENTRE AS COMPETÊNCIAS E HABILIDADES, LIGADAS AO ENSINO DE ECOLOGIA PRESENTES NAS CARTAS TROCADAS POR MÜLLER E DARWIN

Por adesão ao método de Bardin para análise dos dados, o princípio da exclusão mútua e homogeneidade foram essenciais na construção dos resultados a seguir. Visto que cada uma dessas cartas fornece exemplos práticos valiosos para o ensino de ecologia, destacando a importância da variação genética, adaptação, interação ecológica e estratégias reprodutivas das plantas. Utilizar essas observações no ambiente educacional pode ajudar os estudantes a compreenderem melhor os conceitos de evolução, seleção natural e a dinâmica das populações vegetais em diferentes ecossistemas.

Com o intuito de alcançar uma abordagem consistente e garantir repetibilidade e reprodutibilidade, considerando, entre as habilidades listadas na BNCC para o ensino de Ciências da Natureza, aquelas relacionadas ao ensino de Ecologia temos 9 habilidades, conforme apresentadas na Tabela 2. A identificação de quais cartas podem ser associadas a estas 9 habilidades estão dispostas na tabela 05.

Tabela 5: Agrupamento das cartas ligadas a 9 habilidades relacionadas ao ensino de ecologia

Competência	Habilidade	Nº carta correlacionada a habilidade ligada a ecologia
1	EM13CNT101	01, 02, 03, 04, 05, 07, 09, 11, 14, 16, 17, 18, 19, 21, 22, 24, 27, 29, 30, 32, 33, 35, 36, 38, 40, 41, 43, 44, 46, 47, 49, 50, 52, 53, 55, 56, 58, 60, 61, 62, 63, 64, 66, 68, 69, 71, 72, 74, 75, 77, 78, 80, 82, 83, 85, 86, 88, 89, 91, 92, 94, 95, 97, 98, 100, 101, 103, 104, 106, 107, 109, 110
	EM13CNT105	01, 02, 03, 04, 05, 07, 09, 13, 14, 16, 17, 18, 19, 21, 22, 24, 26, 27, 29, 30, 32, 33, 35, 36, 38, 40, 41, 44, 46, 47, 49, 50, 52, 53, 55, 60, 61, 62, 63, 64, 66, 68, 69, 71, 75, 77, 78, 80, 82, 83, 85, 86, 91, 92, 94, 95, 97, 98, 100, 101, 106, 107, 109, 110
2	EM13CNT202	01, 02, 13, 15, 28, 29, 42, 43, 55, 57, 70, 71, 84, 85, 97, 99
	EM13CNT203	04, 16, 20, 31, 45, 59, 73, 87, 100
	EM13CNT206	07, 08, 20, 21, 34, 35, 48, 49, 62, 63, 76, 77, 90, 91, 103, 105
3	EM13CNT301	02, 17, 30, 31, 44, 45, 58, 59, 72, 73, 86, 87, 101, 102
	EM13CNT303	05, 06, 19, 20, 33, 34, 47, 48, 61, 62, 75, 76, 89, 90, 104, 105
	EM13CNT304	08, 22, 36, 50, 64, 78, 80, 92, 107
	EM13CNT309	14, 15, 27, 28, 41, 42, 56, 57, 69, 70, 83, 84, 98, 99

A habilidade de maior percentual em frequência de correlação é EM13CNT101, por se ampla e versar o desenvolvimento sustentável, o uso consciente dos recursos naturais e a preservação da vida em todas as suas formas, em 71 cartas das 110 cartas identificam-se contribuições.

- *Carta n° 89*; Darwin a Fritz Müller se relaciona fortemente através da investigação e análise das transformações e conservações em sistemas naturais. A carta fornece exemplos concretos de observações ecológicas e experimentos que podem ser usados para ilustrar e aplicar essa habilidade no ensino de ecologia. Como pontos relevantes da carta destaca-se os fragmentos que tratam *Sementes e Plantas*: Darwin menciona o recebimento de cinco tipos de sementes, todas germinando, e demonstra interesse particular nas mudas de *Cassia*. *Informação sobre Minhocas e Solo*: discute a atividade das minhocas em diferentes tipos de solo, observando que em solos recentemente escavados na Inglaterra, as minhocas não vêm à superfície, mas depositam seus excrementos no solo solto. *Movimentos das Plantas*: Darwin menciona seu trabalho contínuo sobre os vários tipos de movimentos das plantas e sua tentativa de reduzir esses movimentos a regras simples.
- *Carta n° 92*; Müller discute as inundações devastadoras que afetaram a região de Itajaí, mencionando a necessidade de práticas sustentáveis para a recuperação e conservação ambiental após desastres naturais. Ele também menciona a observação de como plantas específicas reagiram a essas mudanças ambientais.
- *Carta n° 110*; Müller relata suas observações sobre a variabilidade das cores das flores de *Pontederia (Eichhornia)*, uma planta aquática, e sua resistência à polinização. Ele discute as diferenças entre as espécies nativas e as introduzidas, destacando a importância da biodiversidade e a preservação das espécies locais.

Investigar as relações ecológicas entre os organismos e o ambiente, é fundamental para o desenvolvimento de uma compreensão crítica e aprofundada sobre os conceitos ecológicos e suas aplicações práticas, preparando os alunos para lidar com os desafios ambientais contemporâneos de maneira ética e responsável. Usar os exemplos de sementes e plantas mencionados na carta para estudar o ciclo de vida das plantas, desde a germinação até o crescimento e florescimento. Isso envolve analisar a transformação da energia solar em energia química através da fotossíntese, um aspecto crucial da habilidade EM13CNT101.

Em várias das cartas trocadas entre eles, discutem-se observações e experimentos sobre plantas, animais e suas interações com o ambiente, que são fundamentais para o entendimento de diversos conceitos de interação ecológica. A seguir três exemplos destas interações. Ressalta-se que os assuntos abordados são atuais e presentes no ensino de hoje e está intimamente ligado a habilidade EM13CNT105.

- *Carta n° 26*; datada de 22 de fevereiro de 1867 aborda diretamente aspectos das interações ecológicas e parasitismo, além de discutir a dispersão de sementes, que são fundamentais para a compreensão dos ciclos biogeoquímicos. Usando essa carta, os alunos podem explorar como os fenômenos naturais e a interferência humana afetam os ciclos de nutrientes e, conseqüentemente, os ecossistemas
- *Carta n° 53*; Darwin destaca as metamorfoses dos insetos como altamente provável e menciona a discussão sobre o desenvolvimento retrógrado dos *Rhizocephala* como um excelente exemplo de suas próprias ideias.
- *Carta n° 85*; Darwin agradece pelas sementes da Viola, informando que, por coincidência, ele recentemente cultivou mudas de *Trifolium subterraneum* e *Arachis hypogaea*. Darwin menciona que as sementes de *Pontederia* não germinaram, possivelmente porque a carta foi pressionada demais no transporte.

Pertinentes à segunda competência direcionadas ao ensino de ecologia, são um total de 48 cartas distribuídas nas 3 habilidades (EM13CNT202; EM13CNT203; EM13CNT206). Pelo princípio de exclusão as cartas de n° 01, 29, 57, 71 e 99, que se repetem em trato de correlação com as habilidades EM13CNT202 e EM13CNT203, foram contabilizadas apenas uma vez. Atendo-se a princípios de pertinência e objetividade gerando o número real do material a ser avaliado na competência 2, de 43 cartas.

A EM13CNT202 trata da análise das diversas formas de manifestação da vida em seus diferentes níveis de organização, bem como as condições ambientais favoráveis e os fatores limitantes a elas, com ou sem o uso de dispositivos e aplicativos digitais. Recebem destaque as cartas de n° 29, 31 e 97.

- *Carta n° 29*; Ideias valiosas sobre a seleção sexual em crustáceos e copépodes, e a autoesterilidade em várias espécies de orquídeas. A observação das diferenças sexuais em crustáceos superiores, como o *Gelasimus*, ilustra como a seleção sexual pode influenciar a evolução das características físicas em animais de níveis

organizacionais mais baixos. Além disso, as discussões detalhadas sobre a fertilidade e a autoesterilidade das orquídeas fornecem exemplos concretos de como a biologia reprodutiva das plantas pode ser influenciada por fatores internos e externos, como a compatibilidade do pólen.

- *Carta n° 31*; Charles Darwin agradece a Fritz Müller pelas informações sobre diferenças sexuais em caranguejos. Ele valoriza as observações de Müller sobre orquídeas autoestéreis e menciona que incluirá essas informações em seu livro, embora não possa alterar partes já escritas. Darwin relata que apenas três plantas de *Plumbago* de Müller estão vivas, mas crescendo bem, e que centenas de *Gesneras* germinaram. Ele comenta sobre a dificuldade de germinar sementes de orquídeas cruzadas e menciona que um horticultor na Europa conhece o segredo, mas o mantém confidencial. Darwin está ocupado com a impressão de seu livro, que está progredindo lentamente.
- *Carta n° 97*; Darwin agradece a carta de Müller e menciona estar finalizando um livro sobre minhocas, prometendo enviar uma cópia a Müller quando publicado. Ele se interessa pelas novas observações de Müller sobre heliotropismo e planeja publicar um relato dessas observações na *Nature*. Darwin teve dificuldades em obter plantas de *Melastomataceae* e com anteras de cores diferentes, mas agradece as sementes de *Heteranthera reniformis* e pede informações sobre o habitat da planta. Ele expressa interesse contínuo pelas ideias de Müller sobre anteras de cores diferentes e o movimento das folhas de certas plantas para eliminar gotas de água.

Essas observações são fundamentais para o ensino da ecologia, pois ajudam os estudantes a entenderem a complexidade das interações ecológicas e evolutivas. Ao estudar casos específicos de seleção sexual e autoesterilidade, os alunos podem aprender sobre os mecanismos que regulam a diversidade biológica e a adaptação das espécies ao ambiente. Além disso, a carta exemplifica a importância da colaboração científica e da troca de informações para o avanço do conhecimento, um aspecto essencial na formação de futuros cientistas.

- *Carta n° 71*; uma série de temas relevantes para o ensino da ecologia, com destaque para as adaptações e interações ecológicas de formigas cortadeiras e abelhas sem ferrão. Müller confirma a hipótese de Belt de que as formigas

cortadeiras se alimentam de fungos cultivados nas folhas que carregam para seus ninhos, demonstrando um exemplo de mutualismo entre espécies. Este ponto pode ser utilizado em sala de aula para ilustrar as complexas relações ecológicas e a importância de interações simbióticas na manutenção dos ecossistemas. Além disso, Müller descreve as adaptações das abelhas sem ferrão para a coleta de pólen e cera, enfatizando as variações entre diferentes espécies e suas estratégias adaptativas. Essas observações destacam a diversidade biológica e as formas pelas quais as espécies se adaptam aos seus ambientes específicos, proporcionando exemplos concretos para discussões sobre evolução e adaptação no contexto ecológico.

Müller também relata métodos detalhados de observação e experimentação, incluindo a construção de favos por abelhas e o comportamento de competição entre abelhas operárias e rainhas. Esses métodos podem ser utilizados como exemplos práticos de como conduzir investigações científicas em ecologia, ilustrando a aplicação de procedimentos científicos para a coleta e análise de dados ecológicos. Em resumo, a carta oferece uma rica fonte de exemplos e estudos de caso que podem ser incorporados ao ensino da ecologia, destacando a importância das interações ecológicas, adaptações das espécies e métodos científicos de investigação ecológica.

As 11 cartas alusivas à EM13CNT203 (Avaliar e prever efeitos de intervenções nos ecossistemas, e seus impactos nos seres vivos e no corpo humano, com base nos mecanismos de manutenção da vida, nos ciclos da matéria e nas transformações e transferências de energia, utilizando representações e simulações sobre tais fatores, com ou sem o uso de dispositivos e aplicativos digitais), podem ser exemplificadas pelas cartas nº 16, 73 e 87.

- *Carta nº 16*; A carta de Darwin para Müller discute a fertilização cruzada e a autofertilização em *Epidendreae*, o que pode ser usado no ensino da ecologia para explorar os diferentes mecanismos de polinização e suas implicações para a diversidade genética e a sobrevivência das espécies vegetais. Essas observações são importantes para entender as estratégias reprodutivas das plantas e como elas influenciam a estrutura e dinâmica das populações vegetais. Darwin também menciona a baixa produção de sementes em plantas com flores grandes e as variações nos vasos de plantas florais, que são tópicos relevantes para o estudo das adaptações morfológicas e fisiológicas das plantas.

- *Carta n° 73*; Müller menciona o estudo dos “Sambaquis” ou “Casqueiros”, onde as conchas acumuladas pelos habitantes costeiros antigos revelam a utilização de recursos naturais marinhos e suas mudanças ao longo do tempo. Essas observações ajudam a entender como as práticas humanas impactaram os ecossistemas costeiros.
- *Carta n° 87*; Charles Darwin agradece a Fritz Müller por sua carta interessante, que enviou para Meldola da Sociedade Entomológica. Ele se impressiona com as observações de Müller e pede que, quando a *Mimosa* estiver em flor, Müller envie flores e folhas secas para identificação. Darwin solicita observações sobre as folhas das *Cassias* durante a chuva. Ele agradece pelas sementes de *Cassia neglecta*, mas menciona que a maioria foi destruída por um besouro, que enviou para a Sociedade Entomológica. Darwin pergunta se *Cassia neglecta* é a mesma espécie que cresce perto do mar da qual Müller enviou sementes anteriormente. Ele informa que quatro mudas de *Pontederia* germinaram.

Para encerramento da competência 2 é preciso avaliar as cartas n° 20, 76 e 105, acerca da habilidade EM13CNT206. O cerne desta trata da preservação e conservação da biodiversidade, impacto das atividades humanas, políticas ambientais, sustentabilidade.

- *Carta n° 20*; Discussão sobre a variação em diferentes formas de plantas e adaptação evolutiva. A carta de Müller para Darwin discute a esterilidade em plantas como a *Eschscholtzia* quando fertilizadas com pólen do mesmo indivíduo, o que pode ser utilizado no ensino da ecologia para explorar os diferentes mecanismos de polinização e suas implicações para a diversidade genética e a sobrevivência das espécies vegetais. Essas observações são importantes para entender as estratégias reprodutivas das plantas e como elas afetam a estrutura e dinâmica das populações vegetais. Müller também menciona a variação em diferentes formas de plantas e a adaptação evolutiva, discutindo como a seleção natural pode afetar o sistema reprodutivo masculino de certas espécies.

Isso é relevante para discutir a importância das adaptações evolutivas e as pressões seletivas na manutenção da biodiversidade. Além disso, a coleta de dados sobre variação em diferentes espécies e polinização cruzada pode ser utilizada para ensinar sobre a

diversidade morfológica e funcional das plantas, bem como suas implicações ecológicas e evolutivas.

- *Carta n° 76*; Charles Darwin expressa seu prazer em saber que Fritz Müller foi nomeado para um cargo relacionado à história natural no Rio de Janeiro. Darwin está contente que Müller poderá agora dedicar mais tempo à ciência e pergunta sobre as responsabilidades do novo cargo. Ele menciona a importância de investigar os fenômenos glaciais próximos ao Rio de Janeiro, desafiando a atribuição de Agassiz de que os depósitos superficiais foram causados por ação glacial. Darwin informa que enviou recentemente seu novo livro sobre fertilização cruzada a Müller e que enviará uma nova edição de seu livro sobre orquídeas, no qual utilizou muitas observações de Müller.
- *Carta n° 105*; Müller agradece a Darwin pelo envio da "Nature" e por seu gentil comentário. Ele relata que apenas sete das sementes híbridas de *Lagerstroemia*, todas provenientes de flores polinizadas com pólen verde, germinaram. As sementes polinizadas com pólen amarelo não germinaram até o momento. Ele aproveita a oportunidade para compartilhar observações dos efeitos das chuvas fortes em plantas, destacando que, onde o solo não está densamente coberto, gotas de chuva ricocheteiam, cobrindo plantas baixas com uma crosta de terra. Observa que, ao contrário de outras plantas, *Oxalis* e *Phyllanthus* permanecem limpas após a chuva devido à secreção cerosa em suas folhas, que protege especialmente a parte inferior das folhas. Envia amostras de folhas de três plantas com essa proteção cerosa para demonstração. Müller também menciona o aparecimento de novas plantas após a última enchente, incluindo uma pequena espécie de *Anagallis* que ele nunca havia visto antes. Ele questiona sua origem, já que nenhuma espécie de *Anagallis* é nativa da América, segundo Endlicher, e observa que as variedades europeias de *Anagallis* são comuns em Desterro, provavelmente introduzidas da Europa.

Por fim, mais não menos importante temos as 63 cartas que se correlacionam com 4 habilidades a serem trabalhadas no último ano de formação do ensino médio.

No tocante a habilidade EM13CNT301, as correspondências estabelecem paralelo singular, pois em meio a toda a troca de informações importantes do aspecto de aprendizagem observa-se a preocupação de registro e divulgação dos saberes a comunidade científica da época. Justamente o que se preocupa a habilidade ao apontar para necessidade de construir questões, elaborar hipóteses, previsões e estimativas, empregar instrumentos de medição e representar e interpretar modelos explicativos, dados e/ou resultados experimentais para construir, avaliar e justificar conclusões no enfrentamento de situações-problema sob uma perspectiva científica.

- *Carta n° 31*; Charles Darwin agradece a Fritz Müller pelas informações sobre diferenças sexuais em caranguejos. Ele valoriza as observações de Müller sobre orquídeas autoestéreis e menciona que incluirá essas informações em seu livro, embora não possa alterar partes já escritas. Darwin relata que apenas três plantas de *Plumbago* de Müller estão vivas, mas crescendo bem, e que centenas de *Gesneras* germinaram. Ele comenta sobre a dificuldade de germinar sementes de orquídeas híbridas e menciona que um horticultor na Europa conhece o segredo, mas o mantém confidencial. Darwin está ocupado com a impressão de seu livro, que está progredindo lentamente
- *Carta n° 58*; Charles Darwin agradece a Fritz Müller por uma carta anterior sobre o *Abutilon* e por enviar sementes. Ele menciona ter encaminhado a Müller o relato de uma pesquisa sobre a fertilização da *Passiflora* feita por um amigo, que discorda da ideia de que a planta seja fertilizada por beija-flores. Darwin envia suas próprias notas sobre as *Escholtzias* de Müller e comenta sobre artigos que recebeu do cientista alemão, elogiando suas observações sobre brânquias e coração. Ele relata a visita de Alex Agassiz, que se tornou um admirador da evolução graças ao trabalho de Müller. Darwin informa sobre a venda do livro de Müller. Por fim, ele menciona o envio da tradução do livro de Wallace para Müller
- *Carta n° 73*; Fritz Müller relata a Charles Darwin sobre a investigação dos sambaquis em Santa Catarina, destacando a diversidade de conchas encontradas e mencionando que algumas espécies não são mais encontradas na região. Müller descreve a relação entre as árvores embaúba (*Cecropia*) e as formigas que habitam seus caules, explicando como as

formigas protegem as folhas jovens contra formigas cortadeiras, atraídas por corpos em forma de pera nas bases dos pecíolos. Ele também menciona a fundação de colônias de formigas nas embaúbas e a presença de vespas parasitas que atacam as formigas dentro dos caules. Além disso, Müller informa sobre um artigo que enviou para publicação sobre o decápode *Aeglea*, que habita riachos de montanha na Serra do Mar, destacando a ausência de metamorfose nesses animais, ao contrário de seus parentes marinhos.

As habilidades EM13CNT303 e EM13CNT3034 convergem em 6 cartas que se sobrepõem por correlação. Este resultado é devido à abrangência da divulgação científica na EM13CNT303, que trata de temáticas das Ciências da Natureza. Esse padrão é identificado rapidamente e com precisão pelo método de análise utilizado, indicando que as unidades de contexto e registros foram adequadamente empregados na construção dos resultados.

De forma sintética, observa-se na EM13CNT303 a preocupação com confiabilidade na comunicação de fatos científicos. As cartas abaixo destacam que mesmo na troca de informações cientistas/amigos respaldam-se da mesma motivação.

- *Carta n° 33*; Fritz Müller agradece a Charles Darwin pelos livros enviados e relata novas observações sobre plantas dimórficas, incluindo três novas espécies de rubiáceas e uma *Oxalis trimórfica*. Ele menciona cruzamentos de orquídeas, destacando os resultados variados em termos de sementes boas e ruins. Müller também descreve um anfípode com diferenças sexuais marcantes e um peixe em Santa Catarina que emite sons melódicos para atrair parceiros. Ele comenta sobre a variabilidade das anteras laterais em um *Epidendron*, sugerindo uma característica recentemente readquirida.
- *Carta n° 61*; Fritz Müller agradece por uma revista e a tradução de um livro, discute casos de mimetismo em borboletas endêmicas, comenta sobre a auto fertilidade da *Eschscholtzia* sob diferentes condições e menciona Alexander Agassiz inclinando-se para as visões de Darwin. Ele também compartilha novos casos de variação na quantidade de pétalas ou estames em flores de algumas plantas.

- *Carta n° 105*; Darwin agradece pelas sementes e pela carta. Ele acha o caso da *Crotalaria* notável. Menciona um artigo de Müller sobre *Atyoidea* na Kosmos. Enviou a Müller seu livro sobre minhocas, um assunto de interesse pessoal.

O debate construtivo sobre pontos e/ou situações controversas com base em argumentos consistentes, legais, éticos e responsáveis constitui o cerne da habilidade EM13CNT304.

- *Carta n° 08*; Fritz Müller agradece a Charles Darwin por materiais recebidos sobre orquídeas e outros ensaios, expressando interesse nas adaptações descritas. Ele discute a complexidade das relações de sexo em plantas e sua própria pesquisa sobre plantas trepadeiras e a vegetação local. Müller reflete sobre como a teoria da evolução transformou sua visão da natureza e planeja permanecer em Desterro por alguns anos, compartilhando também sobre a pesquisa de Louis Agassiz no Rio Amazonas.
- *Carta n° 50*; Fritz Müller informa Darwin sobre seus experimentos com sementes de *Eschscholzia*, destacando que suas plantas nativas resistiram melhor ao clima extremo. Ele descreve um capim (*Streptochaeta nees*) com um mecanismo único de dispersão de sementes e menciona um pássaro brasileiro que coloca seus ovos em ninhos de outras aves. Müller relata um experimento com milho, observando a segregação de cores dos grãos e sugerindo uma explicação baseada na hipótese da pangênese de Darwin. Ele expressa interesse em realizar mais experimentos para testar essa hipótese. Müller agradece a Darwin pelo envio das sementes e compartilha seus planos para futuros experimentos.
- *Carta n° 80*; Fritz Müller agradece a Darwin pelo livro "As diferentes formas de flores". Ele questiona a função das glândulas no cálice de certas Malpighiáceas e descreve flores heterostílicas em *Solanum*. Müller comenta sobre as mudanças de cor das flores de *Lantana* para atrair borboletas e questiona observações sobre *Pontederia cordata*. Ele também menciona diferenças na inervação das asas de borboletas entre os sexos, relacionadas ao desenvolvimento de estruturas exalantes de odores nos machos.

O último conjunto de 3 cartas versa sobre a habilidade EM13CNT309.

- *Carta n° 27*; Fritz Müller agradece a Charles Darwin pelo envio do "Genera Plantarum" de Bentham e Hooker, que já lhe foi muito útil. Ele responde às

perguntas de Darwin, confirmando que *Adenantha pavonina* é uma espécie introduzida e que *Oncidium flexuosum* é endêmica de sua região. Müller descreve várias observações sobre a fertilização de orquídeas, incluindo a toxicidade do pólen próprio em várias espécies e a diferença na fertilidade entre pólen próprio e de plantas distintas. Ele também menciona experimentos falhos com *Scaevola* e problemas no transplante de plantas da praia.

- *Carta n° 56*; Darwin escreve a Müller pedindo para observar a *Papilio feronia* em Santa Catarina para saber se ambos os sexos fazem o ruído de estalido. Ele também menciona a confirmação do caso dimórfico de *Faramea* por Müller e relata sobre o comportamento das plantas de *Eschscholtzia* a partir das sementes de Müller. Além disso, Darwin menciona ter enviado o relato de Müller sobre *Begonia* para Hooker e discute outros assuntos científicos em andamento;
- *Carta n° 70*; Charles Darwin agradece a Fritz Müller pela carta recebida e menciona o interesse pelos artigos de Müller sobre cupins. Ele destaca a descoberta de Müller sobre as duas formas sexuais maduras dos cupins como notável. Darwin informa que enviou a carta de Müller para publicação na revista Nature e que enviará uma cópia a Müller, além de outra cópia de seu livro sobre expressão. Darwin espera que Müller tenha recebido o livro de Belt. Ele expressa surpresa e interesse pelas observações de Müller sobre as abelhas sem ferrão do Brasil e manifesta desejo de ouvir mais sobre futuras observações. Darwin conclui mencionando que tem estado ocupado corrigindo novas edições de seus livros.

5.4 RECONHECIMENTO DE QUESTÕES GUIA PARA ENSINO DE ECOLOGIA A PARTIR DAS CARTAS MÜLLER E DARWIN

As cartas entre Fritz Müller e Charles Darwin são ricas em discussões sobre ecologia, relações ecológicas e impactos ambientais. Essas correspondências fornecem valiosas ideias para questões problematizadoras sobre as observações de campo e os experimentos que ajudaram a moldar nossa compreensão das interações ecológicas e da importância da conservação ambiental.

Recomenda-se o uso de perguntas problematizadoras como ferramentas relevantes tanto para pesquisa quanto para a preparação de aulas de biologia, especialmente no campo da ecologia. O apêndice 2 delimita 40 questões guias apontando diretamente uma sugestão de uso no ensino de ecologia, junto a carta correspondente e destaca-se sua justificativa de uso.

Integrar essas perguntas nas aulas pode ajudar os professores a explorarem de maneira mais rica as conexões entre diferentes conceitos ecológicos e suas aplicações práticas. Essas perguntas não apenas servem como um excelente ponto de partida para discussões, mas também são projetadas para estimular o pensamento crítico, a reflexão e o debate entre os alunos.

Os temas abordados nessas perguntas são retirados de trechos das cartas, facilitando uma conexão mais direta e relevante com o material de estudo. Isso torna o aprendizado mais interessante e significativo para os alunos, incentivando-os a explorar diversas perspectivas e aprofundar sua compreensão dos assuntos discutidos.

Essa abordagem para promover um ambiente de aprendizado mais dinâmico e envolvente. Ao conectar a teoria com a prática, os professores podem tornar o conhecimento adquirido mais útil e aplicável no dia a dia dos alunos; esperamos que essas perguntas problematizadoras possam enriquecer a experiência educacional, tornando as aulas mais interativas e inspiradoras.

Não é possível esgotar todas as possibilidades nesse trabalho, pois há inúmeras outras correlações que podem ser estabelecidas a partir do material deixado por esses cientistas, em várias outras áreas da biologia. Certamente, esses temas poderão ser explorados em maior profundidade para enriquecer estudos sobre ecologia e biologia ambiental.

A correspondência entre Fritz Müller e Charles Darwin constitui uma rica fonte de aprendizado para o ensino de ecologia, oferecendo ideias sobre a aplicação das competências e habilidades específicas das Ciências da Natureza. Convergido com o pressuposto estabelecido na BNCC para ensino com metodologias diferenciadas (Brasil, 2018 e p.91); atestando a hipótese central do desenvolvimento deste projeto acerca da correlação existente entre este documento histórico e os parâmetros de ensino do atual modelo brasileiro de educação e corroborando com a proposição inicial de sua viabilidade com recurso didático.

6. CONCLUSÃO

A pesquisa evidencia a importância do uso de documentos históricos, como as cartas de Müller e Darwin, no enriquecimento do ensino de ecologia, destacando a colaboração científica como um pilar fundamental para o avanço do conhecimento. Ao alinhar essas correspondências às competências e habilidades da BNCC, o estudo revela que elas oferecem uma abordagem prática e interdisciplinar para o ensino de conceitos ecológicos, permitindo que os alunos desenvolvam uma compreensão mais aprofundada e crítica sobre temas ambientais contemporâneos.

O levantamento das 110 cartas mostrou sua relevância no contexto educacional, especialmente no que diz respeito à correlação com 21 das 26 habilidades previstas na BNCC. Esse alto nível de alinhamento reforça o potencial didático das cartas, especialmente no ensino de ecologia, com 93 cartas apresentando trechos diretamente aplicáveis a esse tema. A organização cronológica dessas cartas, em conjunto com tabelas traduzidas para o português, torna o material mais acessível e prático para os professores que falam a língua materna, facilitando o planejamento de aulas e o engajamento dos alunos em atividades investigativas.

Apesar das limitações tecnológicas da época de Müller e Darwin, que restringiram a profundidade de algumas de suas conclusões, a pesquisa sugere que uma reanálise de suas observações com o uso de tecnologias modernas, como a genética e a ecologia molecular, pode oferecer novas e valiosas perspectivas. Além disso, explorar os impactos das mudanças ambientais atuais sobre os fenômenos descritos nas cartas constitui uma área promissora para futuras investigações científicas.

Ao seguir a tradição de documentar e compartilhar descobertas, como fizeram Müller e Darwin, continuamos a fortalecer a prática científica e a educação em ciências. A criação de materiais didáticos baseados em suas correspondências não apenas contribui para a formação de cidadãos mais críticos e responsáveis, mas também apoia os professores na elaboração de aulas mais dinâmicas e conectadas com os desafios ambientais e científicos contemporâneos. Esse processo de integração entre história, ciência e educação básica reforça a importância de manter o ensino de ecologia em sintonia com o avanço do conhecimento científico e as necessidades do mundo atual.

7. REFERÊNCIAS

- Araújo, L. A. L. **Fritz Müller: 200 years of a pioneer evolutionist.** *Biological Journal of the Linnean Society*, v.137, n.4 p.737–739, **2022**. <https://doi.org/10.1093/biolinnean/blac124>.
- Arthur, L. H. M.; Terrazzan, E.A. **A Natureza da Ciência na escola por meio de um material didático sobre a Gravitação.** *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 40, n. 3, e3403, **2018**. <https://doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2017-0233>
- Almeida, M. J. P. M.; Silva, H.C. **O funcionamento de textos de divulgação científica: gravitação no ensino médio.** *Atas do VI Encontro de Pesquisa em Ensino de Física*. Florianópolis: SBF, **1998**.
- Bardin, L. **Análise de Conteúdo.** Lisboa: Edições70, **1977a**. <https://edisciplinas.usp.br/>
_____. **Análise de Conteúdo.** Lisboa: Edições70, **1977b**. <https://edisciplinas.usp.br/>
_____. **Análise de Conteúdo.** Lisboa: Edições70, **1977c**. <https://edisciplinas.usp.br/>
_____. **Análise de Conteúdo.** Lisboa: Edições70, **1977d**. <https://edisciplinas.usp.br/>
_____. **Análise de Conteúdo.** Lisboa: Edições70, **1977e**. <https://edisciplinas.usp.br/>
_____. **Análise de Conteúdo.** Lisboa: Edições70, **1977f**. <https://edisciplinas.usp.br/>
_____. **Análise de Conteúdo.** Lisboa: Edições70, **1977g**. <https://edisciplinas.usp.br/>
- Blandford, W. **Fritz Müller (Obituary).** *Nature*, v.56, n. 1458, p. 546-548, **1897**.
- Brasil. [Lei nº 13.415/2017](#). Altera as Leis n.º 9.394, de 20 de dezembro de 1996, que estabelece as diretrizes e bases da educação nacional, e 11.494, de 20 de junho 2007, que regulamenta o Fundo de Manutenção e Desenvolvimento da Educação Básica e de Valorização dos Profissionais da Educação, a Consolidação das Leis do Trabalho - CLT, aprovada pelo Decreto-Lei nº 5.452, de 1º de maio de 1943, e o Decreto-Lei nº 236, de 28 de fevereiro de 1967; revoga a Lei nº 11.161, de 5 de agosto de 2005; e institui a Política de Fomento à Implementação de Escolas de Ensino Médio em Tempo Integral. **Portal da Legislação**, Brasília, 16/02/2017. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2017/lei/113415.htm. Acesso em: 15/05/2023.

Brasil. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, p. 101, **2018a**.

_____. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, p. 05, **2018b**.

_____. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, p. 05, **2018c**.

_____. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, p. 05, **2018d**.

_____. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, p. 05, **2018e**.

_____. Ministério da Educação. **Caderno Meio Ambiente [livro eletrônico]: Educação ambiental: educação para o consumo**. Série temas contemporâneos transversais. Base Nacional Comum Curricular (BNCC); curadoria Maria Luciana da Silva Nóbrega. Brasília, DF: Secretaria de Educação Básica do MEC, **2022**.
http://basenacionalcomum.mec.gov.br/caderno_meio_ambiente_22.pdf

_____. Ministério da Educação. Secretaria da Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais + (PCN+): Ciências da Natureza e suas Tecnologias**. Brasília, **2002**.

_____. [Portaria nº 1432/18](#). Ministério da Educação. Estabelece os referenciais para elaboração dos itinerários formativos conforme preveem as Diretrizes Nacionais do Ensino. **Diário Oficial**, Brasília, 05/05/2019. Disponível em: https://www.in.gov.br/materia//asset_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/70268199. Acesso em: 17/06/2023.

Caponi, G. **Fritz Müller, do programa filogenético ao programa adaptacionista**. *Filosofia e História da Biologia*, v. 17, n. 2, p. 161-180, **2022**. <https://doi.org/10.11606/issn.2178-6224v17i2p161-180>.

Cardoso, M. R. G.; Oliveira, G. S.; Ghelli, K. G.M.; **Análise de conteúdo: uma metodologia de pesquisa qualitativa**. *Cadernos da Fucamp*, v.20, n.43, p.98-111, **2021**.
<https://revistas.fucamp.edu.br/index.php/cadernos/article/view/2347>

Castro, M. H. G.; Callou, R. **Educação em Pauta 2022: desafios da educação básica no Brasil**. Brasília: Organização de Estados Ibero-americanos para a Educação, a Ciência e a Cultura (OEI), ed. 1ª, 2022. <https://oei.int/downloads/eduempauta22.pdf>.

Cordeiro, M. L.; Tomio, D. **O Museu de Ecologia Fritz Müller: Tessituras para Educação Científica e a Pesquisa**. *Alexandria: Revista Educação Ciência e Tecnologia*, v. 10, n. 1, p. 169-198, 2017.

Cordeiro, T. C.; Shaw, G. S. L.; **Interdisciplinaridade no ensino de ciências: concepções de licenciandos em ciências da natureza e a influência do programa institucional de residência pedagógica da UNIVASF**. *Revista Brasileira de Pesquisa sobre Formação Docente*, v.15, n.32, p.87-104, 2023. <https://doi.org/10.31639/rbpf.v15i32.650>.

Darwin, C. R. **On the origin of species by means of natural selection, or the preservation of favoured races in the struggle for life**. ed. 4ª. London: John, 1866. <https://darwin-online.org.uk>.

Darwin, C. R. **On the origin of species by means of natural selection, or the preservation of favoured races in the struggle for life**. ed. 1ª. London: John, 1859. https://darwin-online.org.uk/converted/pdf/1861_OriginNY_F382.pdf

Domingues, H.M.B.; SÁ, M.R.; Glick, T. **A recepção do Darwinismo no Brasil** História e saúde collection [online]. Rio de Janeiro: FIOCRUZ, 2003. <https://static.scielo.org/scielobooks/txc6/pdf/domingues-9788575414965.pdf>

Favoretti, V.; Silva, V.V.; Lima, R.A. **O ensino de ecologia: uma análise de sua abordagem em escolas de ensino médio entre 2008-2018**. *ACTIO: Docência em Ciências*, v. 5, n. 1, p. 1-18, 2020. DOI: [10.3895/actio.v5n1.10077](https://doi.org/10.3895/actio.v5n1.10077).

Filipe, F. A.; Silva, D. S.; Costa, A. C. **Uma base comum na escola: Análise do projeto educativo da Base Nacional Comum Curricular**. *Ensaio: avaliação e Políticas Públicas em Educação*, v.29, n.112, p. 783-803, 2021. <https://doi.org/10.1590/S0104-40362021002902296>.

Fernandes, G.L. **A importância da educação básica no Brasil, no contexto da quarta revolução industrial**. *Inclusão Social*, v.17 n.2, p.60-83,2024.

Fontes, L.R.; Hagen, S. **Fritz Müller e sua obra na ciência brasileira e mundial**. Blumenau: Cultura em Movimento, 2008. <https://doc-0g-84-prod-01-apps-viewer.googleusercontent.com>.

Fontes, L. R.; Kupfer, E. E.; Hagen, S. **Fritz Müller: Príncipe dos Observadores / Fürst der Beobachter**. 2a ed. São Paulo: Instituto Martius-Staden, 2012. <https://archive.org/details/Catalog2012FritzMueller2aEd>

Franco, M. L. P. B. *Análise de conteúdo* 3.ed. Brasília: Líber Livro, 2008.

Franco, L. G.; Munford, D. **Reflexões sobre a Base Nacional Curricular: Um olhar da área de ciências da natureza**. *Horizontes*, v.36, n.1, p.158-171, 2018. <https://doi.org/10.24933/horizontes.v36i1.582>.

Gheno, S. R.; Silva, J.; Dal-Farra, R. A. **Artigos científicos como estratégia de aprendizagem no ensino médio sob a perspectiva da ciência, tecnologia e sociedade**. *Revista Eletrônica Científica Inovação e Tecnologia*, v. 8, n. 15, e-4373, 2017. <https://revistas.utfpr.edu.br/recit/article/viewFile/4373/pdf>

Hartfelder, K. **Fritz Müller – Darwin`s scientific correspondent in Brazil for 17 years**. *Genetics and Molecular Biology*, v.41, n.3, p.722-724, 2018. <https://doi.org/10.1590/1678-4685-GMB-2018-0061>.

Hobold, M. **Concepção de formação de professores na resolução 02/2019 do CP/CNE: resistências propositivas**. *Formação em Movimento*, v.5, n.10, p. 48-69, 2023. [Dói: 0.38117/2675-181X.formov2023.v5e.n10.48-69](https://doi.org/10.38117/2675-181X.formov2023.v5e.n10.48-69).

Iribarry, I. N. **Aproximações sobre a Transdisciplinaridade: Algumas Linhas Históricas, Fundamentos e Princípios Aplicados ao Trabalho de Equipe**. *Psicologia, Reflexão e Crítica*, v.16, n.3, p. 483-490, 2003. <https://doi.org/10.1590/S0102-79722003000300007>.

Krizek, J. P. O.; Muller, M. V. D. V. **Desafios e potencialidades no ensino de ecologia na educação básica**. *Revista de Ensino de Biologia da SBEnBio*, vol. 14, n. 1, p. 700-720, 2021. DOI: <http://doi.org/10.46667/renbio.v14i1.401>.

Lamattina, A. A. **Educação 4.0 [livro eletrônico]: transformando o ensino na era digital**. Formiga, MG: Editora Union, 2023. DOI: [10.5281/zenodo.8199900](https://doi.org/10.5281/zenodo.8199900)

- López, A. B. **Relaciones entre la educación científica y la divulgación de la ciencia.** *Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias*, v. 1, n. 2, 2004. DOI:10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2004.v.i2.01
- Machado, J. S.; Schneider, E. M. **Interdisciplinaridade no ensino de ciências: uma análise das publicações das atas dos encontros nacionais de pesquisa em educação em ciências (ENPEC).** *Revista Valore*, v. 6, n. Ed. Especial, p.916-926, 2021. <https://doi.org/10.22408/reva602021949916-926>.
- Mendes, R. M.; Miskulin, R. G. S.; **A análise de conteúdo como uma metodologia.** *Cadernos de Pesquisa*, v.7, n.165, 2017. <https://doi.org/10.1590/198053143988>
- Moraes, A. M. L. **Fritz Müller, uma vida dedicada à ciência.** Blumenau: Edifurb, 2015.
- Moraes, F.; Fava, M. **A INICIAÇÃO CIENTÍFICA muitas vantagens e poucos riscos.** *São Paulo em Perspectiva*, v. 14, n.1, 73-79, 2000. <https://doi.org/10.1590/S0102-88392000000100008>.
- Motokane, M. T.; Trivelato, S. L. F. **Reflexões sobre o ensino de ecologia no ensino médio.** In: *ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS*, 2,1999, Valinhos. Anais [...] Valinhos, 1999. <https://fep.if.usp.br/>.
- Nóvoa, A. **Firmar a posição como professor, afirmar a profissão docente.** *Cadernos de Pesquisa* v.47 n.166 p.1106-1133, 2017. <https://doi.org/10.1590/198053144843>.
- Perrenoud. P. **Construir as Competências desde a Escola.** Porto Alegre, Artmed, ed. 1ª, 1999.
- Prazeres, I. M. S. **Gamificação no ensino de matemática: Aprendizagem do campo multiplicativo.** Maceió, 203f, 2019. *Dissertação* do Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciência e Matemática. <https://www.repositorio.ufal.br/>
- Queiroz, F. A.; Ferreira, F. R. M. **The Scientific Biography: Charles Darwin and the formation of a theory.** *Khronos, Revista de História da Ciência*, n. 2, p. 83-105, 2021. DOI: <https://doi.org/10.11606/issn.2447-2158.i12p82-105>.
- Queiroz, k. R. S.; Neves, A. C. A.; Moura, C. B. A.; Moura, I. D. A.; Silva, J.M. **A interdisciplinaridade no Ensino Médio como facilitadora da aprendizagem de alunos nas escolas públicas de Inaciolândia-GO.** *Brazilian Journal of Development, Curitiba*, v.10, n.5, p. 01-26, 2024.

Romanowski, J.P. e Pupo, M.D. **Formação continuada de professores para cursos de aprendizagem profissional.** *Revista Educação e Emancipação*, v.15, n.3, 2022. <https://doi.org/10.18764/2358-4319v15n3.2022.42>

Santiago, R. G.; Kawasaki, C. S. **Encontros e desencontros entre ecologia e educação ambiental: uma análise da produção científica.** São Paulo, 91f. 2012. *Dissertação* do Programa de Pós Graduação em Ensino de Ciências. <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/81/81133/tde-25022013-132013/pt-br.php>.

Santomé, J. T. **Globalização e interdisciplinaridade: o currículo integrado.** Porto Alegre: Artmed, ed. 1ª, 1998.

Santa Catarina. Secretaria de Estado da Educação. **Currículo base do ensino médio do território catarinense: caderno 2 – Formação geral básica.** Florianópolis: Coan, 2021.

Santos, W. L. P.; Mortimer, E. F. **Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C-T-S (Ciência - Tecnologia - Sociedade) no contexto da educação brasileira.** *Ensaio Pesquisa Em Educação Em Ciências*, v. 02, n. 02, p. 110-132, 2002. <https://doi.org/10.1590/1983-21172000020202>.

SBPC. 69ª Reunião Anual Sociedade Brasileira para Progresso da Ciências. **Fritz Müller e a seleção natural - o príncipe dos observadores.** Anais eletrônicos (*Conferência*), julho, 2017, Belo Horizonte -MG, São Paulo: SBPC, 2017. <https://www.sbpnet.org.br/livro/69ra/index.htm>.

Silva, F. L.; Silva, L. A.; Rodrigues, A. P. **A temática interdisciplinar entre química, física e biologia nos livros didáticos do ensino médio.** *Revista Sociedade Científica*, v, 07, n. 01, p. 18-30, 2024. <https://doi.org/10.61411/rsc202419317>.

Silva, G. B.; Felicetti, V. L. **Habilidades e competências na prática docente: Perspectivas a partir de situações-problema.** *Educação Por Escrito*, v. 5, n. 1, p. 17-29, 2014. <https://doi.org/10.15448/2179-8435.2014.1.14919>.

Silva, M. R. **A BNCC reforma do ensino médio: O resgate de um empoeirado discurso.** *Educação em Revista*, v.34, e. 214130, 2018. <https://doi.org/10.1590/0102-4698214130>.

Souza, F. P. A. **Notas de um naturalista do sul do Brasil: Fritz Müller: história da ciência e contribuições para a biologia [online].** São Bernardo do Campo, SP: Editora UFABC, 2017. DOI:<https://doi.org/10.7476/9788568576809>.

- Souza, M.A.; Oliveira, S.A. **Inovações pedagógicas e conceitos da educação 4.0: um estudo em instituições militares no Brasil.** *Interação*, v. 24, n. 3, p. 74-94, 2022. <http://dx.doi.org/10.33836/Interacao.v24i3.712>.
- Souza, V. S.; Sousa, V. A. **Os desafios da política pública do Novo Ensino Médio e sua formação continuada para o Distrito Federal.** *Revista Com Censo*, v.8, n. 2, p.67- 73, 2021. <https://periodicos.se.df.gov.br/index.php/comcenso/article/view/1141>.
- Tavares, A. M. B.; Nascimento, V. B. **Saberes e práticas necessárias à atuação do pedagogo.** Natal: FAMEN, 2023. DOI: <https://doi.org/10.36470/famen.202311>.
- Tomio, D.; Casiani, S.; **Dear mr. Charles Darwin... Dear mr. Fritz Müller: Da correspondência entre o evolucionista e o naturalista indícios para caracterizar a escrita na ciência e no ensino de ciências.** *Investigações em Ensino de Ciências*, v.18, n.2, p. 263-281, 2013. <https://www.researchgate.net/publication/260480775>.
- Vigotski, L. S. **Teoria e método em psicologia.** São Paulo: Martins Fontes, 1924/2004.
- West. D. A. **Darwin's Man in Brazil – The evolving science of Fritz Müller.** Flórida: University Press of Florida, 2016a.
- _____. **Darwin's Man in Brazil – The evolving science of Fritz Müller.** Flórida: University Press of Florida, 2016b.
- West. D. A. **Fritz Muller: A Naturalist in Brazil.** Flórida: Pocahontas, 2003.
- Zanotello, M.; Almeida, M. J. P. M. **Leitura de um texto de divulgação científica em uma disciplina de física básica na educação superior.** *Revista Ensaio*, v.15, n. 03, p. 113-130, 2013. <https://doi.org/10.1590/1983-21172013150307>.
- Zillig, C. **Dear Mr. Darwin: A intimidade da correspondência entre Fritz Müller e Charles Darwin.** Comunicação e Design, São Paulo, Sky/Anima, 1997.

8. APÊNDICE 1 – GUIA PARA O ENSINO DE ECOLOGIA COM O USO DE PERGUNTAS PROBLEMATIZADORAS NA EDUCAÇÃO: FERRAMENTAS PARA O PENSAMENTO CRÍTICO E A INVESTIGAÇÃO CIENTÍFICA EM BIOLOGIA.

Jefferson Bahr
Carlos Rogério Tonussi

Da ciência ao ensino da ciência

O uso das correspondências entre Fritz Müller e Charles Darwin
como ferramenta educacional para o ensino de Ecologia



Bicho Folha Editora
1ª Edição 2024

Créditos

Recurso educacional produto de Dissertação de Mestrado realizada no Programa de Mestrado Profissional em Ensino de Biologia – PROFBIO pela Universidade Federal de Santa Catarina.

Pesquisa apoiada pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) - Código de financiamento 001.

Equipe técnica:

Autor(es): Jefferson Bahr & Carlos Rogério Tonussi (supervisor)

Ilustrações e capa: Jefferson Bahr

Arte final e diagramação: Maria Cristina Pagotto Tonussi

Revisão ortográfica: Karolina Adriana da Silva

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
(Câmara Brasileira do Livro, SP, Brasil)

Bahr, Jefferson

Da ciência ao ensino da ciência [livro eletrônico] : o uso das correspondências entre Fritz Müller e Charles Darwin como ferramenta educacional para o ensino de ecologia / Jefferson Bahr, Carlos Rogério Tonussi ; ilustração Jefferson Bahr. -- 1. ed. -- Florianópolis, SC : Bicho Folha Editora, 2024. PDF

Bibliografia.

ISBN 978-85-54164-06-5

1. Biologia (Ensino médio) 2. Darwin, Charles, 1809-1882 3. Ecologia 4. Interdisciplinaridade na educação 5. Müller, Fritz, 1822-1897 I. Tonussi, Carlos Rogério. II. Bahr, Jefferson. III. Título.

24-236316

CDD-577

Índices para catálogo sistemático:

1. Ecologia : Ensino : Ciência e biologia 577

Aline Grazielle Benitez - Bibliotecária - CRB-1/3129



Bicho Folha Editora

Rua João Jorge Mussi nº 323
Bairro Carianos, Florianópolis, SC
CEP 88047-510

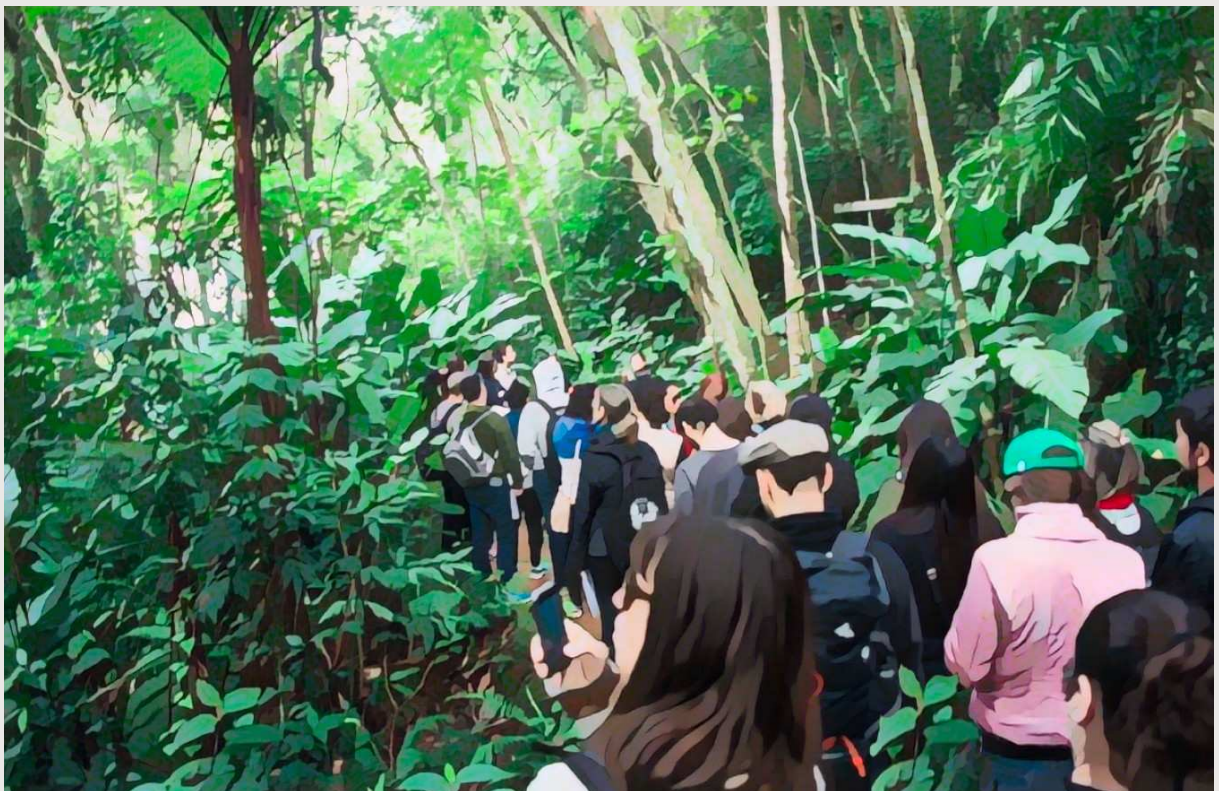


Da ciência ao ensino de ciências: o uso das correspondências entre Fritz Müller e Charles Darwin como ferramenta educacional para o ensino de Ecologia

Investigando adaptações evolutivas e dinâmicas de ecossistemas em 40 perguntas problematizadoras

Este recurso educacional na forma de guia é resultado do trabalho de dissertação de mestrado do professor Jefferson Bahr realizado no âmbito do Mestrado Profissional em Ensino de Biologia (PROFBIO), pela a Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), sob a orientação do Prof. Dr. Carlos Rogério Tonussi.

Sua organização buscou alinhar os conceitos da Ecologia com as competências preconizadas para o Novo Ensino Médio, facilitando a aplicação de conteúdo em sala de aula de forma interdisciplinar e envolvente. Ao trazer estas cartas para a sala de aula, os professores têm a oportunidade de apresentar a ciência de forma mais viva e dinâmica, aproximando os alunos do processo real de descoberta científica.



Perguntas problematizadoras na educação: fomentando o pensamento crítico e a investigação científica no ensino de biologia

A educação moderna exige mais do que a simples transmissão de conhecimento; ela deve incentivar o desenvolvimento do pensamento crítico e da investigação científica. No campo da biologia, um dos métodos mais eficazes para atingir esses objetivos é o uso de perguntas problematizadoras. Essas perguntas não apenas desafiam os alunos a refletirem profundamente sobre os conceitos biológicos, como os engajam em processos investigativos que são fundamentais para o aprendizado do processo de fazer ciência.

As perguntas problematizadoras na educação são ferramentas poderosas que desafiam os alunos a pensar criticamente, analisar informações de maneira aprofundada e desenvolver habilidades de resolução de problemas. Promovem o aprendizado ativo ao engajar os alunos em um processo de investigação e pesquisa para encontrar respostas às questões propostas, diferentemente das perguntas simples, que meramente evocarão um ato de consulta a um texto de referência.

Isso não só desenvolve habilidades de pesquisa, como também fomenta a colaboração e o trabalho em equipe. Ao enfrentarem questões complexas, os alunos aprendem a identificar problemas, considerar diferentes soluções possíveis e tomar decisões informadas com base em evidências.

É importante considerar como e quando utilizar perguntas problematizadoras em sala de aula. Elas são adequadas para uma variedade de contextos educacionais, desde discussões em sala de aula a projetos de pesquisa e atividades interdisciplinares. Entretanto, devem ser introduzidas em momentos oportunos, quando os alunos têm a base necessária para se envolverem de maneira significativa com os temas propostos.

Em relação aos níveis de ensino, as perguntas problematizadoras podem ser adaptadas para serem utilizadas desde a educação infantil até o ensino superior, respeitando-se a complexidade e o desenvolvimento cognitivo dos alunos em cada estágio educacional, proporcionando desafios apropriados e promovendo o aprendizado aprofundado em todas as idades.

Em um artigo sobre metodologias ativas, Santos e Castaman (2022) propõem cinco ângulos de abordagem que podem nortear a formulação de boas perguntas problematizadoras no ensino de biologia.

1. Exploração de conceitos complexos: utilize perguntas que desafiem os alunos a pensar além dos conceitos básicos. Por exemplo, ao discutir genética, pergunte: “Como as características genéticas complexas são herdadas e expressas em diferentes populações?”

2. Discussão de aplicações práticas: formule perguntas que conectem os conceitos biológicos a situações do mundo real. Por exemplo, ao estudar ecossistemas, pergunte: “Quais são as consequências ambientais da introdução de espécies invasoras em um ecossistema?”

3. Análise de problemas éticos e sociais: explore questões que envolvam dilemas éticos e debates sociais relacionados à biologia. Por exemplo, ao

abordar engenharia genética, pergunte: “Quais são as implicações éticas de modificar geneticamente alimentos para aumentar sua resistência a pragas?”

4. Investigação de controvérsias científicas: encoraje os alunos a explorarem diferentes perspectivas sobre debates científicos atuais. Por exemplo, ao discutir mudanças climáticas, pergunte: “Quais são as evidências científicas que sustentam a teoria das mudanças climáticas e como elas são interpretadas de maneiras diferentes?”

5. Estímulo ao trabalho colaborativo: use perguntas que promovam discussões em grupo e colaboração entre os alunos. Por exemplo, ao estudar biologia celular, pergunte: “Como diferentes organelas celulares trabalham juntas para manter a homeostase em uma célula?”

No presente guia, mostramos como as correspondências trocadas entre Fritz Müller e Charles Darwin oferecem uma rica fonte de informações que pode ser explorada para desenvolver essas perguntas, proporcionando contextos reais e históricos que ilustram conceitos ecológicos fundamentais.

As cartas entre Müller e Darwin abordam uma variedade de temas ecológicos, incluindo interações predador-presa, o papel das espécies exóticas e invasoras, a ciclagem de nutrientes e os impactos da atividade humana nos ecossistemas. Cada uma dessas áreas pode ser explorada por meio de perguntas problematizadoras que incentivam os alunos a investigarem, analisar e discutir os processos ecológicos em profundidade.

Por exemplo, ao estudar as interações entre predadores e presas, os professores podem perguntar: “Como as observações documentadas nas cartas de Müller e Darwin sobre as relações predador-presa influenciam nossa compreensão da dinâmica populacional e da estrutura das comunidades ecológicas?”

Essa questão leva os alunos a considerarem como os predadores regulam as populações de presas e como as adaptações defensivas evoluem em resposta à pressão de predação, utilizando exemplos reais discutidos nas cartas, como a relação entre as árvores embaúba (*Cecropia*) e as formigas ou a estratégia defensiva da mariposa que repele cupins.

Outra área de exploração pode ser o impacto das espécies exóticas e invasoras. Uma pergunta problematizadora como “Quais são os impactos das espécies exóticas e invasoras mencionados nas cartas de Müller e Darwin e como esses impactos podem ser gerenciados?” pode levar os alunos a investigarem as consequências ecológicas da introdução de plantas exóticas e a discutirem estratégias de manejo sustentável. As cartas oferecem exemplos concretos, como a introdução de gramíneas exóticas e suas consequências negativas para as espécies nativas, que podem servir de base para discussões e atividades de aprendizado.

Além disso, as cartas de Müller e Darwin podem ser utilizadas para discutir os impactos da atividade humana nos ecossistemas. Perguntas como “Como as observações de Müller e Darwin sobre os impactos do desmatamento, agricultura e urbanização nos ecossistemas podem orientar práticas de conservação atuais?” incentivam os alunos a

conectarem o passado com o presente, analisando como as atividades humanas históricas e contemporâneas afetam a biodiversidade e a saúde dos ecossistemas.

As correspondências entre Fritz Müller e Charles Darwin, disponíveis no [Darwin Correspondence Project \(DCP\)](#), proporcionam um fascinante vislumbre histórico e científico para o ensino de ecologia, além de muitos detalhes de seus cotidianos, relações com familiares e com amigos, aproximando as pessoas desses cientistas com a nossa realidade.



Para cada uma das 40 perguntas problematizadoras propostas seguem-se sugestões de cartas com referências aos seus códigos e datas para abrir a investigação com os estudantes. Entretanto, são apenas exemplos para se utilizarem as cartas em abordagens investigativas. Com criatividade, muitas outras podem ser formuladas.

A numeração das cartas apresentadas neste guia segue a ordem estabelecida na tabela cronológica das correspondências entre Müller e Darwin, compilada e anexada a este guia. As cartas originais podem ser assim facilmente encontradas na plataforma *Darwin Correspondence Project*.

Esperamos que lhes sejam muito úteis!

Os autores

1. Como podemos utilizar a correspondência entre Müller e Darwin para abordar as interações entre os seres vivos?

Explique como as observações documentadas nas cartas entre Charles Darwin e Fritz Müller sobre as interações entre os seres vivos podem ser usadas como exemplos para entender as relações ecológicas e a coevolução. Que tipos de interações são descritas nessas correspondências?

As cartas entre Fritz Müller e Charles Darwin são repletas de informações sobre interações entre os seres vivos, especialmente no contexto das relações ecológicas e da coevolução. Por meio dessas correspondências, podemos observar como ambos os cientistas documentaram e discutiram várias interações biológicas, que incluem polinização, herbivoria e outras formas de interações ecológicas.

Na carta de número 01, Darwin destaca as contribuições de Müller para a compreensão da classificação, embriologia e anatomia de crustáceos, reconhecendo a importância dessas descobertas para o avanço da História Natural. Darwin acredita que a descrição que Müller faz sobre os *rizocephala* os aproxima evolutivamente do anelasma, cirrípedes parasitas (Número da carta: 01; Data: 10/08/1865; Código: [DCP-LETT-4881](#)).

Na carta de número 11, Müller relata várias observações sobre bioluminescência em animais terrestres e marinhos. Qual a utilidade dessa característica nas inter-relações ecológicas? (Número da carta: 11; Data: 13/02/1866; Código: [DCP-LETT-5004A](#)).

Na carta de número 12, Müller relata mudanças na flora e fauna local devido à competição em condições climáticas adversas (Número da carta: 12; Data: 06/03/1866; Código: [DCP-LETT-5027A](#)).

As observações documentadas nessas cartas podem ser usadas de várias maneiras. Na educação científica, elas podem ser incorporadas em currículos educacionais para ilustrar como a ciência é um processo colaborativo e contínuo. Na pesquisa ecológica, pesquisadores podem usar essas observações históricas para comparar com dados modernos, ajudando a entender mudanças ecológicas ao longo do tempo. Na história da ciência, as cartas são uma fonte primária valiosa para entender o desenvolvimento das teorias ecológicas e evolutivas.

2. Quais cartas fornecem informações sobre estudos de minhocas?

Identifique as cartas que discutem minhocas e explique a importância dessas cartas para o estudo da ecologia do solo. Quais ideias sobre o comportamento, habitat e papel ecológico das minhocas são destacadas?

As cartas entre Fritz Müller e Charles Darwin discutem várias observações sobre minhocas e fornecem ideias valiosas para o estudo da ecologia do solo.

Na carta de número 79, Darwin pergunta sobre a presença de minhocas (*Lumbricus*) no Sul do Brasil e se elas deixam excrementos na superfície do solo, tanto em áreas abertas quanto em florestas (Número da carta: 79; Data: 14/05/1877; Código: [DCP-LETT-10960](#)).

Na carta de número 89, Darwin expressou gratidão pela informação sobre as minhocas e comentou que, na Inglaterra, as minhocas não depositam seus excrementos na superfície do solo solto recém-escavado (Número da carta: 89; Data: 24/07/1878; Código: [DCP-LETT-11626](#)).

As observações documentadas nessas cartas ensinam o estudo da ecologia do solo, pois minhocas desempenham um papel crucial na aeração e na fertilidade do solo, contribuindo para a decomposição de matéria orgânica e reciclagem de nutrientes. Essas correspondências também destacam o comportamento das minhocas, seus habitats preferidos e seu papel ecológico significativo.

Essas cartas não apenas documentam observações específicas, como exemplificam a importância da colaboração entre cientistas. Darwin interage sobre esse assunto com Fritz Müller, pois estava escrevendo um livro sobre minhocas, o qual, quando publicado, Darwin envia uma cópia para Müller.

3. Quais informações sobre inundações, enchentes e cheias nas cartas de Müller e Darwin ainda são relevantes no cenário atual?

Analise as descrições de eventos climáticos extremos nas cartas e compare com os eventos atuais de inundações e enchentes. Quais são as semelhanças e diferenças? Como as observações do passado podem ajudar na compreensão e mitigação desses eventos hoje?

As cartas entre Fritz Müller e Charles Darwin fornecem informações sobre eventos climáticos extremos, como inundações e enchentes. Essas correspondências são especialmente relevantes no contexto atual, nos permitindo fazer comparações com eventos semelhantes atuais.

Na carta de número 92, Müller agradece a Darwin por sua generosa oferta de assistência financeira após a enchente devastadora do Itajaí. Porém, recusa argumentando com toda humildade que, se estivesse em necessidade, teria aceitado a ajuda sem hesitação, entretanto, embora tivesse tido que abandonar a casa por mais de uma semana e ao retornar a encontrasse seriamente danificada, suas perdas não foram muito grandes (Número da carta: 92; Data: 09/01/1881; Código: [DCP-LETT-12996](#)).

Na carta de número 99, Darwin menciona uma carta que recebeu do Dr. Breitenbach, de Porto Alegre, que informou sobre a perda de muitos livros de Müller na recente enchente devastadora. Darwin insiste novamente em ajudar financeiramente, sugerindo que ele encomende livros e outros materiais no valor de £100 por meio de seu irmão, Hermann, com Darwin prontamente enviando um cheque para cobrir os custos (Número da carta: 99; Data: 21/06/1881; Código: [DCP-LETT-13212](#)).

Na carta de número 105, Müller menciona o aparecimento de novas plantas após a última enchente, incluindo uma pequena espécie de *Anagallis* que ele nunca havia visto antes. Ele questiona sua origem, já que nenhuma espécie de *Anagallis* é nativa da América, segundo Endlicher, e observa que as variedades europeias de *Anagallis* são comuns em Desterro [Florianópolis], provavelmente introduzidas da Europa (Número da carta: 105; Data: 29/10/1881; Código: [DCP-LETT-13441A](#)).

Essas descrições são surpreendentemente relevantes no cenário atual. As inundações e enchentes descritas nas cartas apresentam semelhanças que incluem a devastação causada pelas enchentes, a perda de propriedades e a necessidade de assistência para recuperação. No entanto, as respostas a esses eventos hoje em dia são mais estruturadas e baseadas em tecnologias avançadas de previsão e gestão de desastres, algo que não estava disponível no século XIX.

O reiterado interesse de Darwin em saber como o amigo estava enfrentando essa dificuldade e o fornecimento de ajuda nos permite entender o quanto ele admirava Fritz Müller.

4. Em quais cartas encontramos informações sobre coevolução entre plantas e animais?

Liste as cartas que discutem a coevolução entre plantas e animais, explicando os exemplos descritos. Como essas interações contribuem para a compreensão das redes ecológicas?

As cartas entre Fritz Müller e Charles Darwin discutem várias plantas que desenvolvem características únicas para atrair determinadas espécies de animais, fornecendo exemplos para a compreensão das redes ecológicas e da coevolução.

Na carta de número 82, Müller descreve suas observações sobre borboletas visitando uma planta de *Lantana*, cujas flores mudam de cor em três dias, indo do amarelo ao roxo antes de caírem. A maioria das espécies de borboletas visitou apenas as flores amarelas, com algumas exceções (Número da carta: 82; Data: 27/11/1877; Código: [DCP-LETT-11255F](#)).

Na carta de número 92, Müller menciona seus estudos sobre a fertilização das figueiras por himenópteros e destaca a riqueza da fauna encontrada nas figueiras selvagens de sua região (Número da carta: 92; Data: 09/01/1881; Código: [DCP-LETT-12996](#)).

Na carta de número 98, Müller menciona a coleta de himenópteros em nove espécies de figueiras e destaca a diversidade de insetos encontrados, incluindo espécies dimórficas ou trimórficas. Informa que uma publicação sobre a caprificação das figueiras deve sair no próximo outono (Número da carta: 98; Data: 31/05/1881; Código: [DCP-LETT-13185A](#)).

Essas interações destacadas nas cartas entre Müller e Darwin são fundamentais para a compreensão das redes ecológicas. Elas mostram como as interações entre diferentes espécies podem influenciar suas adaptações evolutivas e comportamentos, moldando a estrutura e a dinâmica dos ecossistemas. O estudo dessas interações ajuda a entender a complexidade das relações ecológicas e como elas contribuem para a estabilidade e resiliência dos ecossistemas.

5. Quais espécies específicas são mencionadas e quais características notáveis são destacadas nas cartas?

Discuta como as observações de Müller e Darwin sobre a fauna e flora brasileiras ajudam a entender a biodiversidade do país.

As cartas entre Fritz Müller e Charles Darwin fornecem uma visão detalhada e rica sobre a biodiversidade das espécies nativas do Brasil, tanto da fauna quanto da flora. Essas observações são cruciais para entender a diversidade biológica do país, destacando várias espécies específicas e suas características notáveis.

Na carta de número 01, Darwin destaca as contribuições de Müller para a compreensão da classificação, embriologia e anatomia de crustáceos, reconhecendo a importância dessas descobertas para o avanço da História Natural. Darwin acredita que a descrição que Müller faz sobre os *rizocephala* os aproxima evolutivamente do anelasma, cirrípedes parasitas (Número da carta: 01; Data: 10/08/1865; Código: [DCP-LETT-4881](#)).

Na carta de número 90, Müller descreve a curiosa fauna encontrada entre as folhas das bromélias e em rochas de cachoeiras no Brasil. Ele menciona uma pequena rã com ovos grandes nas costas encontrada em uma bromélia e diversas espécies de insetos e larvas que vivem nas rochas das cachoeiras. Müller destaca a redução ou ausência das “franjas natatórias” nas pernas das pupas de tricópteros nesses habitats, sugerindo que essa perda pode ser atribuída ao atavismo. Ele também menciona plantas aquáticas da família *Podostemaceae*, que possuem flores abertas e possivelmente cleistogâmicas (Número da carta: 90; Data: 21/01/1879; Código: [DCP-LETT-11839](#)).

Muitos outros exemplos podem ser encontrados entre as cartas, proporcionando uma excelente oportunidade de investigação para o tema.

6. Como as observações de Müller sobre as características e comportamentos das espécies contribuem para o entendimento dos processos ecológicos?

Explique como as descrições detalhadas de Müller sobre as características morfológicas e comportamentais das espécies brasileiras fornecem ideias valiosas para a biologia e ecologia. Quais exemplos específicos ilustram essas contribuições?

Na carta de número 23, Müller relata a Charles Darwin suas observações sobre a esterilidade e a ação venenosa do pólen em *Oncidium flexuosum* e outras plantas. Ele descreve experimentos que mostram que o pólen da mesma planta pode matar seu próprio estigma, bem como o pólen de outra planta depositado junto, enquanto o pólen de outros indivíduos da mesma espécie ou de outras espécies não tem esse efeito. Müller discute casos semelhantes em *Notylia* e *Catasetum*, destacando a utilidade evolutiva desse mecanismo para evitar a autopolinização. Ele menciona também um dispositivo em cápsulas de sementes de *Gesneria* que impede a queda das sementes sem vento (Número da carta: 23; Data: 01/01/1867; Código: [DCP-LETT-5344A](#)).

Em outra carta, número 77, Müller menciona as gramíneas com sementes higroscópicas que enviou ao filho de Darwin. Ele destaca uma espécie de *Aristida* que solta suas hastes florais inteiras quando as sementes estão maduras e sendo carregadas pelo vento. Outra gramínea possui flores cleistogâmicas, com a inflorescência inteira envolvida pela bainha da folha superior (Número da carta: 77; Data: 25/03/1877; Código: [DCP-LETT-10911](#)).

Na carta de número 84, Müller informa que, durante sua estadia em São Bento, ele se concentrou em coletar borboletas. Em Itajaí, ele encontrou três espécies de *Eueides* (*E. pavana*, *E. isabella* e *E. aciphera*), todas raras, especialmente *E. pavana*. Inicialmente, Müller pensou que essas espécies imitavam outras borboletas comuns, mas depois de descobrir que elas exalavam um odor forte e repugnante, reconsiderou sua hipótese. Ele também encontrou um *Papilio* cujas asas dos machos exalavam um odor agradável. Müller observou outras borboletas odoríferas durante sua excursão, incluindo *Lycorea*, que no abdômen exalava um odor forte e desagradável para humanos, mas provavelmente atraente para as fêmeas da espécie (Número da carta: 84; Data: 20/02/1878; Código: [DCP-LETT-11368](#)).

Esses exemplos específicos ilustram as contribuições de Müller para a compreensão da biodiversidade brasileira. Suas observações sobre o pólen venenoso, as gramíneas higroscópicas e as borboletas com odores desagradáveis mostram adaptações evolutivas únicas, ajudando a entender as adaptações específicas das espécies ao seu ambiente e suas interações dentro das redes ecológicas.

7. Que interações entre borboletas e plantas são documentadas nas cartas de Müller e Darwin?

Descreva as interações específicas entre borboletas e plantas mencionadas nas cartas. Como essas interações exemplificam processos ecológicos como a polinização e a herbivoria?

A correspondência entre Fritz Müller e Charles Darwin documenta várias interações entre borboletas e plantas, exemplificando processos ecológicos como a polinização e a herbivoria.

Na carta de número 82, Müller relata que suas filhas capturaram uma mariposa *Sphinx* com uma probóscide de 22 centímetros e enviaram o exemplar para Darwin. Ele descreve suas observações sobre borboletas visitando uma planta de *Lantana* cujas flores mudam de cor em três dias, indo do amarelo ao roxo antes de caírem. A maioria das espécies de borboletas visitou apenas as flores amarelas, com algumas exceções. Müller também menciona uma mariposa macho que exala um forte odor almiscarado, descrevendo a localização de seu órgão odorífero. Ele destaca uma característica sexual secundária em várias espécies de borboletas *Callidryas*, em que a margem da asa anterior é serrilhada nos machos e lisa nas fêmeas, sugerindo que isso pode ser usado em batalhas entre machos (Número da carta: 82; Data: 27/11/1877; Código: [DCP-LETT-11255F](#)).

Na carta de número 88, Fritz Müller enviou a Charles Darwin sementes de uma bela *Cassia* que recebeu de um amigo. Ele explicou que essa espécie é muito rara em Santa Catarina e que ele conhece apenas uma única planta, localizada a cerca de 50 km de sua casa. Müller mencionou que encontrou a borboleta *Callidryas menippe* perto dessa *Cassia* e que recentemente descobriu suas lagartas na planta. Ele achou curioso que, embora a propagação das borboletas dependa das plantas forrageiras para suas lagartas, uma espécie estivesse limitada a uma única árvore em uma área extensa (Número da carta: 88; Data: 21/07/1878; Código: [DCP-LETT-11623A](#)).

Essas interações documentadas nas cartas entre Müller e Darwin fornecem uma compreensão valiosa sobre as complexas relações ecológicas e os processos de coevolução entre plantas e seus polinizadores, bem como entre herbívoros e suas plantas hospedeiras. Elas destacam a importância das adaptações comportamentais e morfológicas na sobrevivência e reprodução das espécies.

8. Como as cartas descrevem a coevolução entre polinizadores e plantas?

Explique o conceito de coevolução usando exemplos das cartas. Quais adaptações específicas de plantas e polinizadores são descritas e como essas adaptações ilustram o processo de coevolução?

As correspondências entre Fritz Müller e Charles Darwin dão suporte para discutir a coevolução entre polinizadores e plantas. Esse conceito refere-se ao processo pelo qual duas ou mais espécies influenciam a evolução uma da outra, frequentemente resultando em adaptações recíprocas.

Na carta de número 60, Fritz Müller menciona que responderá completamente às perguntas de Mr. Farrer sobre a *Passiflora*, que atrai beija-flores assim que florescer novamente na primavera. Ele envia uma flor seca dessa *Passiflora*, descrevendo como ela é adequada para a cabeça de um beija-flor entre as anteras e a entrada para a nectária. Müller também compartilha que possui uma *Passiflora* branca com flores dependentes que são visitadas por abelhas (Número da carta: 60; Data: 16/02/1870; Código: [DCP-LETT-7108](#)).

Essas interações documentadas entre plantas e polinizadores nas cartas de Müller e Darwin exemplificam como a coevolução pode levar ao desenvolvimento de características específicas que beneficiam ambas as partes envolvidas. As plantas desenvolvem mecanismos para atrair polinizadores e garantir a polinização cruzada, enquanto os polinizadores evoluem para se alimentar mais eficientemente e, assim, transferir pólen de uma planta para outra.

9. Qual a relevância ecológica dos detalhes sobre a polinização em Pontederia que são abordados nas cartas?

Identifique as cartas que discutem Pontederia e descreva os mecanismos de polinização mencionados. Quais são os polinizadores envolvidos e quais adaptações das plantas facilitam a polinização?

As cartas de correspondência científica entre Fritz Müller e Charles Darwin discutem vários detalhes sobre a polinização em *Pontederia*, fornecendo informações valiosas sobre os mecanismos de polinização e as adaptações das plantas.

Na carta de número 109, Darwin menciona um caso curioso de *Pontederia* e a possível vantagem competitiva do morfotipo medistilo (Número da carta: 109; Data: 04/01/1882; Código: [DCP-LETT-13599](#)).

Na carta de número 110, Müller discute a variabilidade das flores de *Pontederia crassipes* e suas experiências de polinização, destacando a fecundidade variável dependendo do tipo de polinização. Ele também relata sobre *Heteranthera reniformis*, destacando diferenças na produção de sementes com pólen de diferentes cores e mencionando flores cleistogâmicas (Número da carta: 110; Data: 31/03/1882; Código: [DCP-LETT-13750A](#)).

Müller descreve que *Pontederia* apresenta heterostilia com diferentes formas de flores que promovem a polinização cruzada e evitam a autopolinização, geralmente envolvendo abelhas e outros insetos como polinizadores. Essas adaptações evolutivas garantem a diversidade genética e a eficiência reprodutiva das plantas.

10. Como as cartas de Müller e Darwin permitem abordar os impactos da ocupação humana nos ecossistemas?

Explique como as observações documentadas nas cartas entre Charles Darwin e Fritz Müller podem ser usadas para entender os impactos da ocupação humana desordenada nos ecossistemas.

Na carta de número 99, Darwin menciona que soube pelo Dr. Breitenbach sobre a perda sofrida por Müller de muitos de seu livros em uma recente enchente devastadora, oferecendo ajuda financeira para a reposição dos materiais (Número da carta: 99; Data: 21/06/1881; Código: [DCP-LETT-13212](#)).

Esse exemplo ilustra como a ocupação desordenada de áreas suscetíveis a enchentes no vale do Rio Itajaí é um problema crônico na região. A discussão pode se estender para discutir como as atividades humanas, como desmatamento, má gestão do solo e práticas agrícolas afetam os ecossistemas. As mudanças na paisagem devido ao desmatamento reduzem os habitats naturais, forçando a fauna e a flora a se adaptarem rapidamente ou a enfrentarem o risco de extinção. A agricultura pode introduzir espécies invasoras e alterar os padrões de polinização, afetando a saúde geral dos ecossistemas.

11. Quais adaptações e comportamentos das plantas são discutidos nas correspondências?

Liste e descreva as adaptações morfológicas e comportamentais das plantas mencionadas nas cartas. Como essas adaptações ajudam as plantas a sobreviverem e se reproduzirem em seus ambientes naturais?

As cartas entre Fritz Müller e Charles Darwin discutem diversas adaptações morfológicas e comportamentais das plantas, destacando como essas características ajudam as plantas a sobreviverem e se reproduzirem em seus ambientes naturais.

Na carta de número 03, Müller explora a diversidade de plantas trepadeiras e suas adaptações para escalar. Ele destaca as gavinhas como estruturas importantes, descrevendo como elas se modificam e se transformam em ramos conforme a planta encontra um suporte. Müller também observa o comportamento das plantas ao se enrolarem em suportes e como elas se adaptam a diferentes ambientes e tipos de apoio (Número da carta: 03; Data: 12/08/1865; Código: [DCP-LETT-4881F](#)).

Na carta de número 108, Müller menciona que, apesar do calor no Brasil à época, os cotilédones de *Bauhinia grandiflora* não se fecham à noite. Observa um fato curioso em *Bauhinia brasiliensis*, em que as folhas sob sol forte se elevam, mas descem abaixo da horizontal quando a planta é subitamente sombreada (Número da carta: 108; Data: 01/01/1882; Código: [DCP-LETT-13593](#)).

Essas adaptações morfológicas e comportamentais desempenham papéis cruciais na sobrevivência e reprodução das plantas. As gavinhas das plantas trepadeiras permitem que elas escalem e se estabeleçam em ambientes competitivos, alcançando a luz solar necessária para a fotossíntese. O comportamento da *Bauhinia* deve ter o mesmo propósito de melhorar sua captação de luz.

Vários outros exemplos podem ser encontrados em outras cartas.

12. Como as cartas abordam as adaptações nictinásticas e heliotrópicas das plantas?

Defina adaptações nictinásticas e heliotrópicas e discuta exemplos mencionados nas cartas. Qual é a importância dessas adaptações para a sobrevivência das plantas?

As cartas entre Fritz Müller e Charles Darwin discutem adaptações nictinásticas e heliotrópicas das plantas, destacando a importância dessas adaptações para a sobrevivência e reprodução vegetal.

Adaptações nictinásticas referem-se aos movimentos das plantas em resposta à alternância entre dia e noite, como o fechamento das folhas à noite para reduzir a perda de água ou proteger-se de predadores noturnos. Heliotropismo, por outro lado, envolve os movimentos das plantas em resposta à luz solar, como girar as folhas ou flores para maximizar a captação de luz.

Na carta de número 92, Müller comenta sobre suas observações de vários fenômenos botânicos, incluindo os movimentos das plantas e comportamentos específicos de espécies locais, como *Marantaceae* e *Phyllanthus* (Número da carta: 92; Data: 09/01/1881; Código: [DCP-LETT-12996](#)).

Na carta de número 94, Darwin agradece Müller pela carta interessante e propõe publicar na revista *Nature* alguns dos fatos sobre os movimentos das plantas mencionados por Müller. Darwin considera o caso do *Phyllanthus*, que às vezes vira suas folhas para o lado errado, o que é particularmente extraordinário, e sugere investigações adicionais (Número da carta: 94; Data: 23/02/1881; Código: [DCP-LETT-13064](#)).

Na carta de número 97, Darwin menciona estar finalizando um livro sobre minhocas e se interessa pelas novas observações de Müller sobre heliotropismo, planejando publicar um relato dessas observações na *Nature*. Ele expressa interesse contínuo pelas ideias de Müller sobre anteras de cores diferentes e o movimento das folhas de certas plantas para eliminar gotas de água (Número da carta: 97; Data: 12/04/1881; Código: [DCP-LETT-13113](#)).

Essas adaptações são cruciais para a sobrevivência das plantas em seus ambientes naturais. As adaptações nictinásticas ajudam as plantas a conservarem água e protegerem-se durante a noite, enquanto as adaptações heliotrópicas permitem que as plantas maximizem a captação de luz solar para a fotossíntese. Essas respostas ao ambiente aumentam a eficiência metabólica das plantas, melhorando sua capacidade de crescer, se reproduzir e competir com outras espécies.

13. Que exemplos de simbiose parasitária são encontradas nas cartas?

Descreva as discussões sobre relações de parasitismo conforme documentadas nas cartas. Quais mecanismos e estratégias são destacados?

As cartas entre Fritz Müller e Charles Darwin relatam relações parasíticas entre diferentes espécies, destacando diversos mecanismos e estratégias.

Na carta de número 01, Darwin parabeniza Müller pelo livro sobre crustáceos e comenta “Que variedade incrível de estruturas os crustáceos apresentam e como estão bem adaptados para sua investigação! Até ler seu livro, eu não sabia nada sobre os *Rhizocephala*; por favor, veja minha descrição e figuras de Anelasma; parece-me que este último cirripede é um belo elo de ligação com os *Rhizocephala*” (Número da carta: 01; Data: 10/08/1865; Código: [DCP-LETT-4881](#)).

Na carta de número 73, Müller menciona a fundação de colônias de formigas nas embaúbas e a presença de vespas parasitas que atacam as formigas dentro dos caules (Número da carta: 73; Data: 25/12/1875; Código: [DCP-LETT-10324](#)).

Esses são apenas alguns exemplos que podem ser encontrados para referência, mas as cartas podem ser pesquisadas para vários outros. Parasitismo é um tipo de simbiose, uma interação biológica de longa duração com alto grau de proximidade entre um parasita e seu hospedeiro. Diferentemente de saprófitas, parasitas se alimentam de seus hospedeiros enquanto vivos.

14. Quais estratégias de polinização são destacadas nas correspondências entre Müller e Darwin?

Analise as diferentes estratégias de polinização mencionadas nas cartas. Como essas estratégias variam entre espécies e ambientes? Existem vantagens ou desvantagens entre esses diferentes mecanismos?

As correspondências entre Fritz Müller e Charles Darwin discutem várias estratégias de polinização adaptadas a diferentes espécies e ambientes. Essas estratégias são essenciais para garantir a variabilidade genética e a sobrevivência das plantas em seus respectivos habitats.

Na carta de número 18, Müller descreve diferentes formas de *Oxalis*, incluindo espécies dimórficas e monomórficas. Ele destaca a importância da heterostilia, em que as plantas têm flores com diferentes formas reprodutivas que promovem a polinização cruzada e evitam a autopolinização. Essa adaptação é crucial para aumentar a diversidade genética e a adaptabilidade das plantas em ambientes variados (Número da carta: 18; Data: 01/10/1866; Código: [DCP-LETT-5226](#)).

Na carta de número 93, Müller discute suas observações sobre *Lagerstroemia* em seu jardim, notando diferenças nos estames e pólen que atraem diferentes insetos polinizadores, favorecendo a polinização cruzada. Ele menciona uma observação similar em *Heteranthera reniformis*, em que estames curtos têm pólen amarelo e estames longos, pólen azul-claro (Número da carta: 93; Data 07/02/1881; Código: [DCP-LETT-13041A](#)).

Essas correspondências entre Müller e Darwin ilustram como as plantas evoluíram diversas estratégias de polinização para se adaptar a diferentes ambientes e garantir a reprodução eficiente. A variabilidade nas estratégias de polinização, como a heterostilia e a dependência de diferentes agentes polinizadores (vento e insetos), mostra a complexidade das adaptações evolutivas das plantas para maximizar suas chances de sobrevivência e reprodução em uma variedade de condições ecológicas.

15. Como as cartas discutem os impactos de eventos climáticos nas espécies e ecossistemas?

Explique como as cartas descrevem os efeitos de eventos climáticos, como secas e tempestades, nas espécies e ecossistemas. Quais são os exemplos específicos e quais impactos são observados?

As cartas entre Fritz Müller e Charles Darwin discutem os impactos de eventos climáticos nas espécies e ecossistemas, fornecendo exemplos detalhados sobre como secas e tempestades afetam a flora e a fauna.

Na carta de número 12, Müller observa como a seca afetou a flora e fauna locais, mencionando a diminuição de certas espécies de plantas, como *Aeschynomene*, que foi substituída por *Daubentonia*, e a escassez de uma espécie de *Orchis*, chamada *Orchis darwinii* devido à seca. Ele destaca a competição entre espécies e as mudanças na população de animais e plantas ao longo do tempo, observadas em locais específicos próximos à sua residência (Número da carta: 12; Data: 06/03/1866; Código: [DCP-LETT-5027A](#)).

Na carta de número 105, Müller menciona o aparecimento de novas plantas após a última enchente, incluindo uma pequena espécie de *Anagallis* que ele nunca havia visto antes. Ele questiona sua origem, já que nenhuma espécie de *Anagallis* é nativa da América, segundo Endlicher, e observa que as variedades europeias de *Anagallis* são comuns em Desterro, provavelmente introduzidas da Europa (Número da carta: 105; Data: 29/10/1881; Código: [DCP-LETT-13441A](#)).

Esses exemplos documentados nas cartas entre Müller e Darwin destacam a importância de entender os impactos de eventos climáticos nas espécies e ecossistemas. Eles mostram como eventos extremos, como secas e enchentes, podem causar mudanças significativas na composição das espécies, afetar a disponibilidade de recursos e alterar as interações ecológicas. Essas observações fornecem uma base valiosa para a compreensão de como as espécies e os ecossistemas respondem às mudanças climáticas, ajudando a informar estratégias de conservação e manejo ambiental.

16. Como as cartas entre Müller e Darwin abordam a seleção natural e a adaptação das espécies?

Explique como as cartas discutem os conceitos de seleção natural e adaptação. Quais são os exemplos específicos de adaptação das espécies documentados nas correspondências?

As cartas entre Fritz Müller e Charles Darwin frequentemente discutem os conceitos de seleção natural e adaptação das espécies utilizando exemplos específicos para ilustrar esses processos evolutivos.

Na carta de número 64, Müller agradece pelo livro *A Descendência do Homem* e destaca o capítulo sobre o “Sentido Moral” como excelente e original. Ele também comenta sobre o capítulo sobre a seleção sexual de borboletas, compartilhando observações sobre comportamentos de borboletas e sua relação com as cores das flores. Müller discute mimetismo em *Lepidoptera*, mencionando casos de mimetismo entre diferentes espécies e como a seleção sexual poderia ter influenciado esse processo. Ele também aborda o conceito de mimetismo como resultado da seleção natural e sexual (Número da carta: 64; Data: 14/06/1871; Código: [DCP-LETT-7820](#)).

Na carta de número 65, Darwin discute a possibilidade de seleção sexual em borboletas, referindo-se aos casos mencionados por Müller sobre *Hesperiadae* e mimetismo. Darwin também aborda a ideia de seleção sexual auxiliando na imitação protetora e solicita informações sobre as espécies de *Hedychium* mencionadas por Müller (Número da carta: 65; Data: 02/08/1871; Código: [DCP-LETT-7892](#)).

A seleção natural é um tema recorrente nas cartas com Müller e Darwin observando como pequenas variações nas características das plantas e animais podem resultar em grandes mudanças ao longo do tempo, moldando as espécies de acordo com as pressões seletivas do ambiente. Essas discussões são fundamentais para o desenvolvimento da teoria da evolução e para a compreensão dos processos que governam a adaptação das espécies.

17. Que relações simbióticas mutualísticas são descritas nas correspondências?

Explique as relações simbióticas mutualísticas mencionadas nas cartas fornecendo exemplos específicos. Qual é a importância dessas relações para a saúde dos ecossistemas?

As cartas entre Fritz Müller e Charles Darwin abordam as relações simbióticas e mutualísticas entre diversas espécies, destacando a importância dessas interações para a saúde dos ecossistemas.

Na carta de número 71, Müller confirma a hipótese de Belt de que as formigas cortadeiras se alimentam de fungos cultivados nas folhas que carregam para seus ninhos, após examinar os estômagos das formigas e não encontrar traços de tecido vegetal (Número da carta: 71; Data: 20/04/1874; Código: [DCP-LETT-9422A](#)).

Na carta de número 92, Müller descreve suas investigações sobre a fauna peculiar que vive nas folhas das bromélias e nas rochas das cachoeiras, ressaltando a ausência de franjas nos pés das pupas dos tricópteros nesses ambientes. Müller menciona seus estudos sobre a fertilização das figueiras por himenópteros e destaca a riqueza da fauna encontrada nas figueiras selvagens de sua região (Número da carta: 92; Data: 09/01/1881; Código: [DCP-LETT-12996](#)).

Essas correspondências trazem apenas alguns exemplos de relações simbióticas mutualísticas, mas muitos outros podem ser encontrados nas demais cartas. Essas relações são fundamentais para a manutenção da biodiversidade e a resiliência dos ecossistemas frente a mudanças ambientais.

18. Quais informações extraídas das cartas permitem discutir sobre conservação e biodiversidade?

Analise as discussões sobre conservação e biodiversidade nas cartas. Como essas correspondências podem ser usadas para promover a conservação hoje?

As cartas entre Fritz Müller e Charles Darwin discutem várias questões relacionadas à conservação e biodiversidade, fornecendo exemplos específicos e estratégias que ainda são relevantes para a promoção da conservação nos dias atuais.

Na carta de número 73, Müller relata a investigação dos sambaquis em Santa Catarina, destacando a diversidade de conchas encontradas e mencionando que algumas espécies não são mais vistas na região. Ele também descreve a relação entre a árvore embaúba (*Cecropia*) e as formigas que habitam seus caules, explicando como as formigas protegem as folhas jovens contra formigas cortadeiras (Número da carta: 73; Data: 25/12/1875; Código: [DCP-LETT-10324](#)).

Na carta de número 88, Fritz Müller enviou a Charles Darwin sementes de uma bela *Cassia* que recebeu de um amigo. Ele explicou que essa espécie é muito rara em Santa Catarina e que ele conhece apenas uma única planta, localizada a cerca de 50 km de sua casa. Müller mencionou que encontrou a borboleta *Callidryas menippe* perto dessa *Cassia* e recentemente descobriu suas lagartas na planta. Ele achou curioso que, embora a propagação das borboletas dependa das plantas forrageiras para suas lagartas, uma espécie estivesse limitada a uma única árvore em uma área extensa (Número da carta: 88; Data: 21/07/1878; Código: [DCP-LETT-11623A](#)).

Essas correspondências entre Müller e Darwin fornecem ideias valiosas sobre a importância da conservação da biodiversidade. As observações de Müller sobre as interações entre plantas e formigas em *Cecropia* ou da dependência da borboleta *Callidryas menippe* de uma espécie de *Cassia* exemplificam como a conservação das relações ecológicas é crucial para a manutenção dos ecossistemas.

19. Quais tópicos abordados nas cartas nos permitem intuir e investigar sobre a importância da diversidade genética para o ecossistema?

Quais estratégias para garantir a diversidade genética são mencionadas nas cartas? Como a diversidade genética contribui para a resiliência dos ecossistemas?

As cartas entre Fritz Müller e Charles Darwin discutem extensivamente a importância da diversidade genética, destacando como ela contribui para a resiliência dos ecossistemas.

Na carta de número 18, Müller observa diferentes formas de *Oxalis* em sua região. Ele encontrou uma espécie dimórfica com diferenças marcantes nas estruturas reprodutivas entre as duas formas. Uma forma possui anteras estéreis em cerca de 99% das plantas, enquanto a outra sempre tem anteras férteis. Müller também menciona outras espécies de *Oxalis*, uma monomórfica e outra que pode ser dimórfica ou trimórfica. As anteras estéreis em algumas plantas promovem a polinização cruzada, o que é crucial para a variabilidade genética e a adaptação das plantas aos seus ambientes naturais (Número da carta: 18; Data: 01/10/1866; Código: [DCP-LETT-5226](#)).

Na carta de número 23, Müller discute a ação venenosa do pólen em *Oncidium flexuosum* e outras plantas, observando que o pólen da mesma planta pode matar o estigma, enquanto o pólen de outras espécies não tem esse efeito. Esse mecanismo evita a autopolinização e promove a polinização cruzada, essencial para a variabilidade genética e a saúde das populações de plantas (Número da carta: 23; Data: 01/01/1867, Código: [DCP-LETT-5344A](#)).

Na carta de número 20, Müller discute observações e experimentos sobre a reprodução e morfologia das plantas, abordando a maturidade dos óvulos em orquídeas e a longevidade e comportamento do pólen em espécies autofecundantes e cruzadas. Ele compartilha descobertas sobre a infertilidade com pólen próprio, sugerindo possíveis dimorfismos, e menciona novas plantas dimórficas como *Lipostoma* e *Statice*, destacando a importância de mecanismos que promovem a polinização cruzada para aumentar a diversidade genética e a resiliência das populações (Número da carta: 20; Data: 01/12/1866, Código: [DCP-LETT-5292A](#)).

Essas correspondências destacam estratégias das espécies para garantir a diversidade genética. A variabilidade genética aumenta a capacidade das populações de plantas de se adaptarem a mudanças ambientais, resistir a doenças e parasitas, além de responder a pressões seletivas.

20. Como as cartas tratam das espécies exóticas e invasoras no contexto da ecologia?

Descreva as discussões sobre espécies exóticas e invasoras nas cartas. Quais impactos dessas espécies são mencionados e como podem ser gerenciados?

As cartas entre Fritz Müller e Charles Darwin discutem a questão das espécies exóticas e invasoras no contexto da ecologia, destacando os impactos dessas espécies nos ecossistemas e sugerindo possíveis estratégias de manejo.

Na carta de número 105, Müller menciona o aparecimento de novas plantas após a última enchente, incluindo uma pequena espécie de *Anagallis* que ele nunca havia visto antes. Ele questiona a origem dessa planta, já que nenhuma espécie de *Anagallis* é nativa da América, segundo Endlicher, e observa que as variedades europeias de *Anagallis* são comuns em Desterro, provavelmente introduzidas da Europa. Esse exemplo mostra como eventos climáticos extremos podem introduzir novas espécies e alterar a composição das comunidades vegetais (Número da carta: 105; Data: 29/10/1881; Código : [DCP-LETT-13441A](#)).

Na carta de número 27, Müller descreve *Adenanthera pavonina* como uma espécie introduzida. Ele também menciona outras espécies de plantas que foram introduzidas e como essas introduções podem afetar as plantas nativas, potencialmente competindo por recursos e alterando a dinâmica do ecossistema (Número da carta: 27; Data: 04/03/1867; Código: [DCP-LETT-5429](#)).

Essas correspondências entre Müller e Darwin exemplificam como as espécies exóticas podem ser introduzidas tanto por eventos naturais, como enchentes, quanto por atividades humanas, e os impactos significativos que essas introduções podem ter sobre os ecossistemas locais. Essas cartas mostram a importância de monitorar e gerenciar a introdução de espécies exóticas para preservar a biodiversidade e a integridade dos ecossistemas.

21. Como as cartas discutem a competição entre espécies e suas consequências ecológicas?

Analise as discussões sobre a competição entre espécies presentes nas cartas. Quais exemplos específicos são mencionados e como essa competição afeta os ecossistemas?

Na carta de número 12, Müller menciona como mudanças na flora local podem ser atribuídas à competição entre plantas, especialmente durante condições climáticas adversas, como secas prolongadas. Ele observa que algumas espécies de plantas nativas foram superadas por outras mais adaptadas às novas condições, destacando como a competição por recursos pode levar à exclusão competitiva e alterar a estrutura das comunidades ecológicas (Número da carta: 12; Data: 06/03/1866; Código: [DCP-LETT-5027A](#)).

Esses exemplos mostram como a competição entre espécies pode afetar a estrutura e a composição das comunidades ecológicas. Quando espécies exóticas são introduzidas, elas podem competir com as nativas por recursos como luz, água e nutrientes, muitas vezes superando as espécies nativas e levando à perda de biodiversidade. Além disso, a competição pode ser intensificada por mudanças climáticas ou outras pressões ambientais, forçando algumas espécies a se adaptarem ou serem eliminadas.

22. Qual a importância dos animais na dispersão de sementes?

Explique como as observações de Müller e Darwin documentam a dispersão de sementes por animais. Quais são os exemplos específicos de plantas e animais envolvidos nesse processo?

As cartas entre Fritz Müller e Charles Darwin discutem a dispersão de sementes por animais, documentando observações detalhadas e fornecendo exemplos específicos de plantas e animais envolvidos nesse processo.

Na carta de número 50, Müller descreve um capim (*Streptochaeta nees*) com um mecanismo único de dispersão de sementes e menciona um pássaro brasileiro que coloca seus ovos em ninhos de outras aves. Ele relata um experimento com milho, observando a segregação de cores dos grãos e sugerindo uma explicação baseada na hipótese da pangênese de Darwin (Número da carta: 50; Data: 12/01/1869; Código: [DCP-LETT-6549](#)).

Na carta de número 36, Müller descreve como uma trepadeira da família das Amarantáceas, *Chamissoa*, tem sementes pretas quase totalmente envolvidas por um arilo branco que atrai a atenção dos pássaros. Essas sementes permanecem presas na base da cápsula, cuja metade superior cai. Ele compara essa característica com outras espécies de Amarantáceas e menciona que sementes vistosas também podem ser encontradas em monocotiledôneas, citando exemplos como *Hedychium* e uma marantácea (Número da carta: 36; Data: 08/10/1867; Código: [DCP-LETT-5620A](#)).

Na carta de número 37, Darwin menciona que papagaios disseminam sementes de *Adenantha* e discute curiosidades sobre uma *Orchis* terrestre. Ele destaca a dificuldade de distinguir plantas miméticas das adaptadas a condições específicas e questiona se os quadrúpedes reconhecem plantas mais pelo odor do que pela aparência (Número da carta: 37; Data: 02/11/1867; Código: [DCP-LETT-5666](#)).

Essas observações documentadas nas cartas de Müller e Darwin mostram como a dispersão de sementes por animais é um processo muito relevante para a propagação das plantas. As interações entre plantas e animais, como os pássaros que dispersam as sementes de *Chamissoa* e *Adenantha*, ajudam a garantir que as sementes sejam transportadas para locais propícios ao crescimento. Essas interações são fundamentais para a manutenção da biodiversidade e a resiliência dos ecossistemas.

23. Quais exemplos de adaptações morfológicas em insetos para proteção contra predadores são mencionados nas cartas?

Descreva as adaptações morfológicas que alguns insetos desenvolveram para se proteger contra predadores, conforme observado nas cartas. Como essas adaptações ajudam esses animais a sobreviverem?

As cartas entre Fritz Müller e Charles Darwin mencionam várias adaptações morfológicas que os insetos desenvolveram para se proteger contra outros animais predadores.

Na carta de número 71, Müller descreve uma mariposa *Glaucopidæ* em que quase todo o corpo ficou repentinamente envolto em uma grande nuvem de lã branca como a neve, que saía de uma espécie de bolsa no lado ventral do abdome, sempre que ele a segurava pelas asas (Número da carta: 71; Data: 20/04/1874; Código: [DCP-LETT-9422A](#)).

Na carta de número 84, Müller descreve várias espécies de borboletas *Eueides*, que exalam um odor muito forte e repulsivo, bem como outras borboletas que apenas imitam os padrões de cores dessas (Número da carta: 84; Data: 20/02/1878; Código: [DCP-LETT-11368](#)).

As observações são exemplos importantes para compreender como determinadas espécies evoluíram diferentes estratégias para lidar com os desafios impostos pelos predadores.

24. Como as cartas abordam as diferentes estratégias de polinização?

Analise as discussões sobre as estratégias desenvolvidas pelas plantas para a polinização. Que vantagens e desvantagens podem ser esperadas em diferentes condições ecológicas?

As cartas entre Fritz Müller e Charles Darwin discutem a importância da vegetação ripária para a ecologia dos rios e riachos, destacando seu papel crucial na saúde dos ecossistemas aquáticos.

Na carta de número 84, Müller informa que recentemente visitou a nova colônia alemã São Bento (atual São Bento do Sul/SC), localizada nas terras altas e situada em alguns pequenos afluentes do Rio Negro. Lá, encontrou uma abundância de *Viola cleistogamica* branca, produzindo flores. Apesar da maioria das sementes ainda estarem verdes, ele conseguiu enviar algumas a Darwin (Número da carta: 84; Data: 20/02/1878; Código: [DCP-LETT-11368](#)).

Na carta de número 93, Müller descreve suas observações sobre *Lagerstroemia* e *Heteranthera reniformis*, mencionando como diferentes estames e cores de pólen atraem diferentes insetos polinizadores, promovendo a polinização cruzada (Número da carta: 93; Data: 07/02/1881; Código: [DCP-LETT-13041A](#)).

Na carta de número 96, Darwin agradece pelas sementes e pela carta de Müller. Ele se impressiona com a teoria de Müller sobre os estames de cores diferentes em flores, mencionando suas próprias observações com *Melastomaceae* (Número da carta: 96; Data de envio: 20/03/1881; Código: [DCP-LETT-13091](#)).

Essas estratégias aumentam a eficiência reprodutiva e a sobrevivência das plantas, permitindo-lhes prosperar em diferentes condições ambientais. As flores cleistogâmicas das violas geralmente aparecem no verão ou no outono depois que as flores casmogâmicas já fizeram seu trabalho. Os frutos que formam se abrem quando maduros e depositam suas sementes diretamente abaixo da planta-mãe. Alguns também são levados por formigas e dispersos para novos locais.

25. Como a interação entre bromélias e o ambiente ao seu redor pode influenciar a biodiversidade local e a saúde dos ecossistemas tropicais?

De que maneira as bromélias, como componentes-chave dos ecossistemas tropicais, interagem com fatores ambientais, como clima e solo, e como essas interações podem impactar a biodiversidade local e a resiliência do ecossistema?

As cartas de Müller e Darwin destacam a interdependência entre as plantas e outros organismos, mostrando como a conservação das plantas é essencial para a manutenção da biodiversidade e do equilíbrio ecológico.

Na carta de número 90, Müller discute a fauna encontrada entre as folhas das bromélias. Ele descreve como essas plantas fornecem um habitat para uma grande variedade de organismos, incluindo insetos e anfíbios, e observa que as bromélias desempenham um papel crucial no ciclo de nutrientes dentro dos ecossistemas tropicais. Essa interação simbiótica entre plantas e animais exemplifica como as plantas podem criar microhabitats que são essenciais para a sobrevivência de diversas espécies (Número da carta: 90; Data: 21/01/1879; Código: [DCP-LETT-11839](#)).

Na carta de número 92, Müller descreve suas investigações sobre a fauna peculiar que vive nas folhas das bromélias e nas rochas das cachoeiras, ressaltando a ausência de franjas nos pés das pupas dos tricópteros nesses ambientes (Número da carta: 92; Data: 09/01/1881; Código: [DCP-LETT-12996](#)).

Esses exemplos mostram como as bromélias desempenham papéis importantes nos ecossistemas, fornecendo não apenas alimento e abrigo para outros organismos, como também regulando os ciclos de nutrientes e promovendo a saúde dos ecossistemas. As plantas formam a base das cadeias alimentares e sustentam a biodiversidade em diversos habitats, desde florestas tropicais até ecossistemas aquáticos.

26. Como os diferentes tipos de movimentos das plantas, como o nictinástico e o heliotrópico, influenciam a sua capacidade de adaptação a mudanças ambientais?

Como essas respostas motoras afetam as interações ecológicas e a sobrevivência em diversos ecossistemas? Descreva as observações sobre as adaptações das plantas a ambientes, conforme discutido nas cartas. Quais exemplos específicos são fornecidos?

As cartas entre Fritz Müller e Charles Darwin incluem várias observações sobre os movimentos das plantas. Eles se mostram particularmente interessados nesse processo e seu significado.

Na carta de número 94, Darwin menciona o caso curioso do *Phyllanthus*, uma planta que às vezes vira suas folhas para o lado errado, uma adaptação incomum observada por Müller. Essa planta possui um mecanismo nictinástico que permite o fechamento das folhas à noite, ajudando a reduzir a perda de água em ambientes secos (Número da carta: 94; Data: 23/02/1881; Código: [DCP-LETT-13064](#)).

Na carta de número 101, Müller relata novas observações que confirmam a teoria de Darwin sobre o significado dos movimentos nictinásticos das plantas (a nictinastia é uma resposta estimulada pelos ritmos diários de luz e escuridão). Observou também que as folhas de *Oxalis sepium* realizam movimentos nictinásticos de maneira mais completa no inverno. Müller lista várias plantas cujas folhas não se molham quando imersas na água, confirmando a hipótese de Darwin sobre a função desses movimentos para eliminar gotas de água (Número da carta: 101; Data: 09/08/1881; Código: [DCP-LETT-13284A](#)).

Na carta de número 102, Müller descreve os movimentos nictinásticos complexos e variados das folhas de *Crotalaria cajanæfolia*, que se movem para baixo e rotacionam à noite, influenciados pelo sol poente. Müller relata que esses movimentos podem servir como uma bússola natural. Ele também menciona um comportamento semelhante em *Centrosema* e observa que as folhas desse gênero se orientam em direção ao pôr do sol, mesmo em dias nublados (Número da carta: 102; Data: 06/09/1881; Código: [DCP-LETT-13318](#)).

Os movimentos nictinásticos e heliotrópicos são respostas adaptativas que potenciam a sobrevivência das plantas e sua função ecológica nos ecossistemas. Ambos os movimentos permitem às plantas responderem de forma adaptativa ao seu ambiente, ajustando seu comportamento para otimizar processos ecológicos fundamentais como a fotossíntese e a conservação de água. Em comunidades ecológicas, essas adaptações podem influenciar as interações entre espécies, a ocupação de nichos ecológicos e o sucesso reprodutivo das plantas.

27. Quais são os exemplos de mimetismo ou camuflagem descritos nas correspondências entre Müller e Darwin?

Explique os casos de mimetismo ou camuflagem documentados nas cartas. Como esses exemplos ajudam os organismos a evitarem predadores ou capturar presas?

Muitas cartas entre Fritz Müller e Charles Darwin abordam várias instâncias de mimetismo e camuflagem, oferecendo exemplos específicos e detalhados de como esses fenômenos ajudam os organismos a evitarem predadores ou a capturarem presas.

Na carta de número 64, Müller discute o mimetismo em *Lepidoptera*, mencionando casos de mimetismo entre diferentes espécies de borboletas e como a seleção sexual poderia ter influenciado esse processo. Ele observa que as borboletas *Hesperiadae* apresentam uma imitação protetora, em que as espécies menos notáveis imitam aquelas que são menos palatáveis para os predadores, aumentando suas chances de sobrevivência (Número da carta: 64; Data: 14/06/1871; Código: [DCP-LETT-7820](#)).

Na carta de número 66, Müller confirma que as espécies de *Hedychium* mencionadas são distintas e concorda com Darwin sobre a seleção sexual em borboletas miméticas. Ele compartilha uma observação curiosa de borboletas de espécies diferentes brincando juntas, sugerindo que o comportamento de mimetismo não apenas evita a predação, como pode facilitar interações sociais entre espécies (Número da carta: 66; Data: 16/01/1872; Código: [DCP-LETT-8161](#)).

Esses exemplos de mimetismo e camuflagem ilustram como as adaptações morfológicas e comportamentais permitem que os organismos se misturem ao ambiente ou imitem outras espécies para evitar a predação. O mimetismo em *Lepidoptera*, por exemplo, mostra como as borboletas podem desenvolver padrões de asas que as fazem parecer com espécies não palatáveis, desencorajando os predadores. Essas estratégias evolutivas aumentam as chances de sobrevivência e reprodução das espécies, demonstrando a importância dessas adaptações para a dinâmica ecológica e a evolução.

26. Como as cartas de Müller e Darwin podem ser usadas para entender a ecologia dos sambaquis?

Análise como as observações documentadas nas cartas de Müller e Darwin podem contribuir para o entendimento da ecologia dos sambaquis. Quais ideias sobre a interação entre seres humanos e o ambiente costeiro são destacados e como essas interações impactaram a formação e a preservação dos sambaquis?

As cartas entre Fritz Müller e Charles Darwin fornecem importantes ideias sobre a ecologia dos sambaquis, especialmente em relação às interações entre seres humanos e o ambiente costeiro.

Na carta de número 73, Müller relata a Darwin suas investigações dos sambaquis em Santa Catarina, destacando a diversidade de conchas encontradas e mencionando que algumas espécies não são mais vistas na região (Número da carta: 73; Data: 25/12/1875; Código: [DCP-LETT-10324](#)).

A diversidade de conchas encontradas nos sambaquis e a menção de espécies que não são mais vistas na região destacam o impacto das atividades humanas no ambiente costeiro. Essas descobertas sublinham a importância de preservar os ecossistemas costeiros para manter a biodiversidade e garantir a sobrevivência das espécies nativas.

27. Quais cartas comentam sobre os decompositores nos ecossistemas?

Explique a importância dos decompositores conforme documentado nas cartas. Quais são os exemplos específicos de decompositores mencionados e seus papéis no ciclo de nutrientes?

Várias cartas entre Fritz Müller e Charles Darwin nos convidam a investigar o papel dos decompositores nos ecossistemas em abordagens problematizadoras, ressaltando sua importância no ciclo de nutrientes.

Na carta de número 71, Müller confirma a hipótese de Belt de que as formigas cortadeiras se alimentam de fungos cultivados nas folhas que carregam para seus ninhos após examinar os estômagos das formigas e não encontrar traços de tecido vegetal (Número da carta: 71; Data 20/04/1874; Código: [DCP-LETT-9422A](#)).

Na carta de número 89, Darwin agradece a Müller pelas informações sobre as minhocas e comenta que, na Inglaterra, as minhocas não depositam seus excrementos na superfície do solo solto recém-escavado. Essa carta ilustra como as minhocas e outros decompositores são essenciais para a saúde do solo e, consequentemente, para a saúde das plantas que dele dependem (Número da carta: 89; Data: 24/07/1878; Código: [DCP-LETT-11626](#)).

Esses exemplos permitem investigar como os decompositores, como fungos e as minhocas, desempenham um papel vital na decomposição da matéria orgânica e na ciclagem de nutrientes, contribuindo para a fertilidade do solo e a saúde das plantas. Darwin dedicou um livro apenas sobre as minhocas, tendo inclusive presenteado Müller com um exemplar.

28. Quais observações sobre a sucessão ecológica são mencionadas nas cartas?

Pesquise e descreva quais e como as cartas abordam o tema “sucessão ecológica”. Quais são os exemplos de mudanças na comunidade de plantas e animais ao longo do tempo?

As cartas entre Fritz Müller e Charles Darwin abordam o processo de sucessão ecológica, destacando mudanças na comunidade de plantas e animais ao longo do tempo e seus impactos nos ecossistemas.

Na carta de número 12, Müller descreve as condições climáticas secas dos últimos dois verões e as mudanças observadas na flora e fauna local devido a essa seca. Ele relata a diminuição de certas espécies, como uma planta chamada *Aeschynomene*, que foi substituída por outra chamada *Daubentonia*. Müller também menciona a escassez de uma espécie de orquídea chamada *Orchis darwinii* devido à seca. Ele destaca a competição entre espécies e as mudanças na população de animais e plantas ao longo do tempo, observadas em locais específicos próximos à sua residência (Número da carta: 12; Data: 06/03/1866; Código: [DCP-LETT-5027A](#)).

Esse exemplo mostra como mudanças ambientais, como secas, podem alterar a composição das espécies e as interações entre plantas e animais. As cartas fornecem uma base valiosa para entender como os ecossistemas respondem às mudanças ambientais ao longo do tempo, destacando a importância de fatores como a competição, a adaptação e a resiliência das espécies para a saúde e a continuidade dos ecossistemas.

29. Como as cartas permitem discutir a importância das áreas de refúgio para a conservação de espécies?

Busque nas cartas registros que justifiquem a necessidade de áreas de refúgio. Qual é a importância dessas áreas para a preservação da biodiversidade?

Algumas cartas entre Fritz Müller e Charles Darwin abordam situações que permitem problematizar sobre a importância de áreas de refúgio para a conservação de espécies, oferecendo exemplos específicos e destacando sua relevância para a preservação da biodiversidade.

Na carta de número 73, Müller relata suas investigações dos sambaquis em Santa Catarina, onde observa a diversidade de conchas encontradas. Ele menciona a ausência de algumas espécies que antes eram comuns na região, sugerindo que mudanças ambientais e a pressão humana podem ter contribuído para essa perda. Essas observações sublinham a importância de áreas de refúgio onde as espécies podem prosperar sem a interferência direta das atividades humanas, garantindo a preservação da biodiversidade (Número da carta: 73; Data: 25/12/1875; Código: [DCP-LETT-10324](#)).

Na carta de número 106, Müller menciona o aparecimento de novas plantas após uma enchente, incluindo uma espécie de *Anagallis* que não era nativa da região. Ele questiona a origem dessa planta e observa que as variedades europeias de *Anagallis* são comuns em Desterro, provavelmente introduzidas da Europa. Essa observação destaca como áreas de refúgio podem ser vulneráveis à introdução de espécies exóticas, que podem competir com as nativas e alterar a dinâmica dos ecossistemas locais (Número da carta: 106; Data: 13/11/1881; Código: [DCP-LETT-13481](#)).

Essas cartas ilustram como as áreas de refúgio são fundamentais para a conservação da biodiversidade. Elas fornecem um habitat seguro para as espécies nativas, protegendo-as da exploração humana e de mudanças ambientais adversas. A preservação dessas áreas é essencial para manter a diversidade genética e a saúde dos ecossistemas, permitindo que as espécies continuem a evoluir e se adaptar às condições ambientais em mudança.

30. Como as características sexuais influenciam a dinâmica populacional e a estrutura das comunidades ecológicas?

Como a ecologia reprodutiva e o dimorfismo sexual são documentados nas cartas?

A ecologia reprodutiva e o dimorfismo sexual são temas em várias cartas entre Fritz Müller e Charles Darwin. Seu estudo que pode contribuir para o conhecimento da história natural e a ecologia de determinadas espécies.

Na carta de número 29, Müller menciona diferenças sexuais em crustáceos, aranhas e anelídeos. Ele também descreve observações e experimentos com orquídeas, incluindo a autoincompatibilidade e o cruzamento entre diferentes espécies. Essas observações ajudam a entender como as características dos organismos podem influenciar suas interações predador-presa, afetando a sobrevivência e a reprodução (Número da carta: 29; Data: 01/04/1866; Código: [DCP-LETT-5480](#)).

Na carta de número 47, Müller relata suas experiências de enxerto de batata e menciona ter plantado espécies dimórficas e trimórficas para replicar os experimentos de Darwin. Também observa a autoincompatibilidade em uma *Bignoniácea* e descreve experimentos relacionados. Ele discute órgãos auditivos em *Orthoptera* e diferenças sexuais em besouros *lamellicornes* (Número da carta: 47; Data: 09/09/1868; Código: [DCP-LETT-6359](#)).

O dimorfismo sexual é uma característica biológica que ocorre quando os indivíduos de uma mesma espécie, mas de sexos diferentes, apresentam diferenças físicas ou comportamentais. Essas diferenças podem ser de ordem sexual primária, como a presença de órgãos sexuais, ou secundária, como padrões de cores ou tamanhos.

31. Como as cartas abordam a competição intraespecífica e interespecífica?

Discuta as observações sobre competição dentro de uma mesma espécie (intraespecífica) e entre espécies diferentes (interespecífica) conforme documentado nas cartas. Quais são os exemplos específicos e seus impactos ecológicos?

As cartas trocadas entre Fritz Müller e Charles Darwin revelam observações detalhadas sobre a competição entre espécies, tanto intraespecífica quanto interespecífica, permitindo problematizar sobre seus impactos ecológicos.

Na carta de número 12, Müller descreve as condições climáticas causadas por um longo período de seca que levaram a mudanças na flora e fauna local. Ele menciona especificamente a substituição da planta *Aeschynomene* por *Daubentonia*, ilustrando a competição por recursos escassos dentro de uma mesma espécie devido a variações ambientais severas. Também destaca a redução da espécie *Orchis darwinii*, também discutida nessa carta, que se tornou escassa devido à seca, indicando uma competição intensa por recursos como água e nutrientes com outras espécies adaptadas a condições mais áridas (Número da carta: 12; Data de envio: 06/03/1866; Código: [DCP-LETT-5027A](#)).

Esses exemplos destacam os impactos ecológicos significativos das competições intra e interespecíficas, que incluem alterações na biodiversidade, mudanças nas cadeias alimentares e nos ciclos de nutrientes, além da emergência de novos equilíbrios ecológicos. Vários outros podem ser encontrados nas cartas.

32. Quais informações sobre a influência da luz solar na fisiologia das plantas são mencionadas nas cartas?

Explique como a luz solar influencia a fisiologia das plantas conforme descrito nas cartas. Quais são as adaptações das plantas para otimizar a captura de luz?

As cartas trocadas entre Fritz Müller e Charles Darwin contêm informações que permitem problematizar sobre a influência da luz solar na fisiologia das plantas e as adaptações dessas plantas para otimizar a captura de luz. Müller descreve várias observações que demonstram como a luz solar afeta diretamente a fisiologia e o comportamento das plantas.

Na carta de número 108, Müller relata como as folhas da planta *Bauhinia brasiliensis* respondem à intensidade da luz solar. Ele observa que, sob luz solar intensa, as folhas se elevam, mas quando a planta é subitamente sombreada, as folhas descem abaixo da horizontal. Essa reação demonstra uma resposta direta à luz solar, ajustando a posição das folhas para maximizar a captação de luz (Número da carta: 108; Data: 01/01/1882; Código: [DCP-LETT-13593](#)).

Na carta de número 102, Müller também descreve os movimentos nictinásticos das folhas de *Crotalaria cajanæfolia*. Essas folhas se movem para baixo e rotacionam à noite, orientando-se em direção ao pôr do sol. Müller observa que esses movimentos podem servir como uma bússola natural, permitindo que a planta se ajuste mesmo em dias nublados. Esse comportamento ajuda a planta a maximizar a exposição à luz solar durante o dia e minimizar a perda de calor durante a noite (Número da carta 102; Data: 06/09/1881; Código: [DCP-LETT-13318](#)).

As adaptações descritas por Müller, como os movimentos das folhas em resposta à luz e sombra, são cruciais para a eficiência fotossintética e a sobrevivência das plantas em diversos ambientes. Ajustando a posição das folhas, as plantas podem otimizar a captação de luz, aumentar a taxa de fotossíntese durante o dia e reduzir a perda de calor à noite, demonstrando uma complexa interação entre fisiologia vegetal e fatores ambientais.

33. Quais exemplos de relações mutualísticas tróficas podemos encontrar nas cartas?

Descreva as interações tróficas entre bromélias e animais. Qual tipo de mutualismo se estabelece entre esses organismos?

As cartas trocadas entre Fritz Müller e Charles Darwin abordam a importância das interações tróficas em ecossistemas aquáticos, discutindo como essas interações afetam a estrutura e a função desses ecossistemas.

Na carta de número 90, Müller detalha suas observações sobre a fauna encontrada entre as folhas das bromélias e nas rochas de cachoeiras no Brasil. Ele menciona uma pequena rã com ovos grandes nas costas, encontrada em uma bromélia, e diversas espécies de insetos e larvas que vivem nas rochas das cachoeiras. Müller também destaca as pupas de tricópteros que habitam esses ambientes, observando que as “franjas natatórias” ou “pelos natatórios” das pernas, normalmente usadas para nadar, são reduzidas ou ausentes. Essa perda pode ser atribuída ao “atavismo”, em que características ancestrais reaparecem em descendentes (Número da carta 90; Data: 21/01/1879; Código: [DCP-LETT-11839](#)).

Na carta de número 92, ele também descreve suas investigações sobre a fauna peculiar que vive nas folhas das bromélias e nas rochas das cachoeiras, ressaltando a ausência de franjas nos pés das pupas dos tricópteros nesses ambientes (Número da carta 92; Data: 09/01/1881; Código: [DCP-LETT-12996](#)).

Essas observações indicam a complexidade das interações tróficas em ecossistemas aquáticos, em que organismos de diferentes níveis tróficos, como rãs, insetos e larvas, coexistem e interagem. As pupas de tricópteros, por exemplo, podem representar uma adaptação evolutiva para evitar predadores aquáticos, contribuindo para a dinâmica de predação e sobrevivência no ecossistema. Além disso, a presença de rãs e insetos em bromélias demonstra a importância dessas plantas como micro-habitats que suportam diversas formas de vida aquática e semiaquática.

34. Quais exemplos de mutualismo defensivo são documentados nas cartas?

Explique os casos de mutualismo entre formigas e plantas conforme observados nas cartas. Como essas relações beneficiam ambas as partes envolvidas?

As cartas trocadas entre Fritz Müller e Charles Darwin documentam exemplos de mutualismo entre formigas e plantas, demonstrando como essas relações beneficiam ambas as partes envolvidas.

Na carta número 73, datada de 20 de abril de 1874, Müller descreve a relação entre as árvores embaúba (*Cecropia*) e as formigas que habitam seus caules, atraídas por corpúsculos de um tipo de açúcar do qual se alimentam, que se encontram em estruturas em forma de pera nas bases dos pecíolos. Essas formigas, em troca, protegem a embaúba do ataque de outras pragas, como formigas cortadeiras, por exemplo. Ele também menciona a fundação de colônias de formigas nas embaúbas e a presença de vespas parasitas que atacam as formigas dentro dos caules (Número da carta: 73; Data: 25/12/1875; Código: [DCP-LETT-10324](#)).

As relações mutualísticas entre formigas e plantas proporcionam benefícios significativos para ambas as partes envolvidas. Para as formigas, as plantas oferecem abrigo e, em alguns casos, recursos alimentares diretos, como o néctar extrafloral. Para as plantas, a presença de formigas oferece proteção contra herbívoros, patógenos e competidores, além de potencialmente auxiliar na dispersão de sementes e na limpeza de detritos que podem prejudicar a planta.

35. Como as cartas abordam a ecologia de abelhas sem ferrão?

Discuta as observações sobre as espécies de abelhas sem ferrão documentadas nas cartas. Qual a importância dessas espécies nos ecossistemas locais?

Fritz Müller foi um grande entusiasta no estudo de insetos coloniais (eussociais), dentre eles as abelhas sem ferrão, mantendo algumas colmeias em seu jardim. Relatou muito de suas observações com Charles Darwin.

Na carta de número 68, Müller escreveu uma carta descrevendo seu estudo sobre abelhas sem ferrão, *Melipona* e *Trigona*, enfatizando diferenças em relação às abelhas com ferrão, como a estrutura dos favos e o armazenamento de mel (Número da carta: 68; Data ??/01/1874; Código: [DCP-LETT-9281](#)).

Na carta de número 71, Müller observa que as abelhas sem ferrão no Brasil secretam cera no lado dorsal do abdômen e que algumas solitárias também exibem esse comportamento. Além disso, discute suas observações sobre as abelhas *Melipona* e *Trigona*, incluindo a construção de colmeias, postura de ovos e comportamento das abelhas-rainhas. Müller relata um conflito entre a rainha e as operárias de uma colmeia. Além disso, menciona que diferentes espécies de abelhas exibem variações em seus comportamentos (Número da carta: 71; Data 20/04/1874; Código: [DCP-LETT-9422A](#)).

Os insetos coloniais, também conhecidos como insetos eussociais, são aqueles que vivem em grupos organizados, com uma divisão de trabalho e uma relação ecológica harmônica. No caso das abelhas, seu papel na polinização das plantas é fundamental para a manutenção dos ecossistemas e para a produção de alimentos.

36. Como as cartas abordam a ecologia dos cupins?

Discuta as observações sobre as espécies de cupins documentadas nas cartas. Qual a importância dessas espécies nos ecossistemas locais?

Fritz Müller fez importantes contribuições no estudo de insetos coloniais (eussociais), dentre eles os cupins, descrevendo características inéditas dessas espécies.

Na carta de número 66, Müller detalha suas recentes observações sobre cupins, especialmente sobre as diferentes espécies de cupins e suas características distintas (Número da carta: 66; Data 16/01/1872; Código: [DCP-LETT-8161](#)).

Na carta de número 68, ele descreve as formas sexuais diferentes e suas implicações na reprodução (Número da carta: 68; Data ??/01/1874; Código: [DCP-LETT-9281](#)).

Os cupins são importantes para o meio ambiente por vários motivos, por exemplo, na decomposição da madeira morta, devolvendo nutrientes ao solo para serem usados por outras plantas, insetos e animais. Sem eles, a matéria orgânica morta se acumularia em vários biomas. Também contribuem para a aeração e drenagem do solo, além de servirem de alimento para muitas outras espécies animais, entre outros artrópodes, peixes, anfíbios, aves e mamíferos.

37. Quais descrições sugerem que a polinização cruzada dentro de populações aumenta a fertilidade e o vigor das plantas?

Por que isso ocorre? De que forma essa variabilidade é relevante para a adaptação e sobrevivência das espécies?

As cartas trocadas entre Fritz Müller e Charles Darwin mencionam suas observações de que a polinização cruzada (indivíduos diferentes) geralmente produz frutos com mais e melhores sementes do que a autopolinização (mesmo indivíduo) dentro de populações, destacando a importância dessa variabilidade para a adaptação e sobrevivência das espécies.

Na carta de número 56, Darwin comenta que as plantas de *Eschscholzia* das suas sementes produziram vagens quando autofertilizadas, artificial e espontaneamente. Entretanto, são muito pequenas (e em número reduzido) em comparação com as vagens resultantes de cruzamentos (Número da carta: 56; Data 08/09/1869; Código: [DCP-LETT-6881](#)).

Na carta de número 110, Müller descreve as observações sobre a variabilidade das flores de *Pontederia crassipes* e suas experiências de polinização, ressaltando a fecundidade variável dependendo do tipo de polinização. Ele também relata diferenças na produção de sementes com pólen de diferentes cores em *Heteranthera reniformis*, mencionando flores cleistogâmicas que se autofertilizam sem abrir (carta número 110, Data: 31/03/1882; Código: [DCP-LETT-13750A](#)).

A variabilidade genética dentro de populações é crucial para a adaptação e sobrevivência das espécies, conforme discutido nas cartas. A diversidade genética permite que as populações se ajustem às mudanças ambientais e resistam a doenças e pragas. A presença de diferentes formas de polinização e variabilidade na produção de sementes, como observado em *Pontederia crassipes* e *Heteranthera reniformis*, demonstra como a variabilidade genética pode influenciar a capacidade de uma planta de se reproduzir e prosperar em diferentes condições ambientais.

38. Como as cartas de Müller e Darwin abordam a adaptação das espécies às mudanças climáticas?

Descreva como as observações de Müller e Darwin sobre as respostas das espécies às variações climáticas podem ser usadas para entender a adaptação às mudanças climáticas. Quais exemplos específicos de adaptação às mudanças de temperatura ou disponibilidade de água são mencionados?

As cartas trocadas entre Fritz Müller e Charles Darwin abordam como as espécies se adaptam às mudanças climáticas, fornecendo exemplos e ideias valiosas sobre as respostas das espécies às variações climáticas.

Na carta de número 42, Müller comenta sobre ação imediata e rápida do clima brasileiro sobre o milho, que também foi observada por seu irmão. Uma forma anã com sementes pequenas e redondas da Alemanha (milho para papagaios); ao longo de dois anos, as plantas ficaram tão grandes e as sementes tão achatadas quanto as da variedade que cultivamos aqui (Número da carta: 42; Data 03/04/1868; Código: [DCP-LETT-6089A](#)).

Um exemplo específico de adaptação às mudanças de temperatura é a observação de Müller sobre as diferentes respostas das plantas a variações climáticas. A escassez de *Orchis darwinii* devido à seca mostra como as mudanças na disponibilidade de água podem afetar a sobrevivência das plantas. Além disso, Müller descreve como as folhas de *Bauhinia brasiliensis* se elevam sob luz solar intensa, mas descem quando a planta é subitamente sombreada, indicando uma adaptação para otimizar a captação de luz e minimizar a perda de água (carta número 108, Data: 01/01/1882; Código: [DCP-LETT-13593](#)).

Essas observações de Müller são muito úteis para entender como a variabilidade genética dentro das populações e a capacidade de adaptação são cruciais para a sobrevivência das espécies.

39. Como as cartas discutem o papel das barreiras geográficas na especiação?

Explique como as cartas de Müller e Darwin tratam da influência das barreiras geográficas na especiação. Quais exemplos de espécies que se adaptaram a diferentes ambientes geográficos são discutidos e como essas barreiras contribuem para a diversificação das espécies?

As cartas trocadas entre Fritz Müller e Charles Darwin discutem a importância das barreiras geográficas na especiação, fornecendo observações detalhadas sobre como essas barreiras influenciam a diversificação das espécies.

Na carta de número 90, Müller descreveu a curiosa fauna encontrada entre as folhas das bromélias e em rochas de cachoeiras no Brasil. Ele destacou uma característica interessante das pupas de tricópteros que vivem nesses habitats, em que as “franjas natatórias” ou “pelos natatórios” das pernas, normalmente usadas para nadar, são reduzidas ou ausentes, sugerindo que essa perda pode ser atribuída ao atavismo (reaparição em um descendente de caracteres de um ascendente remoto e que permaneceram latentes por várias gerações) (Número da carta: 90; Data 21/01/1879; Código: [DCP-LETT-11839](#)).

Em suas correspondências, Müller e Darwin abordam como as barreiras geográficas, como montanhas, rios e mudanças no habitat, desempenham um papel crucial na formação de novas espécies. Essas barreiras físicas impedem o fluxo gênico entre populações, permitindo que diferentes grupos desenvolvam características únicas ao longo do tempo. Esse isolamento reprodutivo é um mecanismo central na especiação alopátrica, em que novas espécies surgem devido à separação geográfica.

40. Qual a importância do dimorfismo em plantas?

Qual a importância disso para os ecossistemas e para a evolução das espécies?

Plantas dimórficas apresentam dois tipos distintos de estruturas morfológicas dentro da mesma espécie, geralmente no contexto das suas flores ou órgãos reprodutivos. Em plantas com dimorfismo floral, por exemplo, existem dois tipos de flores em uma mesma espécie que diferem na forma ou no tamanho de órgãos sexuais, como os estames e pistilos.

As cartas trocadas entre Fritz Müller e Charles Darwin comentam muito sobre dimorfismo e trimorfismo de várias espécies de plantas. Problematize sobre essas características. Uma dessas cartas é retratada abaixo, mas muitas outras podem ser usadas para ilustrar esse tópico.

Na carta de número 19, Müller explora a esterilidade em plantas como a *Eschscholtzia* ao serem polinizadas com seu próprio pólen, destacando sua observação em uma planta grande que produz muitas flores sem formar sementes. Ele conduz experimentos cruzando flores de diferentes plantas, notando variações nos estigmas. Müller também revela novas descobertas de plantas dimórficas em sua região, como *Cordia*, *Oxalis* e *Hedyotis villarsia*, ressaltando a importância dessas descobertas para entender a diversidade e evolução das plantas (Número da carta: 19; Data 02/11/1866; Código: [DCP-LETT-5264](#)).

Essas variações ajudam a promover a polinização cruzada, pois flores de tipos diferentes se encaixam melhor para a transferência de pólen entre plantas distintas ao invés de entre flores da mesma planta. Consequentemente, contribuem para a promoção da variabilidade genética, o que pode resultar em uma maior adaptabilidade às mudanças ambientais e pressões de seleção natural.

Relação das Correspondências entre Fritz Müller e Charles Darwin

A tabela a seguir oferece um extrato das principais informações contidas em todas as 110 correspondências trocadas entre Fritz Müller e Charles Darwin, cuidadosamente extraídas do [Darwin Correspondence Project \(DCP\)](#).

Essas cartas, trocadas ao longo de um período fundamental para o desenvolvimento da teoria evolutiva, revelam a profundidade da colaboração científica entre dois dos principais naturalistas do século XIX.

O conteúdo dessas correspondências abrange uma vasta gama de temas, desde observações sobre a biologia de plantas e animais até discussões sobre ecologia, adaptação, seleção natural e interações ecológicas como polinização e herbivoria.

A tabela foi organizada para facilitar a navegação e o acesso ao material. Para cada carta, estão listados:

- **data de postagem:** indica o dia, mês e ano em que a carta foi enviada, contextualizando o momento histórico e científico de cada correspondência;
- **emissor:** identifica quem enviou a carta, seja Fritz Müller ou Charles Darwin, permitindo acompanhar o fluxo da conversa;
- **resumo:** fornece uma síntese do conteúdo discutido na carta, destacando os pontos mais relevantes, como novas observações biológicas, questões éticas ou avanços na compreensão da seleção natural;
- **código DCP:** cada carta está associada a um código específico do Darwin Correspondence Project, o que permite uma identificação precisa e rápida. Além disso, o link fornecido para cada código direciona o leitor ao documento original, oferecendo acesso direto às fontes primárias.

Essa tabela não apenas facilita o estudo dessas correspondências históricas, como serve como uma valiosa ferramenta educacional. Professores, estudantes e pesquisadores podem utilizá-la para explorar em profundidade a troca de ideias entre Müller e Darwin, observando como suas descobertas moldaram o pensamento biológico moderno e contribuíram para o avanço da teoria da evolução.

Relação das cartas trocadas entre Charles Darwin e Fritz Müller (Ordem Cronológica).

Nº da Carta	Data de envio	Autor da Carta	Resumo da correspondência	Código e link no DCP da carta
01	10/08/1865	Charles Darwin	Darwin expressa sua gratidão e admiração pelo trabalho de Müller sobre espécies, elogiando suas observações e argumentos. Ele demonstra interesse particular nas observações de Müller sobre dimorfismo em plantas e solicita receber alguns de seus artigos sobre o assunto. Darwin destaca as contribuições de Müller para a compreensão da classificação, embriologia e anatomia de Crustáceos, reconhecendo a importância dessas descobertas para o avanço da História Natural. Além disso, Darwin oferece enviar seu trabalho sobre a Fertilização de Orquídeas para Müller, mostrando interesse em compartilhar conhecimentos botânicos. Ele também pede uma fotografia de Müller, expressando seu desejo de possuir uma imagem do cientista.	DCP-LETT-4881
02	12/08/1865	Fritz Müller	Fritz Müller agradece a Darwin pelo ensaio sobre plantas trepadeiras, expressando seu interesse ao explorar essas plantas em sua região e listando os gêneros que coletou após ler o trabalho. Ele reconhece a abundância e importância dessas plantas na flora local, mas não fornece detalhes sobre seus hábitos devido à sua recente atenção voltada para elas.	DCP-LETT-4881A
03	12/08/1865 31/08/1865 10/10/1865	Fritz Müller	Fritz Müller explora a diversidade de plantas trepadeiras e suas adaptações para escalar. Ele destaca as gavinhas como estruturas importantes, descrevendo como elas se modificam e se transformam em ramos conforme a planta encontra um suporte. Müller também observa o comportamento das plantas ao se enrolarem em suportes e como elas se adaptam a diferentes ambientes e tipos de apoio.	DCP-LETT-4881F
04	31/08/1865	Fritz Müller	Fritz Müller agradece o trabalho sobre plantas trepadeiras e compartilha novas observações sobre o assunto. Ele menciona a descoberta de novos gêneros dessas plantas em Desterro e expressa interesse em explorar mais a diversidade delas na região.	DCP-LETT-4885A
05	20/09/1865	Charles Darwin	Darwin agradece a carta de Müller sobre plantas trepadeiras, menciona o caso de <i>Haplophium</i> e discute sobre a possibilidade de plantas do mesmo gênero se enrolarem em direções opostas e de plantas trepadeiras subirem troncos grossos. Ele envia cópias de seus trabalhos sobre orquídeas e dimorfismo, expressa interesse na permanência de Müller em Desterro e pede sua opinião sobre o local.	DCP-LETT-4895
06	10/10/1865	Fritz Müller	Fritz Müller agradece a Charles Darwin por seu interesse em seu livro e pela fotografia enviada. Ele aceita o trabalho de Darwin sobre orquídeas e compartilha um artigo sobre plantas trepadeiras, sugerindo sua publicação em uma revista inglesa. Müller menciona dificuldades na aplicação de teorias evolutivas a esponjas e relata observações sobre o movimento de plantas.	DCP-LETT-4912A
07	17/10/1865	Charles Darwin	Darwin valoriza as contribuições de Müller sobre plantas trepadeiras, buscando corrigir e complementar sua própria pesquisa. Ele expressa interesse em publicar o artigo de Müller na Sociedade Liné. Darwin compartilha descobertas sobre a polinização de orquídeas, ressaltando a importância das protuberâncias nos labelos dessas plantas na atração de insetos.	DCP-LETT-4916
08	05/11/1865	Fritz Müller	Fritz Müller agradece a Charles Darwin por materiais recebidos sobre orquídeas e outros ensaios, expressando interesse nas adaptações descritas. Ele discute a complexidade das relações de sexo em plantas e sua própria pesquisa sobre plantas	DCP-LETT-4929A

			trepadeiras e a vegetação local. Müller reflete sobre como a teoria da evolução transformou sua visão da natureza e planeja permanecer em Desterro por alguns anos, compartilhando também sobre a pesquisa de Louis Agassiz no Rio Amazonas.	
09	09/12/1865	Charles Darwin	Darwin agradece a carta interessante de Müller sobre as observações botânicas e menciona ter encaminhado o manuscrito de Müller para Max Schultz. Ele comenta sobre o livro de orquídeas enviado a Müller e discute brevemente observações curiosas de sua filha sobre o movimento do caule do <i>Linum</i> em direção ao sol. Darwin também menciona não ter notícias zoológicas significativas para compartilhar e faz menção ao trabalho de Ernst Haeckel sobre Medusas se reproduzindo.	DCP-LEIT-4949
10	11/01/1866	Charles Darwin	Charles Darwin agradece a Fritz Müller por sua correspondência interessante e envia uma cópia de seu livro "Journal of researches". Ele oferece uma cópia da 2ª edição alemã do "Origin of Species", considerando-a útil para Müller. Darwin elogia o trabalho de Müller sobre esponjas e suas descobertas na embriologia, enquanto critica as opiniões de Louis Agassiz como sem valor devido à sua visão paradoxal. Ele também sugere que Müller publique um artigo sobre o aumento de sua ilha em uma revista geológica.	DCP-LEIT-4972
11	13/02/1866	Fritz Müller	Fritz Müller agradece a Charles Darwin pelas correspondências e pelo envio do "Journal of Researches". Ele compartilha observações sobre a luminosidade em animais marinhos e insetos, destacando exceções nas cores da luz emitida por alguns besouros luminosos. Müller também relata a descoberta de uma larva de besouro luminosa na selva próxima ao rio Itajahy, descrevendo suas características luminosas. Ele comenta sobre sua pesquisa em plantas trepadeiras, mencionando diferentes estratégias de escalada em árvores e a presença de raízes aéreas em certas espécies. Além disso, Müller fala sobre suas oportunidades de estudar orquídeas e como isso reforça as observações descritas no livro de Darwin sobre o tema.	DCP-LEIT-5004A
12	06/03/1866	Fritz Müller	Fritz Müller agradece a Charles Darwin por seu interesse e pelo envio do "Journal of Researches". Ele comenta sobre as condições climáticas secas dos últimos dois verões e as mudanças observadas na flora e fauna local devido a essa seca. Müller relata a diminuição de certas espécies, como uma planta chamada <i>Aeschynomene</i> , que foi substituída por outra chamada <i>Daubentonia</i> , e menciona a escassez de uma espécie de <i>Orchis</i> chamada <i>Orchis darwinii</i> devido à seca. Ele também destaca a competição entre espécies e as mudanças na população de animais e plantas ao longo do tempo, observadas em locais específicos próximos à sua residência.	DCP-LEIT-5027A
13	09/04/1866 15/04/1866	Charles Darwin	Charles Darwin expressa sua gratidão pelo interessante e detalhado relato de Fritz Müller sobre a planta Rubiaceae e suas observações sobre a fertilização de <i>Scævola</i> . Ele elogia Müller por sua investigação detalhada e sugere experimentos adicionais para estudar a polinização de <i>Scævola</i> . Darwin compartilha suas próprias observações sobre a fertilização de <i>Leschenautia</i> e oferece sugestões para estudos futuros. Ele também comenta sobre o trabalho de Müller sobre o comportamento de escalada das plantas e menciona a nova edição em inglês de sua obra "Origem das Espécies".	DCP-LEIT-5050
14	23/05/1866	Charles Darwin	Charles Darwin agradece a Fritz Müller por suas informações sobre orquídeas e outras observações botânicas interessantes. Ele expressa surpresa e interesse pelos padrões observados por Müller na natureza. Darwin também comenta sobre a classificação de espécies por Gray, pede a Müller para observar formas diferentes de plantas e menciona estar finalizando a correção de sua obra "A Origem das Espécies". A carta termina com Darwin agradecendo a Müller e oferecendo devolver uma nota mencionada por ele.	DCP-LEIT-5097
15	02/08/1866	Fritz Müller	Fritz Müller escreve para Charles Darwin sobre suas observações em orquídeas e outros assuntos botânicos. Ele discute a variabilidade no comprimento dos estiletos em uma espécie de <i>Oxalis</i> e a estrutura das flores em orquídeas. Müller também relata casos de esterilidade em plantas relacionadas à autopolinização e a atratividade das sementes para dispersão. Ele menciona o interesse de seu irmão, Hermann Müller, na coleta de dados sobre mudanças de espécies em musgos. A carta termina com Müller desejando boa saúde a Darwin.	DCP-LEIT-5173

16	23/08/1866	Charles Darwin	Fritz Müller considera os fatos mencionados por Darwin sobre orquídeas interessantes e curiosos, especialmente a baixa produção de sementes em orquídeas de flores grandes. Müller expressa interesse em uma espécie de <i>Epidendræe</i> com polínias projetadas para remoção por insetos e autofertilização. Ele aprecia os desenhos e as flores secas enviadas por Darwin, destacando a novidade do caso <i>Bourlingtonia</i> . Müller menciona ter recebido a prova do artigo de Darwin sobre plantas trepadeiras e promete distribuir cópias para periódicos botânicos. Müller conclui mencionando o parfleto recente do Prof. Claus sobre Copepoda.	DCP-LEIT-5196
17	25/09/1866	Charles Darwin	Charles Darwin agradece a carta recente de Fritz Müller, destacando a coincidência de estarem observando os mesmos temas interessantes. Ele comenta sobre casos de orquídeas, fertilização por insetos e observações de Müller sobre plantas estéréis, planejando incluir esses casos em seu próximo livro. Darwin também menciona a coloração das sementes e sua atratividade para pássaros, bem como uma teoria de Agassiz sobre glaciação na Amazônia. Ele encerra a carta expressando desejo de ter conhecido sobre certas descobertas antes e demonstra consideração por Müller.	DCP-LEIT-5216
18	01/10/1866 03/10/1866	Fritz Müller	Fritz Müller relata a Charles Darwin suas observações sobre diferentes formas de <i>Oxalis</i> em sua região. Ele encontrou uma espécie dimórfica, com diferenças marcantes nas estruturas reprodutivas entre as duas formas. Uma forma possui anteras estéreis em cerca de 99% das plantas, enquanto a outra sempre tem anteras férteis. Müller também menciona outras espécies de <i>Oxalis</i> , uma monomórfica e outra que pode ser dimórfica ou trimórfica. Ele discute a esterilidade de algumas plantas e observações sobre sementes coloridas ligadas às cápsulas após a abertura. A carta termina com Müller contando a impressionante quantidade de sementes em uma cápsula de orquídea e uma pergunta sobre as raízes aéreas de certas espécies de <i>Catasetum</i> .	DCP-LEIT-5226
19	02/11/1866	Fritz Müller	Fritz Müller explora a esterilidade em plantas como a <i>Eschscholtzia</i> ao serem polinizadas com seu próprio pólen, destacando sua observação em uma planta grande que produz muitas flores sem formar sementes. Ele conduz experimentos cruzando flores de diferentes plantas, notando variações nos estigmas. Müller também revela novas descobertas de plantas dimórficas em sua região, como <i>Cordia</i> , <i>Oxalis</i> e <i>Hedyotis vilarsia</i> , ressaltando a importância dessas descobertas para entender a diversidade e evolução das plantas. Ele conclui a carta expressando gratidão a Darwin e compartilhando uma curiosidade sobre um besouro subterrâneo sem tarsos em suas patas.	DCP-LEIT-5264
20	01/12/1866	Fritz Müller	Fritz Müller discute observações e experimentos sobre reprodução e morfologia das plantas. Ele aborda a maturidade dos óvulos em orquídeas, longevidade e comportamento do pólen em espécies auto fecundantes e cruzadas. Müller compartilha descobertas sobre infertilidade com pólen próprio, sugerindo possíveis dimorfismos, e menciona novas plantas dimórficas como <i>Lipostoma</i> e <i>Statice</i> . Ele também discute variações no cálice de <i>Hillia</i> . A carta oferece detalhes detalhados sobre a biologia reprodutiva das plantas.	DCP-LEIT-5292A
21	10/12/1866	Charles Darwin	Charles Darwin expressa sua gratidão pelos bulbilhos de <i>Oxalis</i> e pela carta interessante de Müller. Darwin comenta sobre os experimentos de cruzamento que pretende realizar com <i>Oxalis</i> para entender a irregularidade no aborto dos estames. Ele também menciona a pesquisa recente do Dr. Hildebrand sobre a trimorfia em orquídeas. Além disso, Darwin discute a curiosidade das sementes de <i>Mimoseæ</i> e a dificuldade que elas podem enfrentar na digestão das aves, destacando a importância desses estudos para compreender a relação entre as plantas e os animais.	DCP-LEIT-5261
22	01/01/1867	Charles Darwin	Charles Darwin agradece a Fritz Müller pelas observações sobre plantas dimórficas no Brasil e discute a distribuição global do dimorfismo. Ele menciona planos de escrever sobre o tema e comenta experimentos em <i>Oxalis</i> . Darwin envia um livro e identifica sementes enviadas por Müller como pertencentes à <i>Adenantha pavonina</i> . Ele agradece a gentileza de Müller e menciona o envio de cópias de um artigo.	DCP-LEIT-5331

23	01/01/1867	Fritz Müller	Fritz Müller relata a Charles Darwin suas observações sobre a esterilidade e a ação venenosa do pólen em <i>Oncidium flexuosum</i> e outras plantas. Ele descreve experimentos que mostram que o pólen da mesma planta pode matar o estigma e o pólen de outra planta, enquanto o pólen de diferentes espécies não tem esse efeito. Müller discute casos semelhantes em <i>Notylia</i> e <i>Catasetum</i> , destacando a utilidade evolutiva desse mecanismo para evitar a autopolinização. Ele menciona também um dispositivo em cápsulas de sementes de <i>Gesneria</i> que impede a queda das sementes sem vento. Müller finaliza informando sobre uma próxima excursão botânica.	DCP-LETT-5344A
24	02/02/1867	Fritz Müller	Fritz Müller agradece a Charles Darwin por sua carta e compartilha suas observações sobre a <i>Maxillaria tetragona</i> , destacando que apenas cerca de 20% das flores produzem cápsulas de sementes. Ele descreve experimentos com várias espécies de orquídeas, observando a ação venenosa do pólen próprio em <i>Oncidium flexuosum</i> e outras espécies. Müller também relata a descoberta de uma nova orquídea, <i>Ornithocepalus</i> , e menciona uma recente excursão ao rio Cubatão, onde coletou diversas orquídeas, incluindo uma planta provavelmente pertencente a <i>Catasetidae</i> . Ele comenta a abundância de <i>Maxillariae</i> em Theresópolis e a ausência de algumas espécies litorâneas.	DCP-LETT-5389A
25	07/02/1867	Charles Darwin	Charles Darwin agradece a Fritz Müller pela carta de 1º de dezembro e pelas informações valiosas, especialmente sobre a autoesterilidade de <i>Oncidium flexuosum</i> . Darwin menciona que estava ocupado revisando seu manuscrito sobre animais domésticos. Ele está grato pelas sementes enviadas por Müller e expressa interesse em saber se <i>Oncidium flexuosum</i> é nativo da região de Müller.	DCP-LETT-5393
26	22/02/1867	Fritz Müller	Charles Darwin agradece a Fritz Müller pela carta de 01 de janeiro, destacando a importância das observações sobre a toxicidade do pólen próprio em orquídeas e outras descobertas. Ele pede que Müller confirme se <i>Oncidium flexuosum</i> é nativo da região de Müller. Darwin solicita ajuda em dois novos assuntos: informações sobre seleção sexual em animais de organização simples e observações sobre expressões faciais em habitantes da América do Sul. Darwin menciona que planeja escrever um ensaio sobre a origem da humanidade e a causa das expressões faciais. Ele pede que Müller observe esses tópicos ao longo de alguns meses, se possível, mas sem se esforçar muito.	DCP-LETT-5410
27	04/03/1867	Charles Darwin	Fritz Müller agradece a Charles Darwin pelo envio do "Gênera Plantarum" de Bentham e Hooker, que já lhe foi muito útil. Ele responde às perguntas de Darwin, confirmando que <i>Adenanthera pavonina</i> é uma espécie introduzida e que <i>Oncidium flexuosum</i> é endêmica de sua região. Müller descreve várias observações sobre a fertilização de orquídeas, incluindo a toxicidade do pólen próprio em várias espécies e a diferença na fertilidade entre pólen próprio e de plantas distintas. Ele também menciona experimentos falhados com <i>Scaevola</i> e problemas no transplante de plantas da praia.	DCP-LETT-5429
28	25/03/1867	Charles Darwin	Charles Darwin agradece a Fritz Müller por informações sobre orquídeas e menciona seu interesse em um livro de Hildebrand sobre fertilização de plantas. Ele agradece pelas sementes enviadas e comenta sobre o crescimento de várias plantas. Darwin menciona que está ocupado corrigindo seu novo livro e expressa dúvidas sobre sua recepção. Ele elogia o livro de Häckel, embora tenha encontrado dificuldades com o alemão e não tenha visto muitas novidades. Darwin termina perguntando sobre a razão das flores de <i>Echites</i> capturarem insetos.	DCP-LETT-5458
29	01/04/1866	Fritz Müller	Fritz Müller agradece a Charles Darwin por suas cartas e responde sobre diferenças sexuais em crustáceos, aranhas e anelídeos. Ele descreve observações e experimentos com orquídeas, incluindo a autoincompatibilidade e o cruzamento entre diferentes espécies. Müller destaca um cruzamento inesperado entre <i>Zygopetalum maxillare</i> e <i>Miltonia cereola</i> e relata dificuldades em fertilizações cruzadas. Ele também agradece a Darwin pelas cópias de seu artigo sobre plantas trepadeiras. *Esta carta possui um anexo (Claus, em "Die freilebenden Copepoden" (1863), descreve a mudança de cor em machos de <i>Saphirina</i> devido à refração da luz em placas poligonais sob a cutícula. Observações anteriores foram feitas por Anderson e	DCP-LETT-5480

			Meyen. Gegenbaur detalha o fenômeno, mas Claus discorda, afirmando que as placas não são células e que as cores persistem após a morte, atribuídas a interferências na estrutura granulada das placas e a processos metabólicos.).	
30	22/04/1867	Charles Darwin	Charles Darwin escreve a Fritz Müller em 22 de abril de 1867, lamentando que os artigos sobre plantas trepadeiras de Müller não chegaram. Ele expressa interesse em saber que o <i>Oncidium flexuosum</i> é endêmico e menciona que incluirá casos de autoesterilidade em orquídeas em seu próximo livro. Darwin fala sobre os resultados impressionantes de seus experimentos comparando o crescimento de plantas a partir de sementes autofertilizadas e cruzadas. Ele sugere que Müller publique um livro com suas observações variadas sobre história natural, mencionando a popularidade de tais obras na Inglaterra. Darwin também promete passar a oferta de Müller sobre plantas brasileiras ao Dr. Hooker e enviar um panfleto recente do Dr. Hooker para Müller.	DCP-LEIT-5509
31	26/05/1867	Charles Darwin	Charles Darwin agradece a Fritz Müller pelas informações sobre diferenças sexuais em caranguejos. Ele valoriza as observações de Müller sobre orquídeas autoestéreis e menciona que incluirá essas informações em seu livro, embora não possa alterar partes já escritas. Darwin relata que apenas três plantas de <i>Plumbago</i> de Müller estão vivas, mas crescendo bem, e que centenas de <i>Gesnerias</i> germinaram. Ele comenta sobre a dificuldade de germinar sementes de orquídeas cruzadas e menciona que um horticultor na Europa conhece o segredo, mas o mantém confidencial. Darwin está ocupado com a impressão de seu livro, que está progredindo lentamente.	DCP-LEIT-5551
32	02/06/1867	Fritz Müller	Fritz Müller agradece a Charles Darwin por suas cartas e pelos artigos sobre plantas trepadeiras. Ele corrige informações anteriores, afirmando que a planta rubiácea enviada como <i>Diodia</i> é na verdade uma <i>Borreria</i> , e descreve outra planta rubiácea dimórfica. Müller menciona observações sobre orquídeas e destaca a dificuldade de germinar sementes híbridas. Ele relata casos de mimetismo em plantas e dificuldades em determinar se a semelhança se deve à adaptação ou ao mimetismo. Müller expressa interesse em domesticar animais selvagens no Itajaí e menciona que tentou publicar um livro de observações zoológicas, mas encontrou dificuldades. Ele conclui perguntando se gêneros trepadores são geralmente mais amplamente distribuídos que outros gêneros.	DCP-LEIT-5559
33	17/07/1867	Fritz Müller	Fritz Müller agradece a Charles Darwin pelos livros enviados e relata novas observações sobre plantas dimórficas, incluindo três novas espécies de Rubiáceas e uma <i>Oxalis trimorpha</i> . Ele menciona cruzamentos de orquídeas, destacando os resultados variados em termos de sementes boas e ruins. Müller também descreve um anfípode com diferenças sexuais marcantes e um peixe em Santa Catarina que emite sons melódicos para atrair parceiros. Ele comenta sobre a variabilidade das anteras laterais em um <i>Epidendron</i> , sugerindo uma característica recentemente readquirida.	DCP-LEIT-5583A
34	31/07/1867	Charles Darwin	Charles Darwin agradece a Fritz Müller por suas observações sobre o pólen venenoso das plantas, que ele incluiu em seu capítulo sobre esterilidade. Ele valoriza as sementes enviadas e menciona a curiosidade sobre uma <i>Orchis</i> terrestre. Darwin discute a dificuldade de distinguir plantas miméticas das adaptadas a condições específicas e questiona se os quadrúpedes reconhecem plantas mais pelo odor do que pela aparência. Ele menciona uma planária terrestre colorida como lesmas, encontrada por Sir J. Lubbock, e pede a opinião de Müller sobre o mimetismo e a seleção sexual. Darwin também solicita ajuda com perguntas.	DCP-LEIT-5591
35	15/08/1867	Charles Darwin	Charles Darwin agradece a Fritz Müller pelas sementes de <i>Adenantha</i> e menciona que D. Hanbury elogiou as informações e espécimes fornecidos por Müller. Darwin pede informações sobre se os macacos americanos. Ele elogia uma carta recebida do irmão de Müller sobre a fertilização de orquídeas. Darwin relata que várias sementes enviadas por Müller estão crescendo bem, mas outras falharam. Ele menciona que o Dr. Hooker quer as plantas experimentadas para Kew e pede desculpas por ser tão incômodo.	DCP-LEIT-5605

36	08/10/1867	Fritz Müller	Fritz Müller descreve como uma trepadeira da família das Amaranáceas, <i>Chamissoa</i> , tem sementes pretas quase totalmente envolvidas por um arilo branco que atraem a atenção dos pássaros. Essas sementes permanecem presas na base da cápsula, cuja metade superior cai. Ele compara essa característica com outras espécies de Amaranáceas e menciona que sementes vistosas também podem ser encontradas em monocotiledôneas, citando exemplos como <i>Hedychium</i> e uma Marantácea.	DCP-LEIT-5620A
37	02/11/1867	Charles Darwin	Charles Darwin agradece a Fritz Müller por suas informações sobre plantas dimórficas, orquídeas e crustáceos. Ele informa que seu livro será publicado em breve e enviado a Müller. Darwin menciona o crescimento de várias plantas enviadas por Müller e a possibilidade de algumas serem dimórficas. Ele relata que papagaios disseminam sementes de <i>Adenantha</i> . Darwin também menciona a nova parte da Botânica de Hooker & Bentham e espera que Müller a tenha recebido.	DCP-LEIT-5666
38	30/01/1868	Charles Darwin	Charles Darwin envia seu novo livro a Fritz Müller e pede sua opinião sobre "Pangeneses". Agradece pelas respostas sobre expressão facial e pergunta se os macacos fecham os olhos ao gritar. Menciona que algumas sementes enviadas por Müller germinaram e discute observações sobre várias plantas, incluindo <i>Plumbago zeylanica</i> e <i>Gesneria pendulina</i> . Envia sementes de <i>Escholzia</i> cruzadas para Müller testar a auto fertilidade das plantas. Informa que as observações de Müller sobre orquídeas auto incompatíveis estão no segundo volume do livro.	DCP-LEIT-5816
39	11/02/1868	Charles Darwin	Charles Darwin pede a Fritz Müller informações sobre desigualdade no número de sexos em animais inferiores, especialmente onde as fêmeas são mais numerosas, e sobre comportamentos de luta entre machos e habilidades sonoras de insetos machos para sua pesquisa sobre Seleção Sexual. Ele menciona que seu novo livro vendeu bem e agradece a contínua ajuda de Müller, referindo-se a crustáceos com sexos desiguais e ao <i>Gelasimus</i> com machos mais abundantes mencionados anteriormente por Müller.	DCP-LEIT-5860
40	16/03/1868	Charles Darwin	Charles Darwin informa Fritz Müller que está organizando a tradução de "Für Darwin" para o inglês, com o apoio de seu irmão. Darwin espera que Müller envie correções ou adições para justificar a tradução tardia. Qualquer lucro, após as despesas, será repassado a Müller. Darwin sugere imprimir 750 a 1000 cópias e pede a opinião de Müller sobre o título em inglês.	DCP-LEIT-6014
41	03/04/1868	Charles Darwin	Charles Darwin agradece a Fritz Müller pelas sementes e envia sementes de <i>Eschscholzia californica</i> . Ele elogia o diagrama do <i>Alisma</i> e pergunta sobre sua irritabilidade. Darwin está interessado em saber se <i>Pontederia</i> é trimórfica e menciona que ainda não pôde realizar experimentos com as plantas das sementes de Müller. Ele espera que Müller tenha recebido seu novo livro e quer saber sua opinião sobre a hipótese de Pangeneses e sobre a tradução do livro de Müller.	DCP-LEIT-6085
42	03/04/1868	Fritz Müller	Fritz Müller agradece a Charles Darwin por enviar sua obra "A Variação de Animais e Plantas sob Domesticação" e menciona ter lido apenas algumas páginas até o momento. Ele relata observações sobre o efeito do clima no milho, feitas por seu irmão, e anexa desenhos de sementes notáveis que não caem, explicando suas características. Müller menciona que o filhote de anta também é listrado, similar aos ancestrais do gênero <i>Equus</i> . Ele expressa mais uma vez sua gratidão pelo presente valioso.	DCP-LEIT-6089A
43	22/04/1868	Fritz Müller	Fritz Müller agradece a Charles Darwin pelo livro "A Variação de Animais e Plantas sob Domesticação" e expressa sua satisfação com a leitura. Ele comenta sobre a hipótese da "Pangeneses", mencionando que ainda precisa refletir mais sobre o assunto. Müller agradece a publicação de suas observações sobre orquídeas autoincompatíveis e corrige um erro sobre <i>Oncidium</i> e <i>Leptotes</i> . Ele relata suas observações sobre desigualdade no número de sexos em várias espécies marinhas e discute a possibilidade de reprodução assexuada em algumas espécies de crustáceos. Müller menciona um "disputa musical" entre machos de cigarras e expressa vergonha por não ter estudado mais o assunto, considerando a abundância de "insetos musicais" em sua região. Ele também discute a tradução de seu livro "Für Darwin" para o inglês e envia acréscimos sobre o desenvolvimento de crustáceos.	DCP-LEIT-6140

44	03/06/1868	Charles Darwin	Charles Darwin agradece a Fritz Müller pela aprovação da tradução de seu livro e informa que os estereótipos estão prontos, mas a publicação pode demorar alguns meses. Ele expressa satisfação com a opinião positiva de Müller sobre seu livro e ainda espera que ele aceite a hipótese da Pangenesis. Darwin agradece pelos fatos curiosos sobre a desigualdade dos sexos nos crustáceos e pela confirmação da rivalidade das cigarras. Ele pergunta sobre os órgãos auditivos nos ortópteros e solicita observações sobre os sons produzidos por besouros lamellicórnios. Darwin também pede informações sobre a coloração dos bicos dos tucanos durante a época de reprodução. Ele lamenta que as sementes de <i>Eschscholzia</i> enviadas por Müller não tenham germinado e agradece pelas informações valiosas compartilhadas. Darwin menciona um artigo de Müller sobre <i>Balanus armatus</i> e uma observação curiosa sobre o comportamento de acasalamento de <i>Balanus</i> .	DCP-LEIT-6224
45	17/06/1868	Fritz Müller	Fritz Müller agradece a Charles Darwin por considerar seu livro "Für Darwin" digno de tradução para o inglês e sugere títulos alternativos. Ele recusa a oferta de receber os lucros da tradução e pede duas ou três cópias do livro. Müller descreve plantas com sementes notáveis e discute suas observações sobre a abertura das anteras e o comportamento do pólen em várias espécies. Ele menciona a lenta evolução das flores de <i>Catasetum</i> e a curiosidade de <i>Wulffia</i> desenvolver bagas em vez de dispersão pelo vento. Müller expressa sincera gratidão pelo esforço de Darwin na tradução e pela gentileza constante. * Esta carta possui um anexo: Fritz Müller argumenta que a metamorfose completa dos insetos, com estágios de larva e pupa, foi adquirida posteriormente e não herdada do ancestral primitivo. Ele baseia isso em cinco pontos: a estrutura bucal e a segmentação do abdômen dos Orthoptera, a localização dos orifícios sexuais e do ânus em segmentos diferentes, sua ocorrência paleontológica precoce e a falta de uniformidade de hábitos nos Orthoptera modernos. Müller conclui que a metamorfose incompleta dos Orthoptera é a forma primitiva e que a metamorfose completa foi uma aquisição evolutiva posterior.	DCP-LEIT-6248A
46	17/08/1868	Charles Darwin	Charles Darwin agradece a Fritz Müller pela carta e pelo envio da discussão adicional sobre a forma primordial dos insetos. Ele encaminhou o material para o Sr. Dallas e menciona que Murray provavelmente se oporia ao uso da palavra "Carcinologia". Darwin agradece pelas flores dimórficas secas e pelas informações sobre plantas e sementes coloridas. Ele expressa surpresa sobre como o papus de <i>Wulffia</i> pode ter se transformado em uma baga atrativa. Darwin menciona que sua saúde está ruim há dois meses, forçando-o a parar seu trabalho sobre seleção sexual, e escreve a carta enquanto está à beira-mar, planejando retornar para casa em breve. Ele pede que Müller compartilhe qualquer opinião sobre a Pangenesis.	DCP-LEIT-6320
47	09/09/1868	Fritz Müller	Fritz Müller agradece a Charles Darwin por sua carta de 3 de junho e pelos artigos enviados. Ele relata suas experiências de enxerto de batata e menciona ter plantado espécies dimórficas e trimórficas para replicar os experimentos de Darwin. Müller observa a autoincompatibilidade em uma Bignoniácea e descreve experimentos relacionados. Ele discute órgãos auditivos em Orthoptera e diferenças sexuais em besouros lamellicórnios. Menciona uma observação de plantas de <i>Eschscholtzia</i> e uma monstruosidade em uma <i>Brassica</i> . Müller também descreve listras em peles de jovens antas, cervos e leitões, sugerindo que ancestrais de grandes herbívoros poderiam ter sido listrados. Relata a mansidão de papagaios e urus, observando que alguns pássaros ainda não têm medo de armas de fogo. Ele menciona um curioso apêndice em uma <i>Maxillaria</i> .	DCP-LEIT-6359
48	31/10/1868	Fritz Müller	Fritz Müller agradece a Darwin pela carta e pelos artigos enviados. Ele relata a observação de uma planta <i>Aegiphila</i> dimórfica, que é estéril com pólen da mesma forma. Müller continua a encontrar espécies dimórficas na família Rubiaceae e descreve detalhes sobre <i>Faramea</i> , uma planta muito interessante nesse aspecto. Ele menciona a descoberta de uma <i>Oxalis</i> dimórfica e comenta sobre as espécies trimórficas de <i>Oxalis</i> em seu jardim, que são estéreis com seu próprio pólen, mas se propagam rapidamente de forma assexuada. Müller sugere que uma dessas <i>Oxalis</i> estéreis pode ser uma planta híbrida com crescimento luxuriante. Ele também relata uma excursão para observar <i>Pontederia</i> , que ainda não estava florescendo, e menciona que as <i>Eschscholtzia</i> começaram a florescer, permitindo novos experimentos.	DCP-LEIT-6439

49	28/11/1868	Charles Darwin	Charles Darwin agradece a Fritz Müller por sua carta de 9 de setembro, mencionando que a carta estava cheia de fatos interessantes. Ele lamenta o atraso na publicação do livro de Müller devido à sobrecarga de trabalho do tradutor, Mr. Dallies. Darwin está feliz que Müller pretenda repetir seus experimentos sobre a prole híbrida, mas alerta para as dificuldades que podem surgir. Ele menciona o artigo de Müller sobre <i>Bignonia</i> e destaca a importância de provar que plantas distantes são mais eficazes na fertilização do que plantas próximas. Darwin relata discussões com Asa Gray e Dr. Hooker sobre o trabalho de Müller. Ele menciona seus próprios experimentos com batatas e observações sobre a estridulação dos besouros lamellicornes. Darwin continua trabalhando na seleção sexual, embora lentamente devido à sua saúde. Ele também comenta sobre a variabilidade das listras e manchas em animais jovens, como antas e cervos.	DCP-LEIT-6483
50	12/01/1869	Fritz Müller	Fritz Müller informa Darwin sobre seus experimentos com sementes de <i>Eschscholzia</i> , destacando que suas plantas nativas resistiram melhor ao clima extremo. Ele descreve um capim (<i>Strepitochæta nees</i>) com um mecanismo único de dispersão de sementes e menciona um pássaro brasileiro que coloca seus ovos em ninhos de outras aves. Müller relata um experimento com milho, observando a segregação de cores dos grãos e sugerindo uma explicação baseada na hipótese da pangênese de Darwin. Ele expressa interesse em realizar mais experimentos para testar essa hipótese. Müller agradece a Darwin pelo envio das sementes e compartilha seus planos para futuros experimentos.	DCP-LEIT-6549
51	14/03/1869	Charles Darwin	Darwin informa Müller que a tradução do livro foi finalmente publicada, apesar dos atrasos. Ele enviou três cópias para Müller e mais cópias para outros cientistas. Darwin espera que Müller fique satisfeito com a tradução. Ele agradece a Müller pelas sementes de <i>Eschscholzia</i> e comenta sobre a diferença na autoesterilidade da planta entre o Brasil e a Inglaterra. Darwin menciona seu progresso lento em seu próximo livro sobre seleção sexual devido a problemas de saúde. Ele expressa admiração pelo trabalho de Müller e o encoraja a publicar suas descobertas, incluindo um estudo sobre um capim notável. Darwin menciona o lucro esperado com a venda do livro e a importância das observações de Müller.	DCP-LEIT-6662
52	14/03/1869	Fritz Müller	Fritz Müller agradece a Darwin por sua carta e menciona que está realizando experimentos com uma espécie de <i>Aburition</i> que é autoestéril. Ele relata ter encontrado uma planta de <i>Begonia</i> com flores masculinas que tendem a se tornar hermafroditas, exibindo várias modificações. Müller descreve essas modificações detalhadamente e informa que encontrou outra planta com características semelhantes. Ele também menciona uma <i>Salvia</i> em seu jardim, cujas flores são visitadas por mamangavas, observando que essas abelhas se comportam de maneira diferente ao acessar o néctar.	DCP-LEIT-6662E
53	18/03/1869	Charles Darwin	Darwin expressa sua admiração pelo ensaio de Müller após ler a tradução inglesa, agradecendo pela menção honrosa de seu nome. Ele considerava a publicação do ensaio uma das maiores honras que já recebeu e elogia as observações de Müller sobre desenvolvimento e classificação. Darwin destaca as metamorfoses dos insetos como altamente provável e menciona a discussão sobre o desenvolvimento retrógrado dos <i>Rhizocephala</i> como um excelente exemplo de suas próprias ideias.	DCP-LEIT-6668
54	15/06/1869	Fritz Müller	Fritz Müller agradece a Darwin pela publicação da tradução de seu livro, elogiando a qualidade do trabalho. Ele lamenta que algumas partes do livro tenham causado desconforto religioso e reconhece que poderia ter modificado essas partes antes da publicação em inglês. Müller confirma a mesma espécie em diferentes formas de uma planta chamada <i>Faramaea</i> , destacando que suas flores estão produzindo frutos após fertilização artificial. Ele também agradece por sementes de <i>Eschscholzia</i> e compartilha curiosidades sobre a fertilidade em plantas. Além disso, Müller menciona uma planta rara de grama e discute experimentos com <i>Oxalis</i> , além de incluir sementes de <i>Begonia</i> com flores peculiares.	DCP-LEIT-6783
55	18/07/1869	Charles Darwin	Darwin escreve para Müller em julho de 1869, informando sobre a venda de 400 cópias do livro de Müller e expressando confiança de que mais cópias serão vendidas, o que reembolsará seus custos. Ele compartilha também algumas resenhas do livro e comenta sobre a profundidade do conteúdo. Darwin menciona experimentos com plantas estérteis e envia sementes de <i>Eschscholzia</i> . Ele também relata ter enviado um relato curioso sobre <i>Begonia</i> à Sociedade Linneana e uma nota	DCP-LEIT-6835

			sobre árvores de laranja enxertadas ao “The Gardeners’ Chronicle”. A carta termina com um post scriptum mencionando um comentário positivo de Hooker sobre Fur Darwin e destacando a contribuição do livro de Müller para os leitores.	
56	08/09/1869	Charles Darwin	Darwin escreve a Müller pedindo para observar a <i>Papilio feronia</i> em Santa Catarina para saber se ambos os sexos fazem o ruído de estalido. Ele também menciona a confirmação do caso dimórfico de <i>Faramea</i> por Müller e relata sobre o comportamento das plantas de <i>Escholtzia</i> a partir das sementes de Müller. Além disso, Darwin menciona ter enviado o relato de Müller sobre <i>Begonia</i> para Hooker e discute outros assuntos científicos em andamento.	DCP-LETT-6881
57	18/10/1869	Fritz Müller	Fritz Müller escreve a Charles Darwin em outubro de 1869, mencionando sua preocupação com a saúde de Darwin. Ele relata novos experimentos com plantas autostéreis, como o <i>Abutilon</i> , observando diferenças em uma planta que pode ser fertilizada por pólen de espécies distintas. Müller também comenta sobre o desempenho das <i>Eschscholtzias</i> , seus experimentos com outras plantas como <i>Oxalis</i> e <i>Begonia</i> , e observa a autosterilidade em algumas espécies de <i>Passiflora</i> , sugerindo a possível influência de beija-flores na fertilização.	DCP-LETT-6943
58	01/12/1869	Charles Darwin	Charles Darwin agradece a Fritz Müller por uma carta anterior sobre o <i>Abutilon</i> e por enviar sementes. Ele menciona ter encaminhado a Müller o relato de uma pesquisa sobre a fertilização da <i>Passiflora</i> feita por um amigo, que discorda da ideia de que a planta seja fertilizada por beija-flores. Darwin envia suas próprias notas sobre as <i>Escholtzias</i> de Müller e comenta sobre artigos que recebeu do cientista alemão, elogiando suas observações sobre brânquias e coração. Ele relata a visita de Alex Agassiz, que se tornou um admirador da evolução graças ao trabalho de Müller. Darwin informa sobre a venda do livro de Müller. Por fim, ele menciona o envio da tradução do livro de Wallace para Müller.	DCP-LETT-7018
59	18/12/1869	Fritz Müller	Fritz Müller agradece a Charles Darwin por enviar uma cópia de suas “Notas sobre a fertilização de orquídeas”, que contém muitos fatos interessantes para ele. Ele relata uma recente excursão onde coletou várias plantas dimórficas e trimórficas, destacando a descoberta de uma <i>Pontederia</i> que ele suspeitava ser trimórfica, confirmada agora. Müller descreve a estrutura das flores dessa planta e menciona não ter encontrado nenhum exemplar de forma intermediária (mid-styled) entre as plantas estudadas. Ele também compartilha informações sobre experimentos com outras plantas, como <i>Begonia</i> e <i>Tabernaemontana echinata</i> , além de relatar casos curiosos de híbridos por enxertia.	DCP-LETT-7029
60	16/02/1870	Fritz Müller	Fritz Müller menciona que responderá completamente às perguntas de Mr. Farrer sobre a <i>Passiflora</i> que atrai beija-flores assim que ela florescer novamente na primavera. Ele envia uma flor seca dessa <i>Passiflora</i> , descrevendo como ela é adequada para a cabeça de um beija-flor entre as anteras e a entrada para a nectária. Müller também compartilha que possui uma <i>Passiflora</i> branca com flores dependentes que são visitadas por abelhas. Ele envia sementes dessa <i>Passiflora</i> , indicando que são de plantas selvagens, não híbridizadas.	DCP-LETT-7108
61	29/03/1870	Fritz Müller	Fritz Müller menciona que ficou impedido de responder mais cedo devido a uma excursão às florestas primárias e depois por conta da grave doença de uma de suas filhas. Fritz Müller agradece por uma revista e a tradução de um livro, discute casos de mimetismo em borboletas endêmicas, comenta sobre a auto fertilidade da <i>Eschscholtzia</i> sob diferentes condições e menciona Alexander Agassiz inclinando-se para as visões de Darwin. Ele também compartilha novos casos de variação na quantidade de pétalas ou estames em flores de algumas plantas.	DCP-LETT-7150
62	12/05/1870	Charles Darwin	Charles Darwin agradece a Fritz Müller por suas cartas informativas, especialmente sobre a <i>Eschscholtzia</i> . Ele está estudando o crescimento de plantas cruzadas e auto fertilizadas para compará-las com as plantas inglesas férteis. Darwin encaminhou informações sobre <i>Passiflora</i> a um especialista e pergunta sobre uma carta anterior relacionada a uma borboleta. Ele expressa interesse no caso trimórfico da <i>Pontederia</i> e discute a forte herança do pelorismo (O pelorismo é uma condição genética em plantas onde as flores apresentam uma forma anormal, muitas vezes simétrica ou com estruturas adicionais, como pétalas, estames ou carpelos extras.). Além disso, menciona ter recebido uma carta interessante do irmão	DCP-LETT-7184

			de Müller sobre adaptações em insetos para a fertilização de flores. Darwin compartilha estar trabalhando intensamente em seu livro sobre o homem e seleção sexual, planejando lançá-lo no final do outono.	
63	28/08/1870	Charles Darwin	Charles Darwin agradece por duas cartas anteriores, uma contendo informações sobre Bonatea e sementes para Mr. Farreir, e outra sobre mimetismo em Lepidoptera. Ele lamenta não poder publicar todas as cartas de Müller devido à falta de tempo. Darwin comenta que encantou a carta de Müller sobre mimetismo para Mr. Bates e discute a especulação de Müller sobre seleção sexual, considerando-a interessante, mas talvez muito especulativa para seu próprio livro. Ele informa sobre o andamento de seu livro, que está sendo impresso, e compartilha sobre o pagamento feito a Murray pela publicação do livro de Müller.	DCP-LEIT-7310
64	14/06/1871	Fritz Müller	Fritz Müller agradece pelo livro "A Descendência do Homem" e destaca o capítulo sobre o "Sentido Moral" como excelente e original. Ele também comenta sobre o capítulo sobre a seleção sexual de borboletas, compartilhando observações sobre comportamentos de borboletas e sua relação com as cores das flores. Müller discute mimetismo em Lepidoptera, mencionando casos de mimetismo entre diferentes espécies e como a seleção sexual poderia ter influenciado esse processo. Ele também aborda o conceito de mimetismo como resultado da seleção natural e sexual. Ao final, Müller pede desculpas por ter escrito uma carta longa e agradece a paciência de Darwin.	DCP-LEIT-7820
65	02/08/1871	Charles Darwin	Charles Darwin expressa seu interesse e gratidão pelas informações ricas e pensamentos originais fornecidos por Müller em sua última carta. Darwin comenta sobre a recepção mista de seu livro "A Descendência do Homem" e menciona o desejo de publicar a carta de Müller, mas reconhece a dificuldade de torná-la compreensível sem ilustrações coloridas. Ele discute a possibilidade de seleção sexual em borboletas, referindo-se aos casos mencionados por Müller sobre <i>Hesperiadæ</i> e mimetismo. Darwin também aborda a ideia de seleção sexual auxiliando na imitação protetora e solicita informações sobre as espécies de <i>Hedychium</i> mencionadas por Müller. Além disso, Darwin compartilha sobre uma nova espécie de <i>Abutilon</i> descoberta e seus problemas de saúde recentes.	DCP-LEIT-7892
66	16/01/1872	Fritz Müller	Fritz Müller agradece a Charles Darwin pelo envio de um trabalho de Chauncey Wright refulando as ideias de Mivart. Ele confirma que as espécies de <i>Hedychium</i> mencionadas são distintas e concorda com Darwin sobre mencionar a seleção sexual em borboletas miméticas. Müller compartilha uma observação curiosa de borboletas de espécies diferentes brincando juntas. Ele também discute suas recentes observações sobre borboletas e cupins, especialmente sobre as diferentes espécies de cupins e suas características distintas.	DCP-LEIT-8161
67	25/09/1872	Charles Darwin	Charles Darwin escreveu para Fritz Müller expressando seu desejo de ouvir Müller e saber sobre suas atividades atuais. Darwin mencionou o sucesso da venda da Tradução de Fatos para Darwin, com algumas cópias restantes em estoque, e perguntou como enviar os lucros para Müller ou se deveria comprar livros e enviá-los em vez disso. Ele também mencionou ter recebido o livro do irmão de Müller, achando-o excelente. Darwin compartilhou seus planos de publicar os resultados de experimentos sobre o vigor de plantas jovens após cruzar seus pais e mencionou um trabalho futuro sobre os poderes fisiológicos de <i>Drosera</i> e plantas relacionadas, prometendo enviar a Müller uma cópia quando publicado. Ele também mencionou ter enviado a Müller uma cópia de seu livro sobre Expressão, mas não tinha certeza se Müller o havia recebido, pois não tinha ouvido falar dele recentemente.	DCP-LEIT-9067
68	—/01/1874 (Data estimada)	Fritz Müller	Fritz Müller escreveu uma carta descrevendo seu estudo sobre cupins e abelhas sem ferrão, <i>Melipona</i> e <i>Trigona</i> . Ele detalha suas descobertas sobre os cupins, destacando diferenças nas espécies, a existência de formas sexuais diferentes e suas implicações na reprodução. Müller também compartilha suas observações recentes sobre as abelhas sem ferrão, enfatizando diferenças em relação às abelhas com ferrão, como a estrutura dos favos e o armazenamento de mel. Ele expressa seu interesse em compartilhar mais descobertas sobre suas abelhas <i>Melipona</i> e <i>Trigona</i> no futuro.	DCP-LEIT-9281

69	01/01/1874	Charles Darwin	Charles Darwin agradece pelos panfletos recebidos e destaca a relevância das provas sobre os efeitos do relacionamento em híbridos e o artigo sobre cupins. Ele elogia a referência ao seu trabalho sobre cruzamento, envia a Müller o livro " <i>The naturalist in Nicaragua</i> " de Belt e sugere a investigação da hipótese de Belt sobre formigas cortadeiras e sugere que Müller examine os estômagos das formigas cortadeiras para investigar a hipótese de Belt sobre o uso de folhas para nutrir um micélio, que serviria de alimento para as larvas. Darwin conclui expressando sua admiração pelo trabalho de Müller.	DCP-LETT-9223
70	13/02/1874	Charles Darwin	Charles Darwin agradece a Fritz Müller pela carta recebida e menciona o interesse pelos artigos de Müller sobre cupins. Ele destaca a descoberta de Müller sobre as duas formas sexuais maduras dos cupins como notável. Darwin informa que enviou a carta de Müller para publicação na revista Nature e que enviará uma cópia a Müller, além de outra cópia de seu livro sobre expressão. Darwin espera que Müller tenha recebido o livro de Belt. Ele expressa surpresa e interesse pelas observações de Müller sobre as abelhas sem ferrão do Brasil e manifesta desejo de ouvir mais sobre futuras observações. Darwin conclui mencionando que tem estado ocupado corrigindo novas edições de seus livros.	DCP-LETT-9288
71	20/04/1874	Fritz Müller	Fritz Müller agradece a Darwin pelo livro " <i>The naturalist in Nicaragua</i> " de Belt, que leu com grande interesse. Ele confirma a hipótese de Belt de que as formigas cortadeiras se alimentam de fungos cultivados nas folhas que carregam para seus ninhos, após examinar os estômagos das formigas e não encontrar traços de tecido vegetal. Müller também menciona que as árvores <i>Cecropia</i> são protegidas por formigas. Ele descreve uma mariposa que libera uma "nuvem" de lâ branca como defesa. Observa que as abelhas sem ferrão no Brasil secretam cera no lado dorsal do abdômen e que algumas abelhas solitárias também exibem esse comportamento. Além disso, discute suas observações sobre as abelhas <i>Melipona</i> e <i>Trigona</i> , incluindo a construção de colmeias, postura de ovos e comportamento das abelhas-rainhas. Müller relata um conflito entre a rainha e as operárias de uma colmeia, e menciona que diferentes espécies de abelhas exibem variações em suas disposições mentais e comportamentos. Ele e seu irmão em Lippstadt/Alemanha planejam publicar um ensaio sobre a história natural das abelhas sem ferrão, um projeto que pode levar anos para ser concluído.	DCP-LETT-9422A
72	12/09/1875	Fritz Müller	Fritz Müller agradece a Darwin pelo livro sobre plantas carnívoras, que leu com grande interesse. Ele corrige um erro anterior sobre as <i>Melipona</i> , explicando que as fêmeas jovens foram confundidas com parasitas. Müller destaca as diferenças entre fêmeas férteis e inférteis dessas abelhas, observando que as fêmeas férteis se assemelham mais a outras espécies do que às suas próprias. Ele relata a descoberta de um crustáceo de água doce na Serra do Mar, surpreendente por pertencer a uma família marinha. Comenta sobre uma espécie de <i>Gunnera</i> onde as flores terminais possuem pétalas, sugerindo uma condição primitiva. Müller menciona um artigo seu sobre os estágios jovens de <i>Calotermes</i> e lamenta ter que abandonar seus estudos de história natural devido a dificuldades com as autoridades brasileiras. Conclui expressando seu respeito e gratidão a Darwin.	DCP-LETT-10155A
73	25/12/1875	Fritz Müller	Fritz Müller relata a Charles Darwin sobre a investigação dos sambaquis em Santa Catarina, destacando a diversidade de conchas encontradas e mencionando que algumas espécies não são mais encontradas na região. Müller descreve a relação entre as árvores embaúba (<i>Cecropia</i>) e as formigas que habitam seus caules, explicando como as formigas protegem as folhas jovens contra formigas cortadeiras, atraídas por corpos em forma de pera nas bases dos pecíolos. Ele também menciona a fundação de colônias de formigas nas embaúbas e a presença de vespas parasitas que atacam as formigas dentro dos caules. Além disso, Müller informa sobre um artigo que enviou para publicação sobre o decápode <i>Aeglea</i> , que habita riachos de montanha na Serra do Mar, destacando a ausência de metamorfose nesses animais, ao contrário de seus parentes marinhos.	DCP-LETT-10324
74	09/02/1876	Charles Darwin	Charles Darwin informa a Fritz Müller que enviou sua última carta para publicação na revista "Nature", acreditando que os fatos interessantes que Müller compartilhou mereciam ser divulgados. Ele menciona a semelhança entre as pequenas estruturas observadas em <i>Cecropia</i> e aquelas na acácia <i>Vachellia cornigera</i> e expressa interesse em estudar mais sobre isso.	DCP-LETT-10384

			Darwin pede a Müller que envie sementes ou protos de <i>Cecropia</i> para ele. Darwin encoraja Müller a continuar fazendo observações em história natural, apesar de Müller ter mencionado que talvez não pudesse mais fazê-lo. Ele sugere novamente que Müller publique um diário de história natural, acreditando que isso resultaria em um livro de grande interesse.	
75	18/02/1876	Charles Darwin	Charles Darwin informa a Fritz Müller que recebeu do Kew Gardens uma amostra de <i>Cecropia peltata</i> com as pequenas excrescências bem desenvolvidas. Ele menciona que pediu ao irmão de Müller que lhe enviasse uma cópia do artigo de Müller assim que fosse publicado. Darwin também avisa que a carta de Müller foi publicada na revista <i>Nature</i> e que ele enviará uma cópia a Müller em breve. Com isso, Darwin explica que não será necessário Müller enviar sementes de <i>Cecropia</i> .	DCP-LETT-10400
76	11/12/1876	Charles Darwin	Charles Darwin expressa seu prazer em saber que Fritz Müller foi nomeado para um cargo relacionado à história natural no Rio de Janeiro. Darwin está contente que Müller poderá agora dedicar mais tempo à ciência e pergunta sobre as responsabilidades do novo cargo. Ele menciona a importância de investigar os fenômenos glaciais próximos ao Rio de Janeiro, desafiando a atribuição de Agassiz de que os depósitos superficiais foram causados por ação glacial. Darwin informa que enviou recentemente seu novo livro sobre fertilização cruzada a Müller e que enviará uma nova edição de seu livro sobre orquídeas, no qual utilizou muitas observações de Müller.	DCP-LETT-10709
77	25/03/1876	Fritz Müller	Fritz Müller agradece a Charles Darwin pelo envio da nova edição do livro sobre orquídeas, que ele leu com grande interesse. Müller menciona sua recente excursão aos "Campos dos Curitibanos" e destaca a observação de uma planta de <i>Pontederia</i> trimórfica. Ele já tinha estudado duas espécies de <i>Pontederia</i> e suspeitava que fossem trimórficas, mas foi a primeira vez que encontrou todas as três formas em uma única espécie. Ele também fala sobre graminéas com sementes higroscópicas que enviou ao filho de Darwin. Uma dessas graminéas, uma espécie de <i>Aristida</i> , solta suas hastas florais inteiras quando as sementes estão maduras, sendo carregadas pelo vento. Outra graminéa possui flores cleistogâmicas, com a inflorescência inteira envolvida pela bainha da folha superior. Müller menciona a crença popular no sul do Brasil sobre o "Minhocão", um suposto animal subterrâneo gigante. Apesar das descrições exageradas, Müller acredita que pode haver um grande animal vivendo nos pântanos da região, possivelmente um parente da <i>Lepidosiren</i> e do <i>Ceratodus</i> .	DCP-LETT-10911
78	09/05/1877	Charles Darwin	Charles Darwin agradece a Fritz Müller por sua carta sobre <i>Pontederia</i> e menciona que está publicando um livro sobre plantas heterostilicas, onde incluirá as observações de Müller. Darwin valoriza as contribuições de Müller, especialmente frente a um escritor dos EUA que questiona a heterostilia. Ele também planeja dedicar um capítulo às espécies cleistogâmicas, mencionando as novas graminéas de Müller. Darwin expressa admiração pelas constantes novas observações de Müller e sugere que a crença em um grande animal subterrâneo pode ter surgido da descoberta de esqueletos fósseis.	DCP-LETT-10954
79	14/05/1877	Charles Darwin	Charles Darwin agradece a Fritz Müller pela informação sobre <i>Pontederia</i> e pede mais uma ajuda. Ele está realizando observações sobre secreções cerosas em folhas e pergunta se há alguma espécie sensível de mimosa na área de Müller. Darwin quer saber se as folhas permanecem fechadas durante chuvas prolongadas e quentes e se outras plantas ajustam suas folhas para escorrer a água. Ele também pergunta sobre a presença de minhocas (<i>Lumbricus</i>) no sul do Brasil e se elas deixam excrementos na superfície do solo, tanto em áreas abertas quanto em florestas. Darwin termina expressando sua confiança na compreensão e bondade de Müller para responder suas perguntas.	DCP-LETT-10960
80	19/10/1877	Fritz Müller	Fritz Müller agradece a Darwin pelo livro "As diferentes formas de flores". Ele questiona a função das glândulas no cálice de certas Malpighiáceas e descreve flores heterostilas em <i>Solanum</i> . Müller comenta sobre as mudanças de cor das flores de <i>Lantana</i> para atrair borboletas e questiona observações sobre <i>Pontederia cordata</i> . Ele também menciona diferenças na inervação das asas de borboletas entre os sexos, relacionadas ao desenvolvimento de estruturas exalantes de odores nos machos.	DCP-LETT-11191

81	13/11/1877	Charles Darwin	Charles Darwin agradece a Fritz Müller por ter enviado anteriormente sementes de <i>Cassia</i> que cresciam perto da costa. Darwin solicita mais algumas sementes para realizar experimentos adicionais com os cotilédones. Ele menciona ter lido recentemente alguns artigos muito interessantes de Müller na revista <i>Kosmos</i> .	DCP-LETT-11233
82	27/11/1877	Fritz Müller	Fritz Müller relata que seus filhos capturaram uma mariposa <i>Sphinx</i> com uma probóscide de 22 centímetros e enviou o exemplar para Darwin. Ele descreve suas observações sobre borboletas visitando uma planta de <i>Lantana</i> , cujas flores mudam de cor em três dias, indo do amarelo ao roxo antes de caírem. A maioria das espécies de borboletas visitou apenas as flores amarelas, com algumas exceções. Müller também menciona uma mariposa macho que exala um forte odor almiscarado, descrevendo a localização de seu órgão odorífero. Ele destaca uma característica sexual secundária em várias espécies de borboletas <i>Callidryas</i> , onde a margem da asa anterior é serrilhada nos machos e lisa nas fêmeas, sugerindo que isso pode ser usado em batalhas entre machos.	DCP-LETT-11255F
83	12/01/1878	Charles Darwin	Charles Darwin agradece a Fritz Müller pelas informações sobre flores, lepidópteros e odores. Ele menciona que o secretário da Sociedade Entomológica aprecia os artigos de Müller na <i>Kosmos</i> e obteve permissão para ler partes de sua última carta. Darwin agradece pelas sementes de <i>Pontederia</i> e relata seu trabalho com Francis nos movimentos das plantas e heliotropismo. Ele deseja felicidades a Müller e sua família no novo ano, elogia as observações de Müller e pede que observe uma <i>Mimosa sensitiva</i> durante chuva forte em clima quente.	DCP-LETT-11319
84	20/02/1878	Fritz Müller	Fritz Müller informa que recentemente visitou a nova colônia alemã São Bento (Atual São Bento do Sul/SC), localizada nas terras altas e situada em alguns pequenos afluentes do Rio Negro. Lá, ele encontrou uma abundância de <i>Viola cleistogamica</i> branca, produzindo flores. Apesar da maioria das sementes ainda estarem verdes, ele conseguiu enviar algumas a Darwin. Durante sua estadia em São Bento, Müller se concentrou em coletar borboletas. Em Itajaí, ele encontrou três espécies de <i>Eueides</i> (<i>E. pavana</i> , <i>E. isabella</i> e <i>E. aciphera</i>), todas raras, especialmente <i>E. pavana</i> . Inicialmente, Müller pensou que essas espécies imitavam outras borboletas comuns, mas depois de descobrir que elas exalavam um odor forte e repugnante, reconsiderou sua hipótese. Müller também encontrou um <i>Papilio</i> cujas asas dos machos exalavam um odor agradável. Ele observou outras borboletas odoríferas durante sua excursão, incluindo <i>Lycorea</i> , que no abdômen exalava um odor forte e desagradável para humanos, mas provavelmente atraente para as fêmeas da espécie.	DCP-LETT-11368
85	27/03/1878	Charles Darwin	Charles Darwin agradece a Fritz Müller por sua carta interessante sobre Lepidoptera. Ele menciona que permitiu ao secretário da Sociedade Entomológica de Londres ler trechos de duas cartas de Müller, o que gerou grande interesse e uma das melhores discussões da temporada. Darwin pediu ao secretário para enviar a Müller uma cópia das atas com os extratos lidos. Darwin agradece pelas sementes da <i>Viola</i> , informando que, por coincidência, ele recentemente cultivou mudas de <i>Trifolium subterraneum</i> e <i>Arachis hypogaea</i> . Darwin menciona que as sementes de <i>Pontederia</i> não germinaram, possivelmente porque a carta foi pressionada demais no transporte.	DCP-LETT-11448
86	05/04/1878	Fritz Müller	Fritz Müller agradece a Charles Darwin por sua carta e pelas cópias das "Notas Entomológicas" de Meldola. Müller compartilha observações adicionais sobre a evolução, que podem interessar a Darwin ou Meldola. Müller descreve suas observações em uma <i>Mimosa sensitiva</i> durante a chuva e discute como diferentes partes da planta respondem ao toque. Ele também comenta sobre os órgãos odoríferos de borboletas e mariposas, descrevendo experimentos com ovos de borboletas e a dificuldade de encontrar plantas alimentícias adequadas para as lagartas. Além disso, Müller relata sobre a febre amarela e a interrupção dos serviços postais. Ele menciona ter visto uma vaca Niata extremamente mansa, um tipo de gado anão extinto do Uruguai e Argentina, o que contrasta com as observações de Darwin sobre a agressividade desses animais.	DCP-LETT-11463
87	16/05/1878	Charles Darwin	Charles Darwin agradece a Fritz Müller por sua carta interessante, que enviou para Meldola da Sociedade Entomológica. Ele se impressiona com as observações de Müller e pede que, quando a <i>Mimosa</i> estiver em flor, Müller envie flores e folhas secas	DCP-LETT-11512

			para identificação. Darwin solicita observações sobre as folhas das <i>Cassia</i> durante a chuva. Ele agradece pelas sementes de <i>Cassia neglecta</i> , mas menciona que a maioria foi destruída por um besouro, que enviou para a Sociedade Entomológica. Darwin pergunta se <i>Cassia neglecta</i> é a mesma espécie que cresce perto do mar da qual Müller enviou sementes anteriormente. Ele informa que quatro mudas de <i>Pontederia</i> germinaram.	
88	21/07/1878	Fritz Müller	Fritz Müller enviou a Charles Darwin sementes de uma bela <i>Cassia</i> que recebeu de um amigo. Ele explicou que essa espécie é muito rara em Santa Catarina e que ele conhece apenas uma única planta, localizada a cerca de 50 km de sua casa. Essa árvore foi cortada há muitos anos, mas brotos cresceram de suas raízes e floresceram pela primeira vez este ano. Müller mencionou que frequentemente encontrou a borboleta <i>Callidryas menippe</i> perto dessa <i>Cassia</i> e recentemente descobriu suas lagartas na planta. Ele achou curioso que, embora a propagação das borboletas dependa da planta alimentícia das lagartas, uma espécie estivesse limitada a uma única árvore em uma área extensa.	DCP-LETT-11623A
89	24/07/1878	Charles Darwin	Charles Darwin agradeceu a Fritz Müller pelos cinco tipos de sementes enviadas, mencionando que todas germinaram e que as mudas de <i>Cassia</i> o interessaram muito. Ele também informou Hooker ficou feliz em receber algumas das sementes para o Kew Gardens. Darwin expressou gratidão pela informação sobre as minhocas e comentou que, na Inglaterra, as minhocas não depositam seus excrementos na superfície do solo sob o recém-escavado. Darwin mencionou que suas plantas da grama cleistogâmica ainda não mostravam sinais de produzir flores e comparou a panícula estéril com <i>Leersia oryzoides</i> , especulando que a fertilização cruzada poderia torná-las férteis. Ele compartilhou que estava trabalhando para entender os diversos tipos de movimentos das plantas e tentando reduzi-los a regras simples.	DCP-LETT-11626
90	21/01/1879	Fritz Müller	Fritz Müller descreveu a curiosa fauna encontrada entre as folhas das bromélias e em rochas de cachoeiras no Brasil. Ele mencionou uma pequena rã com ovos grandes nas costas, encontrada em uma bromélia, e diversas espécies de insetos e larvas que vivem nas rochas das cachoeiras. Müller destacou uma característica interessante das pupas de tricópteros que vivem nesses habitats, onde as "franjas natatórias" ou "pelos natatórios" das pernas, normalmente usadas para nadar, são reduzidas ou ausentes, sugerindo que essa perda pode ser atribuída ao atavismo (reaparição em um descendente de caracteres de um ascendente remoto e que permaneceram latentes por várias gerações.). Ele também mencionou as plantas aquáticas da família Podostemaceae, que possuem flores abertas e possivelmente cleistogâmicas (produzem flores que se auto fertilizam sem abrir).	DCP-LETT-11839
91	04/03/1879	Charles Darwin	Charles Darwin agradece a Fritz Müller pela carta enviada e menciona que as observações e discussões de Müller sobre a perda de pelos nas pernas dos tricópteros são extremamente importantes e interessantes. Ele informa a Müller que enviou a carta para a revista "Nature", com algumas observações introdutórias destacando a importância do ponto de vista de Müller e mencionando que essa questão o intrigava há muitos anos. Darwin acredita que, se a visão de Müller puder ser amplamente estendida, será um grande avanço para a teoria da evolução. Ele também observa que Müller continua a trabalhar energeticamente e descobre algo novo e interessante onde quer que ele olhe. Darwin menciona que o irmão de Müller também está fazendo um ótimo trabalho na fertilização de flores e assuntos relacionados. Sobre si mesmo, Darwin comenta que está avançando lentamente com seu estudo atual sobre os variados e complexos movimentos das plantas. Ele menciona que não tem se sentido muito bem ultimamente e está cansado, por isso a carta é breve.	DCP-LETT-11915
92	09/01/1881	Fritz Müller	Fritz Müller agradece a Darwin por sua generosa oferta de assistência financeira após a enchente devastadora do Itajaí e pelo livro sobre os movimentos das plantas, que ele achou extremamente esclarecedor. Müller comenta sobre suas observações de vários fenômenos botânicos, incluindo os movimentos das plantas e comportamentos específicos de espécies locais, como Marantaceae e <i>Phyllanthus</i> . Ele também descreve suas investigações sobre a fauna peculiar que vive nas folhas das bromélias e nas rochas das cachoeiras, ressaltando a ausência de franjas nos pés das pupas dos tricópteros nesses	DCP-LETT-12996

			ambientes. Müller menciona seus estudos sobre a fertilização das figueiras por himenópteros e destaca a riqueza da fauna encontrada nas figueiras selvagens de sua região.	
93	07/02/1881	Fritz Müller	Fritz Müller discute suas observações sobre <i>Lagerstroemia</i> em seu jardim, notando diferenças nos estames e pólen que atraem diferentes insetos polinizadores, favorecendo a polinização cruzada. Ele menciona uma observação similar em <i>Heteranthera reniformis</i> , onde estames curtos têm pólen amarelo e estames longos, pólen azul-claro. Müller relata uma pesquisa sobre a metamorfose de <i>Palaeomonetes varians</i> , destacando diferenças significativas nas larvas encontradas na Dinamarca e no sul da Itália, especialmente na presença ou ausência de brânquias.	DCP-LETT-13041A
94	23/02/1881	Charles Darwin	Darwin agradece a Müller pela carta interessante e propõe publicar na revista <i>Nature</i> alguns dos fatos sobre os movimentos das plantas mencionados por Müller. Ele considera o caso do <i>Phyllanthus</i> , que às vezes vira suas folhas para o lado errado, particularmente extraordinário e sugere investigações adicionais. Darwin menciona interesse nas futuras publicações sobre figos e relembra sua própria perplexidade com a caprifificação. Ele expressa alívio ao saber que a inundação não danificou gravemente a propriedade científica de Müller e reafirma sua profunda admiração pelo trabalho de Müller. Darwin também propõe um experimento adicional com o <i>Phyllanthus</i> para investigar mais sobre seus movimentos.	DCP-LETT-13064
95	28/02/1881	Fritz Müller	Müller relata uma atualização sobre um experimento com flores de <i>Lagerstroemia</i> em seu jardim. Inicialmente, quatro flores polinizadas com pólen amarelo de outra variedade caíram cerca de uma semana após a polinização. Ele repetiu o experimento e desta vez polinizou cinco flores com o mesmo pólen amarelo, todas produzindo bons frutos. Müller expressa sua incerteza sobre a razão do insucesso inicial.	DCP-LETT-13068A
96	20/03/1881	Charles Darwin	Darwin agradece pelas sementes e pela carta de Müller. Ele se impressiona com a teoria de Müller sobre os estames de cores diferentes em flores, mencionando suas próprias observações com <i>Melastomaceae</i> . Darwin planeja revisar suas notas e, se relevante, enviar uma carta à <i>Nature</i> com as observações de ambos. Ele expressa admiração contínua pelas habilidades de Müller.	DCP-LETT-13091
97	12/04/1881	Charles Darwin	Darwin agradece a carta de Müller e menciona estar finalizando um livro sobre minhocas, prometendo enviar uma cópia a Müller quando publicado. Ele se interessa pelas novas observações de Müller sobre heliotropismo e planeja publicar um relato dessas observações na <i>Nature</i> . Darwin teve dificuldades em obter plantas de <i>Melastomaceae</i> com anteras de cores diferentes, mas agradece as sementes de <i>Heteranthera reniformis</i> e pede informações sobre o habitat da planta. Ele expressa interesse contínuo pelas ideias de Müller sobre anteras de cores diferentes e o movimento das folhas de certas plantas para eliminar gotas de água.	DCP-LETT-13113
98	31/05/1881	Fritz Müller	Fritz Müller responde a Charles Darwin sobre a <i>Heteranthera reniformis</i> , esclarecendo que é uma planta anfíbia. Relata que observou um comportamento anormal em uma planta de <i>Phyllanthus</i> , mas não encontrou outro exemplo em centenas de plantas. Confirma a hipótese de Darwin de que os movimentos das folhas de <i>Cassia</i> , <i>Desmodium</i> e outras plantas removem gotas de chuva, descrevendo suas posições durante a chuva. Müller menciona a coleta de himenópteros em nove espécies de figueiras e destaca a diversidade de insetos encontrados, incluindo espécies dimórficas ou trimórficas. Informa que uma publicação sobre a caprifificação das figueiras deve sair no próximo outono.	DCP-LETT-13185A
99	21/06/1881	Charles Darwin	Charles Darwin pede a Fritz Müller que envie sementes de uma planta herbácea heterostílica para que ele possa criar mudas híbridas e testar seu grau de infertilidade. Ele menciona que alguns dos extratos das cartas de Müller foram publicados na revista "Nature" e que viu uma nota sobre <i>Phyllanthus</i> em "Kosmos". Darwin também menciona uma carta de Dr. Breitenbach, que informou sobre a perda de muitos livros de Müller na recente enchente devastadora. Darwin oferece ajuda financeira a Müller, sugerindo que ele encomende livros e outros materiais no valor de £100 através de seu irmão Hermann, com Darwin	DCP-LETT-13212

			prontamente enviando um cheque para cobrir os custos. Darwin expressa sua admiração e respeito por Müller, vendo a ajuda como uma honra e prazer duradouro.	
100	04/07/1881	Charles Darwin	Charles Darwin agradece a Fritz Müller pela carta e pelas sementes enviadas. Ele menciona seu interesse renovado em estudar os efeitos da água sobre as folhas, motivado pelas observações de Müller. Darwin também fala sobre suas tentativas de criar plantas Melastomaceae para estudar a fertilização e sugere que Müller poderia investigar melhor o significado dos dois conjuntos de anteras dessas plantas. Ele pergunta se certas folhas possuem uma secreção cerosa que as protege da água.	DCP-LETT-13233
101	09/08/1881 10/08/1881	Fritz Müller	Fritz Müller agradece a Darwin por sua carta de 21 de junho e envia sementes de <i>Oxalis sepium</i> e <i>Dalbergia</i> . Ele menciona que, ao contrário do que foi informado, não perdeu muitos livros na última inundação. Müller relata novas observações que confirmam a teoria de Darwin sobre o significado dos movimentos nictinásticos das plantas (A nictinastia é uma resposta estimulada pelos ritmos diários de luz e escuridão). Ele descreve como as folhas jovens de <i>Pandanus</i> permanecem verdes e frescas, enquanto as folhas mais velhas, expostas ao céu, ficam amareladas devido ao frio. Observou também que as folhas de <i>Oxalis sepium</i> realizam movimentos nictinásticos de maneira mais completa no inverno. Müller lista várias plantas cujas folhas não se molham quando imersas na água, confirmando a hipótese de Darwin sobre a função desses movimentos para eliminar gotas de água.	DCP-LETT-13284A
102	06/09/1881 07/09/1881 09/09/1881	Fritz Müller	Fritz Müller informa Darwin que as folhas de <i>Schizolobium</i> são protegidas por uma secreção cerosa. Ele descreve os movimentos nictinásticos complexos e variados das folhas de <i>Crotalaria cajaneifolia</i> , que se movem para baixo e rotacionam à noite, influenciados pelo sol poente. Müller relata que esses movimentos podem servir como uma bússola natural. Ele também menciona um comportamento semelhante em <i>Centrosema</i> e observa que as folhas desse gênero se orientam em direção ao pôr do sol, mesmo em dias nublados. Em experimentos adicionais, Müller cobre as plantas de <i>Crotalaria</i> e observa que a iluminação pode alterar o movimento das folhas mais jovens, mas não das mais velhas, sugerindo a necessidade de mais experimentos.	DCP-LETT-13318
103	10/09/1881	Charles Darwin	Darwin agradece a Müller pelo relato sobre o <i>Pandanus</i> e o <i>Oxalis sepium</i> , que ele enviou para a revista <i>Nature</i> . Ele menciona que fez pequenas alterações no texto original de Müller para melhorar o inglês, sem alterar o sentido. Darwin agradece pelas sementes enviadas e menciona que uma planta de <i>Schizolobium</i> está crescendo bem. Ele lamenta que o tubérculo de <i>Heteranthera</i> não tenha mostrado sinais de vida e que o <i>Hedychium</i> não tenha chego. Darwin está trabalhando em cruzamentos de plantas heterostílicas e em notas sobre a secreção cerosa nas folhas e seus movimentos, mas está incerto sobre a importância dos resultados. Ele menciona a agregação de protoplasma nas células das plantas carnívoras e a resistência dos botânicos alemães em aceitar suas observações.	DCP-LETT-13326
104	22/10/1881	Charles Darwin	Darwin agradece pelas sementes e pela carta. Ele acha o caso da <i>Crotalaria</i> notável. Menciona um artigo de Müller sobre <i>Atyidea</i> na <i>Kosmos</i> . Enviou a Müller seu livro sobre minhocas, um assunto de interesse pessoal.	DCP-LETT-13419
105	29/10/1881	Fritz Müller	Müller agradece a Darwin pelo envio da "Nature" e por seu gentil comentário. Ele relata que apenas sete das sementes híbridas de <i>Lagerstroemia</i> , todas provenientes de flores polinizadas com pólen verde, germinaram. As sementes polinizadas com pólen amarelo não germinaram até o momento. Ele aproveita a oportunidade para compartilhar observações dos efeitos das chuvas fortes em plantas, destacando que, onde o solo não está densamente coberto, as gotas de chuva ricocheteiam, cobrindo plantas baixas com uma crosta de terra. Observa que, ao contrário de outras plantas, <i>Oxalis</i> e <i>Phyllanthus</i> permanecem limpas após a chuva devido à secreção cerosa em suas folhas, que protege especialmente a parte inferior das folhas. Envia amostras de folhas de três plantas com essa proteção cerosa para demonstração. Müller também menciona o aparecimento de novas plantas após a última enchente, incluindo uma pequena espécie de <i>Anagallis</i> que ele nunca havia	DCP-LETT-1341A

			visto antes. Ele questiona sua origem, já que nenhuma espécie de <i>Anagallis</i> é nativa da América, segundo Endlicher, e observa que as variedades europeias de <i>Anagallis</i> são comuns em Desterro, provavelmente introduzidas da Europa.	
106	13/11/1881	Charles Darwin	Darwin agradece a Fritz Müller por enviar sementes e pede a identificação delas. Ele menciona ter enviado seu livro sobre minhocas, que foi bem recebido na Inglaterra. Darwin fala sobre suas observações com o efeito do carbonato de amônia na clorofila e raízes de plantas, admitindo dificuldade em entender os resultados. Ele menciona um novo livro do Professor Wiesner, que oferece diferentes explicações para muitos dos fatos apresentados por Darwin em "O Poder de Movimento nas Plantas". Darwin reconhece que algumas interpretações de Wiesner estão corretas e planeja pedir ao seu filho Francis para realizar novos experimentos para verificar essas explicações.	DCP-LETT-13481
107	19/12/1881	Charles Darwin	Darwin agradece a Fritz Müller por seus experimentos com a <i>Lagerstroemia</i> . Ele aprecia os fatos sobre os efeitos da chuva e da lama na secreção cerosa das folhas. Darwin observa que a superfície inferior das folhas é geralmente mais protegida. Ele menciona um caso curioso no <i>Trifolium resupinatum</i> , onde metade da folha é protegida por cera e a outra não, e se pergunta sobre o significado disso. Darwin leu o artigo de Müller sobre as folhas de <i>Crotalaria</i> e acha o caso interessante. Ele expressa dúvida sobre a aplicação ao <i>Lupinus</i> e planeja semear sementes na primavera.	DCP-LETT-13564
108	01/01/1882	Fritz Müller	Fritz Müller responde à carta de Darwin de 13 de novembro, esclarecendo que as sementes enviadas anteriormente provavelmente são de <i>Mimosa sensitiva</i> , que ele reconhecerá quando as primeiras folhas aparecerem. Müller menciona que, apesar do calor atual no Brasil, os cotilédones de <i>Bauhinia grandiflora</i> não se fecham à noite. Observa um fato curioso em <i>Bauhinia brasiliensis</i> , onde as folhas sob sol forte se elevam, mas descem abaixo da horizontal quando a planta é subitamente sombreada. Ele também envia sementes de <i>Pontederia crassipe</i> .	DCP-LETT-13593
109	04/01/1882	Charles Darwin	Charles Darwin escreve para Fritz Müller e menciona o caso curioso de <i>Pontederia</i> e a possível vantagem competitiva do estilo médio. Ele elogia as ilustrações de Müller sobre <i>Janina</i> e compartilha seus próprios estudos sobre os efeitos do carbonato de amônia nas raízes. Darwin sugere novamente que Müller escreva um "Jornal de um naturalista no Brasil" para resumir suas observações interessantes e oferece assistência com partes de <i>Genera Plantarum</i> de Bentham e Hooker, se Müller precisar.	DCP-LETT-13599
110	31/03/1882	Fritz Müller	Fritz Müller agradece a Charles Darwin por suas cartas e discute suas recentes observações e experimentos. Ele menciona que um dos <i>Lagerstroemia</i> floresceu prematuramente com características notáveis. Müller compartilha detalhes sobre a variabilidade das flores de <i>Pontederia crassipes</i> e suas experiências de polinização, ressaltando a fecundidade variável dependendo do tipo de polinização. Ele também relata sobre <i>Heteranthera reniformis</i> , destacando diferenças na produção de sementes com pólen de diferentes cores e mencionando flores cleistogâmicas. Müller agradece a Darwin pelos volumes de <i>Genera Plantarum</i> enviados e reflete sobre a sugestão de Darwin para que ele escrevesse um "Jornal de um naturalista no Brasil". Müller revela que tinha a esperança de que sua filha Rosa escrevesse esse livro, compilando suas observações de interesse geral, mas lamenta profundamente que, após a morte de Rosa, esse livro provavelmente nunca será escrito. Ele expressa sua admiração por "Naturalist in Nicaragua" de Thomas Belt, reconhecendo sua própria incapacidade de escrever um livro tão atraente.	DCP-LETT-13750A

Fonte: Darwin Correspondence Project, 2024. Disponível em: <https://www.darwinproject.ac.uk/> Acesso em 30/05/2024

Reflexões finais e aplicações futuras

À medida que encerramos este guia, é importante refletir sobre os próximos passos que os professores podem tomar para maximizar o impacto desse material em suas salas de aula. Incentivamos os educadores a:

- adaptar as perguntas problematizadoras: ajuste as questões sugeridas ao nível de compreensão dos seus alunos, garantindo que eles possam participar ativamente das discussões e investigações;
- promover projetos interdisciplinares: conectar as cartas e os temas de ecologia a outras áreas do conhecimento, como história, geografia e ética, para criar uma experiência de aprendizado mais rica e contextualizada;
- estimular o trabalho colaborativo: utilize as cartas como ponto de partida para atividades em grupo, em que os alunos possam investigar, discutir e apresentar suas descobertas, estimulando o trabalho em equipe e o pensamento crítico.

As cartas entre Müller e Darwin não são apenas documentos históricos; elas são um convite para que educadores e alunos explorem a ciência de maneira dinâmica e envolvente. Ao usar este guia, esperamos que os professores possam criar um ambiente de aprendizado que não apenas ensine os conceitos ecológicos, mas que inspire os alunos a ver a ciência como uma ferramenta vital para entender e proteger o mundo ao seu redor.

Dessa forma, o legado de Müller e Darwin continua a influenciar gerações futuras, conectando passado e presente, ciência e educação, e abrindo caminhos para novas descobertas e reflexões. Que este material seja uma base sólida para continuar essa jornada de aprendizado e descoberta e que cada aula seja um passo a mais na construção de um futuro mais sustentável e consciente.

REFERÊNCIAS

MACHADO, V. F.; SASSERON, L. H. As perguntas em aulas investigativas de ciências: A construção teórica de categorias. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, [S. l.], v. 12, n. 2, 2012.

SANTOS, D. F. A.; CASTAMAN, A. S. Metodologias ativas: uma breve apresentação conceitual e de seus métodos. **Revista Linhas**, [S. l.], v. 23, n. 51, p. 334-357, 2022.

SILVA, J. M.; MOTTA, M. B. Sequência didática gamificada: construindo competências em genética molecular. **Revista Vivências**, [S. l.], v. 20, n. 40, p. 319-336, 2024.

VALENTE, J. A.; ALMEIDA, M. E. B; GERALDINI, A. F. S. Metodologias ativas: das concepções às práticas em distintos níveis de ensino. **Revista Diálogo Educacional**, [S. l.], v. 17, n. 52, p. 455-478, 2017.



Apoio

ISBN: 978-85-54164-06-5

CRL



9 788554 164065