



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DA NATUREZA
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE BIOLOGIA**



MARCÍLIO GOMES MACENA

**ENSINO E APRENDIZAGEM DE EVOLUÇÃO BIOLÓGICA:
Uma análise da evolução conceitual em sala de aula**

João Pessoa

2020

MARCÍLIO GOMES MACENA

ENSINO E APRENDIZAGEM DE EVOLUÇÃO BIOLÓGICA:

Uma análise da evolução conceitual em sala de aula

Trabalho de Conclusão de Mestrado (TCM) apresentado ao Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em Rede Nacional (PROFBIO), do Centro de Ciências Exatas e da Natureza, da Universidade Federal da Paraíba como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Biologia.

Área de concentração: Ensino de Biologia
Linha de Pesquisa: Origem da vida, Evolução, Ecologia e Biodiversidade.
Macroprojeto: Biodiversidade animal e evolução.

Orientador: Prof. Dr. Alexandre Pereira Colavite

João Pessoa

2020

MARCÍLIO GOMES MACENA

**ENSINO E APRENDIZAGEM DE EVOLUÇÃO BIOLÓGICA:
Uma análise da evolução conceitual em sala de aula**

Trabalho de Conclusão de Mestrado (TCM) apresentado ao Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em Rede Nacional (PROFBIO), do Centro de Ciências Exatas e da Natureza, da Universidade Federal da Paraíba como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Biologia.

Data: 14/12/2020

Resultado: Aprovado

BANCA EXAMINADORA:



Prof. Dr. Alexandre Pereira Colavite - DSE/CCEN/UFPB
Orientador



Prof^a. Dr^a. Márcia Rosa de Oliveira – DBM/CCEN/UFPB
Avaliadora Interna



Prof. Dr. Hélio Fernandes de Melo – UAST/UFRPE
Avaliador Externo

Prof. Dr. Antonio José Creão Duarte – DSE/CCEN/UFPB
Membro Suplente Interno

Dr^a. Carolina Nunes Liberal – DSE/CCEN/UFPB
Membro Suplente Externo



Relato do Mestrando

Instituição: Universidade Federal da Paraíba
Mestrando: Marcílio Gomes Macena
Título do TCM: ENSINO E APRENDIZAGEM DE EVOLUÇÃO BIOLÓGICA: Uma análise da evolução conceitual em sala de aula
Data da defesa: 14/12/2020
Ter a oportunidade de cursar e concluir um mestrado profissional é uma verdadeira dádiva. O Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em Rede Nacional (PROFBIO) ocasionou uma oportunidade de acesso ao conhecimento e ascensão na carreira profissional em minha vida que há anos eu ansiava. É bem verdade que a trajetória de mestrando do PROFBIO não foi fácil. Percorrer cerca de 440 km de Triunfo – PE até o Campus I da UFPB em João Pessoa – PB, para participar das aulas e voltar para casa extremamente cansado, mas com a cabeça repleta de ideias e entusiasmo, além dos inúmeros artigos para ler, e chegando muitas vezes às 23 horas e encontrar a família aflita à minha espera foi uma experiência difícil. Agora, prestes a defender o título de Mestre em Ensino de Biologia me sinto bastante confortável e aliviado. Prestes a concluir esse mestrado, me sinto mais experiente e esperançoso enquanto professor da educação básica. As aulas ministradas pelos professores do PROFBIO/UFPB refletiram seus objetivos e implicaram em motivação e evolução do processo de ensino e aprendizagem dos meus estimados e trabalhosos alunos. Porém, tudo só foi possível, graças a um enorme esforço pessoal, renunciando a momentos em família e infelizmente, em muitas ocasiões descuidando até mesmo do planejamento da escola em que trabalho para poder atender a quantidade excessiva de leituras de artigos e resolução de atividades estabelecidas pelo mestrado. No entanto, não posso negar que apesar de tantas renúncias que muitas vezes interferiram no planejamento das minhas aulas na escola em que trabalho, percebo que estou mais entusiasmado e confiante para prosseguir nessa jornada árdua que é ensinar. Esse entusiasmo é obra de um trabalho rigoroso dos professores do mestrado. Apresento uma enorme gratidão e consideração por esses professores que com generosidade resolveram contribuir intensamente com uma educação pública de qualidade. Foi a partir do empenho dos professores do PROFBIO/UFPB, que hoje estou mais entusiasmado, confiante e preparado para continuar realizando essa tarefa difícil que é ensinar. Assim, sinto-me feliz em concluir esse mestrado, com o apoio e incentivo desses exemplos de competência e amor pelo ensino, que são os professores.

Aos meus estimados professores do PROFBIO/UFPB, pois
entendo os seus empenhos e preocupações neste trabalho
difícil que é educar e cumpri-lo com satisfação.

AGRADECIMENTOS

Antes dos meus sinceros agradecimentos a todos os amigos que, de alguma maneira, contribuirão para a elaboração desse trabalho, meus agradecimentos a Deus que norteia e dá força para todos que nele creem.

Obrigado a minha amada esposa Taciane Pires, pelo incentivo constante, pela compreensão (até mesmo quando solicitar isso pareceu exigir demais) e pelo carinho.

Não foi sem refletir eu que dediquei esta dissertação aos meus professores do PROFBIO/UFPB e, igualmente, pelo estima e consideração que lhes tenho como profissionais, acredito que sejam estes os agradecimentos mais verdadeiros que apresento nesta ocasião. Meu afeto ao professor Rivete Silva de Lima, pelo incentivo e apoio nessa trajetória; ao professor Alessandro Pereira Colavite, que será, sempre, o meu orientador e um verdadeiro amigo; às queridas Arisdélia Fonseca, Maria de Fátima Camarotti e Fabiola da Silva Albuquerque, por serem grandes exemplos de competência e amor pelo ensino.

Ainda, o meu agradecimento aos amigos, todos eles, por distintas razões. A Hemerson Henrique, professor da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), por me incentivar e apresentar os inúmeros trabalhos sobre a Teoria da Mudança Conceitual e seus respectivos autores; agradeço a Paulo Eduardo, que é amigo de todas as horas e um bom companheiro de viagem, por todos os momentos fáceis e difíceis que passamos; e minha sincera gratidão à turma do mestrado, pelos almoços, conversas e conhecimentos compartilhados.

Agradeço também a todos da Escola de Referência em Ensino Médio Alfredo de Carvalho (EREMAC), da Secretaria de Educação do Estado de Pernambuco, na figura da gestora Luciana Vasconcelos, pela acolhida e disposição em ajudar; e aos estudantes que aceitaram participar de bom agrado desta pesquisa.

Por fim, agradeço ao Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em Rede Nacional (PROFBIO), pela oportunidade de aprendizado; e à Universidade Federal da Paraíba (UFPB), por ter sido para mim, como um lar.

Agradeço ainda ao apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – com o financiamento (Código 001).

Antes de terem sido interpretados pela teoria da evolução, a diversidade dos organismos, as semelhanças e diferenças entre tipos de organismos, os padrões de distribuição e o comportamento, a adaptação e a interação representavam apenas um terrificante caos de fatos.

(Ernst Mayr, 1977)

RESUMO

Nesta pesquisa, buscamos investigar de que maneira as práticas efetivadas quanto às estratégias de ensino preocupadas em promover mudanças conceituais, fundamentam e influenciam o desenvolvimento do processo de ensino e aprendizagem da Evolução Biológica. Assim, utilizamo-nos da análise da evolução conceitual em sala de aula, dentro do contexto da educação básica a partir de estratégias de ensino voltadas para a mudança conceitual. Antes do processo de intervenção, realizamos um levantamento de concepções prévias a partir da construção e aplicação de um questionário que contou com três questões abertas para a identificação de distintas concepções sobre Evolução Biológica, diferenciando a concepção científica das concepções de caráter não científico presentes na vida cotidiana, o que possibilitou identificar possíveis incorreções conceituais. Após o levantamento, teve lugar um processo de intervenção subsidiado pelo ensino por investigação através de uma Sequência de Ensino Investigativa (SEI) como proposta didática para proporcionar a Evolução Conceitual. A intervenção foi dividida em sete aulas que procuraram articular a explicitação das concepções, a promoção do conflito cognitivo para a reestruturação das concepções, e a construção do conhecimento a partir da proposta de ensino por investigação. Essas aulas foram estruturadas a partir do procedimento de proposição de questões-problema, do levantamento de hipóteses e da sistematização do conhecimento por meio de leituras, discussões e debates orientados. Utilizamos para o cumprimento dessas aulas: projeção de imagens temáticas e charges; pesquisas na internet; dinâmicas para levantamento e discussão de conceitos; prática para teste de hipóteses; além de textos para sistematização. A partir da análise dos resultados, foi possível perceber a evolução conceitual por meio da ocorrência da acomodação do modelo explicativo científico na rede conceitual dos estudantes, com a troca conceitual. Deste modo, nas três perguntas dos questionários, a presença da acomodação predominou. Na primeira questão, referente ao conceito de Evolução Biológica, 45% dos estudantes acomodaram a explicação científica. Já na segunda questão, alusiva ao conceito de adaptação, 55% dos estudantes acomodaram o modelo explicativo científico. Porém, foi na terceira questão, que trata do conceito de Seleção Natural, que foi notada a maior acomodação da explicação científica, observada em 65% dos pesquisados. Ainda, foi observada a assimilação parcial da explicação científica, presente nas respostas de 25% dos estudantes que responderam à primeira questão sobre o conceito de Evolução Biológica. Estudantes esses, que durante o processo interventivo, reproduziram o discurso científico, mas, nas respostas do questionário pós-teste, tornaram a explicitar parte do discurso não científico presente em suas concepções prévias. Portanto, concluímos que a opção por uma Sequência de Ensino Investigativa, pode se constituir como uma estratégia de instrução apropriada para a construção do conhecimento e a promoção da evolução conceitual. Sendo assim, confirmando o que indicam os resultados obtidos durante o processo de ensino e aprendizagem, a metodologia utilizada aqui permitiu constatar que a maioria dos resultados reafirma a presença da evolução conceitual, a partir da assimilação parcial do modelo explicativo científico ou da presença da acomodação da explicação científica na rede conceitual dos estudantes.

Palavras-chave: Evolução conceitual. Evolução biológica. Ensino e aprendizagem.

ABSTRACT

In this research, we seek to investigate how the practices carried out regarding teaching strategies concerned with promoting conceptual changes, underpin and influence the development of the teaching and learning process of Biological Evolution. Thus, we used the analysis of conceptual evolution in the classroom, within the context of basic education based on teaching strategies aimed at conceptual change. Before the intervention process, we carried out a survey of previous conceptions from the construction and application of a questionnaire that had three open questions for the identification of different conceptions about Biological Evolution, differentiating the scientific conception from the non-scientific conceptions present in life everyday life, which made it possible to identify possible conceptual inaccuracies. After the survey, there was an intervention process subsidized by research teaching through an Investigative Teaching Sequence (SEI) as a didactic proposal to provide Conceptual Evolution. The intervention was divided into seven classes that sought to articulate the explanation of the concepts, the promotion of cognitive conflict for the restructuring of the concepts, and the construction of knowledge from the proposal of teaching by investigation. These classes were structured based on the procedure of proposing problem questions, raising hypotheses and systematizing knowledge through readings, discussions and guided debates. We used to carry out these classes: projection of thematic images and cartoons; internet searches; dynamics for survey and discussion of concepts; practice for hypothesis testing; besides texts for systematization. From the analysis of the results, it was possible to perceive the conceptual evolution through the accommodation of the scientific explanatory model in the conceptual network of students, with the conceptual exchange. Thus, in the three questions in the questionnaires, the presence of accommodation predominated. In the first question, regarding the concept of Biological Evolution, 45% of the students accommodated the scientific explanation. In the second question, alluding to the concept of adaptation, 55% of students accommodated the scientific explanatory model. However, it was in the third question, which deals with the concept of Natural Selection, that the greatest accommodation of the scientific explanation was noted, observed in 65% of those surveyed. Still, it was observed the partial assimilation of the scientific explanation, present in the answers of 25% of the students who answered the first question about the concept of Biological Evolution. These students, who during the intervention process, reproduced the scientific discourse, but, in the answers of the post-test questionnaire, they made explicit part of the non-scientific discourse present in their previous conceptions. Therefore, we conclude that the option for an Investigative Teaching Sequence, can constitute an appropriate instructional strategy for the construction of knowledge and the promotion of conceptual evolution. Thus, confirming what the results obtained during the teaching and learning process indicate, the methodology used here showed that most of the results reaffirm the presence of conceptual evolution, from the partial assimilation of the scientific explanatory model or the presence of accommodation of scientific explanation in the students' conceptual network.

Key words: Conceptual evolution. Biological evolution. Teaching and learning.

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Conceitos avaliados nas questões	38
Quadro 2: Etapas da proposta didática para a intervenção.....	40
Quadro 3: Textos utilizados na sequência didática para a leitura durante a intervenção.....	41
Quadro 4: Núcleos de sentido presentes nos discursos/respostas da 1ª questão do Questionário Pré-teste.....	47
Quadro 5: Núcleos de sentido presentes nos discursos/respostas da 1ª questão do Questionário Pós-teste	49
Quadro 6: Núcleos de sentido presentes nos discursos/respostas da 2ª questão do Questionário Pré-teste.....	51
Quadro 7: Núcleos de sentido presentes nos discursos/respostas da 2ª questão do Questionário Pós-teste	53
Quadro 8: Núcleos de sentido presentes nos discursos/respostas da 3ª questão do Questionário Pré-teste.....	54
Quadro 9: Núcleos de sentido presentes nos discursos/respostas da 3ª questão do Questionário Pós-teste	56

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	11
Objetivo Geral	13
Objetivos Específicos	13
CAPÍTULO I – FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	15
1.1 Contribuições do ensino de Evolução para o aprendizado da Biologia	15
1.2 Dificuldades no ensino e aprendizagem da Evolução Biológica.....	18
1.3 O modelo de mudança conceitual e a construção do conhecimento	22
1.3.1 As concepções prévias e os conflitos cognitivos na mudança conceitual	25
1.3.2 Modos de Evolução conceitual	27
1.4 O modelo de mudança de perfis conceituais como instrumento de análise da evolução conceitual em sala de aula.....	29
1.5 Sequências de Ensino Investigativas como estratégia didática para a promoção da evolução conceitual	31
CAPÍTULO II – DESENHO METODOLÓGICO	33
2.1 Ética em pesquisa	33
2.2 Caracterização da pesquisa	33
2.3 O <i>locus</i> investigado	34
2.4 Perfil dos sujeitos da pesquisa	36
2.5 Coleta de dados: ferramentas e procedimentos	37
2.6 Processo interventivo: Sequência de Ensino Investigativa como proposta didática para a promoção da Evolução Conceitual.....	38
2.6.1 Descrição breve sobre a execução da Sequência de Ensino Investigativa.....	41
2.7 Análise de dados	44
CAPÍTULO III – RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	46
3.1 Análise das respostas aos questionários pré e pós-teste (QLCE)	46

3.1.1 Análise das respostas à questão 1 do questionário pré-teste	46
3.1.2 Análise das respostas à questão 1 do questionário pós-teste.....	48
3.1.3 Análise das respostas à questão 2 do questionário pré-teste	50
3.1.4 Análise das respostas à questão 2 do questionário pós-teste.....	52
3.1.5 Análise das respostas à questão 3 do questionário pré-teste	54
3.1.6 Análise das respostas à questão 3 do questionário pós-teste.....	55
3.2 Análise da Evolução Conceitual a partir dos dados do pré e pós-teste.....	57
CAPÍTULO IV – CONSIDERAÇÕES FINAIS	60
REFERÊNCIAS.....	63
APÊNCIDE A – Termo de Assentimento Livre e Esclarecido.....	66
APÊNCIDE B – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido	69
APÊNCIDE C – Questionários Pré e Pós-teste.....	72
APÊNCIDE D – Produto Final (Sequência de Ensino Investigativa)	74
ANEXO A – Parecer Consubstanciado do CEP	96
ANEXO B – Termo de Anuência da Escola.....	100

INTRODUÇÃO

Pesquisas realizadas referentes ao ensino e aprendizagem, apontam a necessidade da promoção de estratégias didáticas voltadas para a evolução conceitual a partir do modelo de mudança conceitual proposto por Posner *et al.* (1982) e a sua associação ao construtivismo pessoal, que como destaca Geelan (1997), tem se desenvolvido não apenas como fecunda área de pesquisa educacional, mas ainda, e sobretudo, como mecanismo de ensino eficaz na construção de uma aprendizagem significativa – o que se comprova na ampla quantidade de publicações em Ensino das Ciências.

De fato, a relação entre a explicitação das concepções prévias e os conflitos cognitivos como alavancas para a reestruturação das ideias dos indivíduos por meio da mudança conceitual, passou a fazer parte, já faz algum tempo, de estudos e pesquisas educacionais. Fazendo-se presente constantemente nas publicações e tem acendido de maneira verdadeiramente admirável em anos recentes presentes nas obras de diversos autores, como Santos (2002); El-Hani e Bizzo (2000); e Mortimer (1994; 1995; 1996; 2000).

A perspectiva de proposição de estratégias de ensino voltadas para a evolução conceitual desencadeou um movimento de crítica dos pressupostos psicológicos e filosóficos do modelo de mudança conceitual e inspirou Mortimer (1996) a propor o modelo de mudança de perfis conceituais como instrumento alternativo para a análise da evolução conceitual em sala de aula.

Sendo assim, tornar-se evidente que as pesquisas referentes à evolução conceitual, seja por meio do modelo de mudança conceitual (Posner *et al.* 1982), seja por meio do modelo de perfis conceituais proposto por Mortimer (1994; 1995; 1996; 2000), merecem ocupar um espaço com uma certa ênfase nas publicações na área de ensino de ciências.

Desta forma, esta pesquisa tem como cerne a análise da evolução conceitual do Ensino de Evolução Biológica em sala de aula, dentro do contexto da educação básica a partir de estratégias de ensino voltadas para a mudança conceitual. Para a consecução dos nossos propósitos investigativos, tomamos para exame as percepções dos alunos antes e após a elaboração e execução de uma Sequência de

Ensino Investigativa como estratégia de ensino preocupada em promover mudanças conceituais durante o processo de ensino e aprendizagem, por meio da explicitação de concepções prévias e do conflito cognitivo. Para isso foi relevante abordar nesse estudo, pressupostos teóricos referentes às contribuições do ensino da Evolução Biológica no aprendizado da Biologia, bem como também, as dificuldades sobre o ensino e aprendizagem de Evolução Biológica, Evolução Conceitual em sala de aula e considerações sobre as Sequências de Ensino Investigativas como proposta didática para proporcionar a Evolução Conceitual.

A motivação para a realização desta pesquisa, e que acaba por justificá-la, se refere à necessidade de se considerar a fundamental importância que o ensino do Evolucionismo tem sobre o aprendizado da Biologia, é que este trabalho foi elaborado, com o intuito de levantar dados referentes ao ensino e aprendizagem da Evolução Biológica e as possíveis evoluções conceituais ocorridas a partir da utilização de estratégias de ensino preocupadas em promover a mudança conceitual por meio da explicitação de ideias prévias e do conflito cognitivo em sala de aula. Diante dessa realidade, essa pesquisa também se justifica pela necessidade de se fazer uma intervenção significativa por meio de estratégias de ensino com abordagens investigativas, problematizadas e que promovam o protagonismo entre os estudantes.

Tendo como base as considerações apresentadas até então e analisando a hipótese de que “detectar concepções prévias dos estudantes referentes à Evolução Biológica e promover meios no processo de ensino e aprendizagem, para que os estudantes possam: debater, discutir e socializar por meio da fala os conhecimentos adquiridos possibilitará a promoção de meios para que eles possam ter subsídios para que ocorram mudanças conceituais”, nos deparamos com a seguinte problemática a ser solucionada: *Como as práticas efetivadas quanto às estratégias de ensino preocupadas em promover mudanças conceituais, fundamentam e influenciam o desenvolvimento do processo de ensino e aprendizagem do Evolucionismo?*

A investigação teve lugar na temática da Evolução Biológica na disciplina *Biologia* oferecida no curso de Ensino Médio Integral da Escola de Referência em Ensino Médio Alfredo de Carvalho (EREMAC) da Rede Estadual de Educação de Pernambuco, no município de Triunfo, no alto sertão do Pajeú. Este se caracterizou

como *locus* mais adequado para a intervenção, porque se apresenta como uma área do conhecimento norteadora de toda a Biologia.

Entendemos que a introdução de dados referentes à análise conceitual da Evolução Biológica, pretendido nesta pesquisa sob a ótica do Modelo de Mudança Conceitual e do Modelo de Mudança de Perfis Conceituais como instrumento de análise da evolução conceitual em sala de aula, pode contribuir significativamente para o embasamento teórico de professores de Biologia, visando nortear o ensino da Evolução e viabilizar uma compreensão mais eficiente dos mecanismos evolutivos, sugerindo novas estratégias de ensino que promovam a evolução conceitual.

Além disso, o **produto final** deste trabalho, uma “Sequência de Ensino Investigativa como proposta didática para a promoção da evolução conceitual na temática da Evolução Biológica, com orientações para apoio dos professores em sala de aula”, estará ao alcance de qualquer profissional da educação e poderá servir como fonte de pesquisa e construção do saber.

Portanto, a partir das considerações expostas até então, a pesquisa apresenta os seguintes objetivos:

Objetivo Geral

- Analisar a evolução conceitual da Evolução Biológica no processo de ensino e aprendizagem em sala de aula após a aplicação de uma sequência de ensino investigativa.

Objetivos Específicos

- Identificar distintas concepções prévias sobre Evolução Biológica, diferenciando a concepção científica das concepções de caráter não científico presentes na vida cotidiana.
- Desenvolver e aplicar uma Sequência de Ensino Investigativa como proposta didática para proporcionar a Evolução Conceitual na temática Evolução Biológica, com orientações para apoio dos professores em sala de aula, constituindo o produto final do TCM.
- Promover meios no processo de ensino e aprendizagem, para que os estudantes possam: discutir e socializar os conhecimentos adquiridos, constituindo assim, subsídios que possibilitem a reestruturação de conceitos sobre evolução.

- Descrever possíveis modificações nos modelos explicativos dos estudantes sobre Evolução Biológica, que indique os seguintes graus de mudança: acomodação; assimilação parcial; assimilação distorcida; ou a conservação dos modelos prévios.

Para conseguirmos os objetivos apresentados, empregaremos como base teórica e metodológica uma abordagem, explorada por meio do Modelo de Mudança Conceitual associado ao Construtivismo Pessoal, que enfatiza a dimensão pessoal da aprendizagem (GEELAN, 1997) e, incorporaremos assim, elementos desse modelo de mudança conceitual, a fim de oferecer elementos à evolução conceitual (POSNE *et al*, 1982), a partir da explicitação e do esclarecimento de ideias; da criação de conflitos cognitivos; da construção de novas ideias; e da aplicação do que foi aprendido em outros contextos. (MILLAR, 1989 e GIL-PÉREZ, 1993).

A seguir, expomos brevemente o conteúdo dos capítulos que constituem esta dissertação:

Capítulo I – Fundamentação teórica: aspectos do ensino e aprendizagem de Evolução Biológica. Em seguida, abordaremos algumas características do processo de evolução conceitual, baseado na Teoria da Mudança Conceitual. Por último, apresentaremos alguns aspectos sobre Sequências de Ensino Investigativas e o seu potencial como proposta pedagógica na busca da promoção da evolução conceitual.

Capítulo II – Desenho metodológico: caracterização da pesquisa; descrição do *locus* investigado; perfil dos sujeitos participantes; organização e aplicação da estratégia de intervenção (sequência de ensino investigativa como proposta didática para proporcionar a evolução conceitual); ferramentas e procedimentos para coleta e análise dos dados.

Capítulo III – Resultados e Discussão: apresentação e análise dos dados coletados no pré e pós-teste com identificação de núcleos de sentido, e análise de possíveis modificações nos modelos explicativos dos estudantes sobre Evolução Biológica, que indique a evolução conceitual.

Capítulo IV – Considerações Finais: síntese da pesquisa desenvolvida e avaliação de sua produtividade quanto à obtenção dos objetivos propostos e possíveis desdobramentos.

CAPÍTULO I

1 Fundamentação Teórica

Neste capítulo, discutiremos aspectos referentes às contribuições do ensino de Evolução ao aprendizado da Biologia e abordaremos algumas considerações sobre as dificuldades no ensino e aprendizagem de Evolução Biológica. Em seguida, abordaremos algumas características do processo de evolução conceitual, baseado na “Teoria da Mudança Conceitual”, destacando as condições especiais para a ocorrência das mudanças conceituais, a Ecologia Conceitual, os Conflitos Cognitivos e os Modos de Evolução Conceitual. Por último, apresentaremos alguns aspectos sobre as atividades-chave das Sequências de Ensino investigativas e o seu potencial como proposta pedagógica para a promoção da evolução conceitual.

1.1 Contribuições do ensino de Evolução para o aprendizado da Biologia

Com o intuito de inserir e compreender melhor a temática da evolução, parece apropriado iniciar aqui um levantamento de considerações sobre o tema em estudo. Trazendo alguns conceitos importantes a respeito desse tema, como os conceitos de evolução, adaptação e seleção anatural, fundamentaremos assim, os conceitos que serão avaliados nos questionários pré e pós-teste. Primeiramente, apresentando o conceito de evolução presente em Biologia de Campbell, verificamos que: “Evolução é o processo de alteração que tem transformado a vida desde os seus primórdios até a diversidade de organismos existentes na atualidade” (CAMPBELL e REECE, 2015. p.1).

Agora, destacando o conceito de adaptação proposto por Ernst Mayr (2009, p. 331), que apresenta a adaptação, como sendo: “Qualquer propriedade de um organismo que, acredita-se, aumenta sua aptidão”. Também sobre a adaptação, Campbell e Reece (2005), escrevem que a adaptação é uma característica herdada de um organismo que aumenta a sua capacidade de sobrevivência e reprodução em ambientes específicos.

A respeito do conceito de seleção natural, Ernst Mayr (2009, p. 331) escreve que: Seleção Natural é um “processo através do qual a cada geração os indivíduos menos aptos de uma população são eliminados.” Também sobre esse conceito, Campbell e Reece (2015, p. 466), escrevem que: Seleção Natural é um “processo no qual indivíduos com certas características herdadas tendem a sobreviver e se reproduzir mais do que indivíduos por causa dessas características.” Corroborando com as duas versões apresentadas sobre o conceito de seleção natural, Oliveira (2004, p. 38) afirma que: Extinção e sobrevivência são faces da mesma moeda, a seleção natural.”

No âmbito das discussões referentes à importância da abordagem da Evolução Biológica para o aprendizado da Biologia, Campbell e Reece (2015), afirmam que a evolução constitui o princípio organizacional fundamental da Biologia. Contudo, essa ideia foi sendo moldada ao longo do tempo. De acordo com Selles e Ferreira (2005), essa tendência de abordagem da evolução Biológica como eixo articulador e unificador dos conceitos biológicos data do final dos anos 50, momento em que os materiais curriculares norte-americanos (Biological Sciences Curriculum Study - BCSC) foram traduzidos no Brasil.

Assim sendo, o Evolucionismo se constitui como tema central para o entendimento de todas as áreas do saber biológico, e sobre esta relação existente entre a compreensão da Biologia a partir do entendimento da Evolução Biológica, o renomado biólogo ucraniano naturalizado norte-americano Theodosius Dobzhansky (1973) escreve que: “Nada em Biologia faz sentido se não for à luz da Evolução”.

Ainda nesse contexto, o não menos renomado biólogo alemão naturalizado norte-americano Ernst Mayr afirma que: “Não existe área da biologia em que esta teoria tenha deixado de funcionar como um princípio ordenador”. (MAYR, 1977, p. 1). Ainda sobre esse caráter crucial que o ensino do Evolucionismo tem para a compreensão das diversas teorias biológicas, Ernst Mayr (1977) escreve que:

A teoria evolutiva é considerada com razão a mais unificante das teorias da biologia. Antes de terem sido interpretados pela teoria da evolução, a diversidade dos organismos, as semelhanças e diferenças entre tipos de organismos, os padrões de distribuição e comportamento, a adaptação e a interação representam apenas um terrificante caos de fatos (MAYR, 1977, p.1).

A respeito do potencial da Teoria da Evolução como área do conhecimento norteadora de toda a compreensão dos conceitos biológicos, Chamary (2019) observa que:

Todo organismo, passado e presente, está relacionado por meio da evolução e descende de ancestrais comuns. A mudança, ao longo do tempo, é impulsionada por mutações genéticas e adaptações ambientais, um processo que continua ininterruptamente desde a primeira forma de vida na Terra e é responsável pela biodiversidade. (CHAMARY, 2019, p. 6).

Desse modo, acredita-se que o ensino e aprendizagem do evolucionismo podem potencializar um melhor ensino e aprendizagem da Biologia. Sobre isso, Marandino (2009) afirma que: ao longo do tempo foram criados certos periódicos, entidades e associações que tinham a Evolução como teoria central articulada com uma ideia unificadora de todo o conhecimento biológico.

Ainda segundo Marandino (2009), podemos perceber quanto o estudo da Teoria da Evolução potencializa uma melhor compreensão das relações entre as comunidades acadêmicas e as comunidades educacionais no surgimento da disciplina escolar Biologia.

Corroborando com essa ideia de abordagem da Evolução Biológica como eixo central e unificador dos conceitos biológicos, Meyer e El-Hani (2005) escrevem que:

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

Concordando também com essa ideia, Santos e Calor (2007) afirmam que por ser o arcabouço estrutural das Ciências Biológicas, a teoria da evolução pode funcionar também como o princípio organizador do ensino de Biologia.

No que se refere à relevância da contribuição do ensino da Evolução Biológica para o aprendizado da Biologia, Carneiro afirma que:

Detectar as ideias distorcidas de docentes e discentes a respeito do tema Evolução Biológica tem sido considerado fundamental para a compreensão dos conceitos centrais da Biologia, deve ter como objetivo atender as questões básicas de entendimento e contextualização a respeito do que se ocupa a Biologia Evolutiva (CARNEIRO, 2004, p.1).

Nesse sentido, tendo em vista a relevância do tema proposto, as Orientações Curriculares Nacionais para o Ensino Médio caracterizam o ensino da Evolução Biológica como:

Um tema de importância central no ensino de Biologia é a origem e evolução da vida. Conceitos relativos a esse assunto são tão importantes que devem compor não apenas um bloco de conteúdos tratados em algumas aulas, mas constituir uma linha orientadora das discussões de todos os outros temas (Orientações Curriculares Nacionais para o Ensino Médio, 2008, p. 22).

A respeito do aprendizado do processo evolutivo e da sua amplitude de sentido para os alunos, Bizzo (1995), afirma que o processo evolutivo biológico apresenta um sentido mais amplo para os estudantes do que aquele que é adotado na Biologia. Para os jovens, ele é associado à modificação, ao amadurecimento e a utilidade. Para alguns, compreende ainda evolução cultural, e esta seria sinônimo de aprendizagem.

Ainda segundo as ideias dos estudantes a respeito do evolucionismo, Krasilchik (2008, p. 31) afirma que: “As respostas estão sempre associadas à evolução humana, e a imagem de Charles Darwin como cientista esta profundamente integrada à teoria da evolução”.

Concluimos aqui as considerações sobre as contribuições do ensino da Evolução ao aprendizado da Biologia, reiterando que todos os autores citados são unânimes quando se refere à ideia de Evolução como tema norteador de todo aprendizado da Biologia. Como vimos, são numerosas as pesquisas em torno dessa ideia de evolução como área unificadora e central do conhecimento biológico.

1.2 Dificuldades no ensino e aprendizagem da Evolução Biológica

No campo das discussões referentes às dificuldades do ensino e aprendizagem da Evolução Biológica, estão sem dúvida a forte influência das concepções religiosas e os equívocos conceituais. De um modo geral, a influência de concepções religiosas persiste no processo de ensino e aprendizagem, de tal modo que o ensino do evolucionismo caracteriza-se como verdadeiro desafio para professores do Ensino Médio, visto que alguns se recusam até a fazer uma abordagem da teoria evolucionista e outros ainda, quando fazem tal abordagem, acabam enfrentando a resistência por parte das religiões. Referente a essa

resistência religiosa e a não abordagem do tema proposto, Lucena e Gaspar (2004), citando Goederte, escrevem:

O ensino desse tema nas escolas, em geral, é considerado como um momento tenso para os professores de Ciências e Biologia, por ser um espaço propício ao surgimento da polêmica entre criacionismo e evolucionismo. Em razão disso, alguns professores optam por não abordar a polêmica e tratam a Evolução Biológica como a única explicação para a origem das espécies (GOEDERTE apud LUCENA e GASPAS, 2004. p. 51).

A esse respeito, Santos (2002, p. 32) escreve que: “A Explicação concebida por Darwin é naturalista e elimina o agente divino”.

Assim sendo, as dificuldades de ensino da Evolução Biológica oriundas da forte influência das concepções religiosas não é um fenômeno recente. A exemplo disso, Branco (2001) escreve sobre um fato ocorrido em uma pequena cidade norte-americana no século passado:

Em 1925, na pequena cidade de Dayton, no Tennessee, Estados Unidos da América, o professor secundário John Thomas Scopes foi condenado à prisão, após rumoroso processo judicial, pelo fato de ensinar a teoria evolucionista aos seus alunos. Scopes havia infringido recente lei aprovada pelo Congresso estadual que estabelecia ser “ilegal, para um professor da universidade, escolas normal e outros estabelecimentos do estado (...), ensinar uma teoria que negue o relato da Criação divina do homem, tal como revela a Bíblia e ensine, ao contrário, que o homem descenderia de uma ordem animal inferior”. (BRANCO, 2001, p. 6).

Deste modo, entende-se que o ensino da evolução biológica se constitui como um tema bastante desafiador para os educadores, tendo em vista que ao longo dos anos, ensinar uma teoria que se contrapõem ao relato do criacionismo ainda hoje vigente, torna-se uma tarefa difícil e meticulosa, diante do alto grau de polêmica gerado pelo tema proposto.

Sabe-se atualmente que há muitas dificuldades no ensino e aprendizagem do Evolucionismo em escolas públicas. Visto que, ele se apresenta como um tema árido que envolve questões religiosas e intimamente ligadas às concepções prévias dos estudantes, e isso fica mais evidente quando Santos (2002) escreve sobre o ensino da Evolução, ressaltando que as barreiras para a compreensão da teoria evolutiva estão atreladas ao contexto no qual os estudantes vivem, e às suas explicações metafísicas e concepções históricas que subsistem no universo cotidiano.

Não se pode, também, ignorar que a abordagem tradicional nas escolas brasileiras muitas vezes não trata os temas referentes à evolução biológica de maneira adequada, especialmente quando restringe seus conteúdos a uma visão limitada e descontextualizada tanto em termos históricos quanto conceituais. (SANTOS e CALOR, 2007).

Ainda sobre as dificuldades do ensino da Evolução Biológica, Santos (2002, p. 20) alega que: “a teoria evolutiva já é divulgada de maneira distorcida para o público, e versões muito simplistas do desenvolvimento das formulações teóricas são apresentadas aos estudantes”.

Refletindo sobre as dificuldades dos professores na abordagem da teoria da evolução em sala de aula, Santos e Calor (2007) esclarecem que:

Ao tratarem da teoria da evolução, algumas das maiores dificuldades dos professores e dos alunos relacionam-se à (1) assimilação da dimensão temporal das mudanças evolutivas, (2) reconhecimento da importância do pensamento populacional, (3) impossibilidade de descobrir os verdadeiros grupos ancestrais dos organismos, (4) ideia de progresso na evolução e (5) relações genealógicas entre o homem e os demais animais. Essa lista converge com falsas concepções divulgadas pela mídia, as quais ecoam no ensino de biologia, dando origem a um ciclo sem fim de más interpretações. (SANTOS e CALOR, 2007, p. 2).

Ainda a respeito disso, Carneiro (2004) alega que estudos já realizados apontam problemas como a desarticulação com os demais temas das Ciências Biológicas, forte influência de concepções religiosas e a presença de equívocos conceituais, que comprometem, tanto para professores como alunos, o entendimento dos processos evolutivos biológicos.

Ainda sobre os equívocos conceituais, Tydon e Vieira (2009), afirmam que o reconhecimento dos equívocos dos professores sobre o processo evolutivo é necessário dado a forte possibilidade de que vários deles, inconscientemente, apresentarem concepções lamarckistas.

A respeito desses equívocos conceituais, Carneiro (2004) afirma que: O fato de a Evolução Biológica ser apresentada aos alunos de ensino médio de modo fragmentado, impregnada de ideologias e com distorções das informações científicas atualmente aceitas, gera a necessidade de esta ser efetivamente trabalhada nas escolas de forma clara e precisa, fazendo integração com diversos outros conhecimentos (CARNEIRO, 2004).

Sendo assim, as ideias distorcidas e a não correção conceitual sobre o Evolucionismo também estão relacionadas com as concepções essencialistas do educando e do educador. A esse respeito, Santos (2002) escreve que estudantes que retêm noções essencialistas irão inevitavelmente explicar as mudanças orgânicas relacionando-as ao uso/desuso, necessidades, direção e perfeição.

Ainda na esteira da correção conceitual, de acordo com Carneiro (2004), citando as palavras de Bizzo, as pesquisas têm mostrado que os estudantes do Ensino Médio possuem concepções alternativas ligadas ao senso comum que persistem mesmo após anos de instrução (BIZZO apud CARNEIRO, 2004).

No âmbito das dificuldades sobre a compreensão da Evolução Biológica, Chamary (2019), afirma que parte da problemática referente à compreensão da teoria da evolução está na diferença entre a terminologia popular e a científica. Sendo assim, é imperativo no ensino de Evolução Biológica, definir os conceitos científicos, contrapondo as concepções cotidianas e as científicas, tendo muito cuidado ao utilizar termos como adaptação (CARNEIRO, 2004).

Portanto, trabalhar os conceitos científicos com correção conceitual implica, entre outros aspectos, estar atento a essas possíveis confusões terminológicas e a significados de senso comum. A linguagem científica não é a linguagem cotidiana, e a percepção de que se trata de contextos diferenciados é de fundamental importância no processo (dialógico) de ensinar e aprender Ciências. (MARTINS, 2010)

Enfim, ainda é preciso dizer que as pesquisas em torno da qualidade do ensino de Evolução têm levado os pesquisadores a buscarem meios de minimizar as dificuldades, e com relação a essas pesquisas sobre a qualidade do ensino, Tydon e Vieira (2009) escrevem que: diversos profissionais, no mundo todo, se preocupam com a qualidade do ensino da evolução biológica. No Brasil, esse assunto é objeto de reflexão do governo, de diversos tipos de associações, e de educadores.

Todavia, acreditamos que quanto mais acessível estiver a informação para os estudantes, mais fácil será a abordagem e o entendimento do tema proposto, visando à correção conceitual e o ensino objetivo desse tema norteador de todo o conhecimento biológico.

1.3 O modelo de mudança conceitual e a construção do conhecimento

Com a finalidade de compreender como ocorre a evolução conceitual durante o processo de ensino e aprendizagem, ganhou espaço no panorama educacional pesquisas sobre a “Teoria da mudança conceitual” caracterizada como uma influente forma de construtivismo. Parece adequado começar aqui o levantamento de algumas considerações relevantes sobre essa teoria. Para tanto, apresentamos ao contexto alguns pontos importantes que delimitaram a relevância do tema proposto na construção do conhecimento, bem como a necessidade de salientar que durante o processo de ensino e aprendizagem, como aponta Matthews (1994a), o conhecimento é uma construção do sujeito, e não algo que ele possa receber do meio, como também, o ato de conhecer é um processo de adaptação, que organiza o mundo das experiências, mas não conduz à descoberta de uma realidade dada, independente da mente que conhece.

De acordo com Geelan (1997), a pedagogia da mudança conceitual está associada ao construtivismo pessoal, que, como o nome indica, enfatiza a dimensão pessoal da aprendizagem. Muitos métodos construtivistas de instrução e a maior parte da literatura sobre mudança conceitual são classificados a partir da tipologia de Geelan na categoria pessoal-objetivista, que se preocupa primordialmente com o ensino de ciências e não com a epistemologia, tendendo assim, a considerar o conhecimento científico como um corpo de noções dadas que devem ser aprendidas pelos alunos, mesmo que às custas de um rompimento com suas ideias anteriores (EL-HANI e BIZZO, 2000).

A respeito de como o sujeito constrói o conhecimento por intermédio do ensino construtivista, Mortimer (2000) afirma que:

A questão central da epistemologia piagetiana é determinar como o sujeito constrói seu conhecimento, como melhora suas noções, passando de um estágio inferior a um estágio superior de conhecimento. Esta também tem sido a questão central do programa de pesquisa em ensino construtivista: como se passa de um conhecimento incompleto e parcial ao conhecimento científico (MORTIMER, 2000, p. 40).

Cabe ressaltar, logo aqui, que para atender a uma visão construtivista de ensino e aprendizagem pautada na importância das concepções prévias dos estudantes na construção do conhecimento, há de acordo com Mortimer (1996,

p. 22), “um modelo de ensino para lidar com as concepções dos estudantes e transformá-las em conceitos científicos: o modelo de mudança conceitual.” Segundo Posner *et al.* (1982), o modelo da mudança conceitual surgiu de uma analogia entre o crescimento do conhecimento científico e a aprendizagem da ciência.

No que se refere à ocorrência da mudança conceitual, Santos (2002) afirma que um dos aspectos centrais para que ocorra mudança conceitual é a oportunidade de interação entre os estudantes e estes com seus professores.

Sobre os componentes principais do modelo de mudança conceitual, Mortimer afirma que “o modelo de mudança conceitual tem dois componentes principais: as condições que precisam ser satisfeitas para que haja acomodação do novo conceito e a ecologia conceitual do indivíduo.” (MORTIMER, 2000, p. 37).

Referente às condições da mudança conceitual, Posner e colaboradores (1982) descrevem quatro condições que parecem serem aspectos comuns na maioria dos casos de acomodação de um novo conceito: inteligibilidade, plausibilidade, fertilidade e insatisfação.

Ainda no que se refere às condições da mudança conceitual, Hewson e Thorley (1989) consideram que quando uma concepção é inteligível para um indivíduo, ele é capaz de compreender o que ela significa. Tal concepção será também plausível, caso pareça ter a capacidade de solucionar as anomalias com as quais se defronta uma concepção anterior e será também fértil, se o indivíduo considerar que ela traz algo de valioso para ele.

Uma concepção é fonte de insatisfação quando é contra-intuitiva, pouco plausível ou fértil, ou ainda quando cria dificuldades ou bloqueia suas possibilidades de compreensão (HEWSON e THORLEY, 1989).

Com efeito, “o conjunto das quatro condições descritas no modelo da mudança conceitual constitui a condição suficiente para uma acomodação.” (EL- HANI E BIZZO, 2000 p. 5).

“No processo de acomodação, entendido como o processo no qual a contradição entre a nova ideia e as já existentes é superada, deve haver a diminuição do status da concepção prévia do aprendiz e o aumento do status da nova ideia.” (MORTIMER, 2000, p. 39)

Compreendemos que uma melhor investigação de como essas referidas concepções ocorre, podem, frutiferamente, acarretar em mudanças no enfoque de

metodologias e no trabalho docente, com o objetivo de desenvolver abordagens eficazes no processo cognitivo, a partir de estratégias de ensino preocupadas em promover mudanças conceituais.

Desse modo, a abordagem e a investigação da ocorrência de concepções, poderão certamente, a médio e longo prazo, implicar em um avanço na prática docente. Os docentes formados a partir dessa perspectiva estariam, portanto, estimulados a desenvolverem uma prática mais eficiente na mediação da construção do conhecimento, implicando na promoção de situações que despertem o protagonismo dos estudantes na construção do conhecimento.

Todavia a implantação de estratégias de ensino voltadas para a promoção de mudanças conceituais enfreta resistências. Há de acordo com Santos (2002) explicações de “senso comum” a respeito da evolução dos seres vivos que são relativamente resistentes à mudança.

Assim sendo, há que se considerar que, de acordo com Hewson e Thorley (1989), o aspecto central do modelo da mudança conceitual reside na modificação simultânea do *status* das concepções alternativa e científica. Ainda de acordo com esses autores, “o modelo de mudança conceitual está relacionado à diminuição ou aumento do status das concepções.” (HEWSON e THORLEY, 1989, p. 542).

Nesse sentido, no que se refere à modificação no status das concepções alternativas e científicas, El-Hani e Bizzo (2000) escrevem que:

O sucesso de uma estratégia para mudança conceitual é diretamente dependente da eficácia com que se consegue estas modificações de *status*. Os aprendizes não abandonam suas concepções alternativas mediante a simples exposição das concepções científicas com as quais elas se encontram em conflito. (EL-HANI e BIZZO, 2000, p. 5).

Enfim, no que se refere à Ecologia Conceitual como componente do modelo de mudança conceitual, Santos (2002) escreve que a ecologia conceitual corresponderia ao conjunto de conhecimentos prévios a partir dos quais outros conceitos podem ser assimilados ou acomodados. Ainda sobre a ecologia conceitual, Posner *et al.* (1982) afirmam que dois aspectos da ecologia conceitual são relevantes no processo de mudança conceitual, as anomalias e as suposições fundamentais a respeito da ciência e o conhecimento, que constituem a base sobre a qual são realizados os julgamentos sobre as novas concepções.

1.3.1 As concepções prévias e os conflitos cognitivos na mudança conceitual

Na esteira das discussões sobre o papel do conflito cognitivo no modelo de mudança conceitual, Santos (2002, p. 28) afirma que um “importante aspecto do modelo de mudança conceitual é a promoção de conflitos cognitivos como alavanca para a reestruturação das ideias do indivíduo.”

Acreditamos que cabe aos professores a introdução de abordagens que estimulem a promoção de conflitos cognitivos, como preconizado pelo modelo de mudança conceitual, bem como mecanismos para a reestruturação de conceitos a partir de estratégias de ensino que visem à promoção da evolução conceitual.

De um modo geral, “uma das condições necessárias para que haja conflito cognitivo é que os estudantes conheçam suas explicações e se sintam insatisfeitos com elas” (SANTOS, 2002, p. 29). Ainda de acordo com Santos (2002), diante da insatisfação, o sujeito aceitaria o conceito ou a teoria científica apresentada na escola, reorganizando sua rede conceitual, ou seja, abandonaria suas explicações cotidianas.

Nesse contexto, a autora enfatiza que a mudança conceitual aconteceria em função de um conflito cognitivo, ou seja, quando o estudante percebesse que suas ideias não explicavam dados empíricos, evidências ou fenômenos propostos em atividades didáticas. (SANTOS, 2002).

Nessa direção, El-Hani e Bizo (2000) destacam que uma das estratégias que podem ser usadas para ocorrência de uma mudança conceitual é a proposição de situações conflitivas, cujo propósito é produzir no estudante uma insatisfação com suas concepções prévias.

Também nesse sentido, Krasilchik (2008) destaca que, um primeiro passo para conseguir a mudança conceitual é fazer com que os estudantes tenham dúvidas sobre a correção e propriedade de seus conceitos, não porque uma autoridade impõe, mas porque uma real dúvida e insatisfação se instalam neles por meio do professor, pelos colegas ou por algum evento.

Parece-nos importante ressaltar que no processo de mudança conceitual há uma relação direta entre a explicitação das ideias prévias e o conflito cognitivo. Cabe ainda esclarecer que “as ideias prévias do estudante são fundamentais ao processo de ensino-aprendizagem, já que só se aprende a partir do que já se sabe” (MORTIMER, 2000, p. 41).

Como se pode perceber, há uma preocupação imediata a respeito da valorização e levantamento das ideias prévias dos estudantes durante o processo de ensino e aprendizagem, a partir de estratégias de ensino que promovam mudanças conceituais por meio do conflito cognitivo.

As situações conflitivas têm um papel fundamental no modelo da mudança conceitual. Elas resultam da incapacidade do sujeito de resolver problemas produzidos em sua interação com o meio, sendo utilizadas como ferramentas para a diminuição do status das concepções prévias. (EL-HANI e BIZZO, 2000, p. 6)

Ainda referente às situações conflitivas, Mortimer (2000, p. 40) destaca que: “A maioria dos autores que optam por explicitar as ideias prévias dos estudantes lança mão do conflito cognitivo como estratégia para mudança conceitual, se baseando, explícita ou implicitamente, na teoria piagetiana da equilibração.”

“O processo pelo qual o indivíduo constrói conhecimento é chamado de equilibração.” (MORTIMER, 2000, p. 42).

De acordo Santiago (2018), durante o processo de ensino e aprendizagem, o professor como mediador tenta se aproximar das concepções prévias do sujeito provocando a desequilibração das ideias e nesse momento de instabilidade, novos elementos são oferecidos, permitindo que a mudança conceitual possa ocorrer a partir da reorganização e equilibração de novas ideias.

Segundo Mortimer (2000), para Piaget, o processo de equilibração é desencadeado quando o sistema cognitivo individual reconhece uma perturbação, que pode ser gerada por conflitos ou lacunas.

Contudo, há que se considerar não só o conflito cognitivo como crucial na promoção de mudanças conceituais, mas também as lacunas, proporcionando dessa forma, perturbações que levem a promoção de mudanças conceituais.

Assim sendo, a necessidade premente de produção de estratégias voltadas para a mudança conceitual, a partir de conflitos cognitivos e lacunas fez com que surgisse a urgência de se repensar a prática docente a partir da explicitação de ideias prévias.

Seundo Mortimer (2000) para Piaget, a lacuna passa a ser uma perturbação quando se trata da ausência de um objeto ou das condições de uma situação que seriam necessárias para realizar uma ação, ou, ainda, da carência de um conhecimento indispensável para se resolver um problema.

Fazendo uma reflexão referente à absorção das perturbações pelo sistema cognitivo, Mortimer (1992) afirma que: o aumento de conhecimento só é efetivo quando o sistema cognitivo absorve as perturbações, atingindo um novo estado de equilíbrio diferente e superior ao anterior, uma vez que incorporou a perturbação como algo dedutível ou previsível. “É evidente que uma estratégia de ensino baseada em perturbações só será efetiva se o desequilíbrio criado levar a uma acomodação da ideia perturbadora.” (MORTIMER, 2000, p. 44). O autor ainda enfatiza que: Para que a perturbação conduza o estudante a um progresso no seu conhecimento é necessária uma construção compensatória, em que as lacunas sejam preenchidas por reforços e os conflitos corrigidos. (MORTIMER, 2000).

Por fim, como já antes mencionado, o reconhecimento da importância dos papéis do conflito e da explicitação das ideias prévias para a ocorrência de mudança conceitual, fez com que surgisse a necessidade de se repensar a prática docente a partir da análise criteriosa desses mecanismos, com o intuito de proporcionar a evolução conceitual através de estratégias de ensino preocupadas em promover mudanças conceituais.

Há, contudo, a necessidade também de se resaltar o papel das lacunas como perturbações no desencadeamento do processo de equilibração no que diz respeito à construção do conhecimento.

1.3.2 Modos de evolução conceitual

Dentre os modos de evolução conceitual, Posner e colaboradores (1982) apontam dois: a assimilação, por eles comparada à ciência normal Kuhniana, na qual os estudantes utilizam-se de conceitos preexistentes para lidar com novos fenômenos; e a acomodação, que seria análoga às revoluções científicas.

De acordo com Hewson (1981), a troca conceitual, corresponde à acomodação, em que há uma reestruturação profunda da ecologia conceitual, ocorrendo ruptura do indivíduo com suas concepções prévias, e a captura conceitual, corresponde à assimilação, em que a ecologia conceitual é preservada em seus aspectos mais fundamentais, sendo apenas enriquecida com novas concepções.

A esse respeito, Krasilchik (2008) ressalta que a evolução deve resultar de um conflito determinado com frequência pela insatisfação com as ideias existentes e pela adição de novas ideias, levando a uma reorganização de conceitos que sejam mais satisfatórios e coerentes para explicar determinadas situações.

Em consequência da necessidade de compreensão de como ocorre o rompimento dos estudantes com as suas ideias prévias a partir do conflito, Hewson e Thorley (1989) afirmam que concepções conflitantes não podem ser simultaneamente plausíveis para uma mesma pessoa. “A não ser que ela se encontre em meio a um processo de evolução conceitual. Em nossa visão, é possível que crenças contraditórias convivam na ecologia conceitual de um indivíduo, desde que sejam empregadas em contextos diferentes.” (EL-HANI e BIZO, 2000, p. 7).

Sobre a coexistência de crenças contraditórias na ecologia conceitual de um indivíduo, Matthews (1994b) afirma que:

Não há qualquer dúvida de que subjetivamente, dentro de um indivíduo, todos os tipos de visões de mundo mutuamente podem coexistir. Os indivíduos frequentemente não têm consciência das contradições. Mesmo quando as contradições entre compromissos intelectuais são aparentes, os indivíduos podem viver com enormes quantidades de dissonância cognitiva. (MATTHEUS, 1994b, p. 185)

Para Mortimer (1994, 1995, 1996), quando o cotidiano de sala de aula se torna palco de situações conflitantes entre visões de mundo dos estudantes e as concepções científicas, a alternativa mais racional não parece ser a de forçá-los a optarem, mediante conflitos cognitivos, mas a de reconhecer e explicitar domínios particulares do discurso de cada um em que as concepções científicas e as ideias dos estudantes têm, cada qual no seu contexto, alcance e validade.

Ainda de acordo Mortimer (2000), não seria adequado descrever o processo de ensino como uma substituição das ideias prévias dos alunos por ideias científicas. Esse contexto impôs Mortimer a buscar um modelo teórico alternativo para a análise da evolução conceitual em sala de aula.

Esse modelo deveria admitir a possibilidade de se usar diferentes formas de pensar em diferentes domínios e, ainda, permitir que a construção de uma nova ideia pudesse, em algumas situações, ocorrer independentemente das ideias prévias e não necessariamente como uma acomodação de estruturas conceituais já existentes. (MORTIMER, 2000, p. 66-67)

Trataremos deste assunto e de como ele é importante na análise da evolução conceitual em sala de aula, que é o objetivo principal desse trabalho, a seguir.

1.4 O modelo de mudança de perfis conceituais como instrumento de análise da evolução conceitual em sala de aula

Esta nova perspectiva de proposição de estratégias de ensino voltadas para a reestruturação de ideias e evolução conceitual, inspirou um movimento de crítica dos pressupostos psicológicos e filosóficos das estratégias de ensino voltadas para a mudança conceitual. Em razão da necessidade de análise da evolução conceitual, foi proposto o modelo de mudança de perfis conceituais por Mortimer, como um modelo alternativo. Sobre este tema, a seguir, apresentamos o ponto de vista apontado por Eduardo Fleury Mortimer e outros pesquisadores.

A respeito das críticas aos pressupostos psicológicos e filosóficos das estratégias de ensino para a mudança conceitual, Mortimer (1996) escreve que uma das características que um grande número de estratégias de ensino-aprendizagem parece ter, explícita ou implicitamente, em relação às ideias prévias dos estudantes, é a expectativa de que essas ideias deverão ser abandonadas e/ou subsumidas no processo de ensino.

Mortimer (1996) relata que resultados sobre mudança conceitual mostraram que estudantes não abandonam facilmente suas concepções informais, mas elas persistem mesmo após os anos de escolaridade.

A respeito disso, Solomon, afirma que “não há meios para se extinguir as noções cotidianas” (SOLOMON, 1983. p. 49-50).

Linder (1993), por sua vez, questiona os modelos de mudança conceitual que têm como finalidade fazer com que o estudante abandone uma concepção e abrace uma concepção alternativa.

Contudo, no processo de ensino e aprendizagem, segundo Mortimer (1996), a noção de perfil conceitual permite entender a evolução das ideias dos estudantes em sala de aula não como uma substituição de ideias alternativas por ideias científicas, mas como a evolução de um perfil de concepções, em que as novas ideias adquiridas passam a conviver com as ideias anteriores.

De acordo com a perspectiva do perfil conceitual, no processo de ensino-aprendizagem, a construção de significados para conceitos científicos pode ser vista como uma incorporação de novos modos de pensar a um perfil conceitual do aluno que já existia. (SILVA e AMARAL, 2013, p. 55)

Ainda segundo Silva e Amaral (2013), o estudante pode apresentar uma maneira de pensar não científica em seu cotidiano, sabendo que, em um contexto científico, aquela concepção é insuficiente.

A respeito das transformações das ideias alternativas em ideias científicas, Mortimer (1996) afirma que as ideias alternativas dos estudantes poderão ser transformadas em ideias científicas, desde que expostas a situações conflitantes, normalmente propiciadas por “experimentos cruciais”. O autor comenta ainda que, o monitoramento desse processo levará à superação do conflito, seja pelo abandono das ideias anteriores, seja por sua subsunção as ideias científicas, de maior poder.

Além disso, nos casos em que as ideias alternativas são claramente antagônicas ou conflitantes com os conceitos científicos, recorre-se aos chamados “experimentos cruciais” na tentativa de criar uma insatisfação com as ideias prévias e favorecer a construção do conhecimento científico. (MORTIMER, 1996, p. 24)

Para encerrarmos essa seção, vale destacar as palavras de Mortimer (1996) a respeito da relação da evolução das concepções dos estudantes no cotidiano de sala de aula como uma mudança de perfil conceitual, ao comentar que:

A tentativa de descrever a evolução das ideias dos estudantes como uma mudança de perfil conceitual é, portanto, uma maneira de descrever um conjunto específico de ideias num espaço social bem determinado – a sala de aula – usando questões apropriadas para o processo de ensino e para se ter acesso às ideias dos estudantes nesse contexto escolar (MORTIMER, 1996, p. 34)

Até aqui, destacou-se a importância da explicitação das concepções prévias e do conflito cognitivo como ferramentas indispensáveis na mudança conceitual, como preconizado pelo modelo de mudança conceitual, bem como também, o papel fundamental do modelo de mudança de perfis conceituais como instrumento de análise da evolução conceitual em sala de aula. Trataremos a seguir, de alguns aspectos sobre Sequência de Ensino Investigativa e o seu potencial como proposta pedagógica na busca da promoção da evolução conceitual.

1.5 Sequências de Ensino Investigativas como estratégia didática para a promoção da evolução conceitual

Abordaremos, nesta seção, as Sequências de Ensino Investigativas (SEI), com a finalidade de proporcionar abordagens didáticas direcionadas para as aulas de Biologia do Ensino Médio que permitam a construção de aprendizagens significativas e que ocasionem a evolução conceitual. Assim, faremos uma breve discussão referente aos aspectos das atividades-chave de uma Sequência de Ensino Investigativa.

De acordo com Carvalho (2013), as Sequências de Ensino Investigativas (SEIs) devem proporcionar um conjunto de atividades-chave, como a proposição inicial de um problema contextualizado, que pode ser experimental ou teórico, seguido do levantamento e testagem de hipóteses pelos estudantes, para que eles passem da ação manipulativa para a intelectual e estruture o pensamento por meio da argumentação discutida com seus colegas e com o professor, mediante uma sistematização.

Cabe ressaltar que a proposição das referidas atividades-chave mencionadas anteriormente, refletem, sem dúvida, na eficácia da proposição de Sequências de Ensino Investigativas e marcam assim, todo o processo de Ensino por Investigação. Nesse sentido, a utilização dessas atividades apresenta-se como instrumento de extrema importância na estruturação do pensamento e na construção do conhecimento.

Ainda sobre as Sequências de Ensino Investigativas, Carvalho (2013) alega que elas não só sistematizam resultados relevantes nas pesquisas em ensino de Física e Ciências, mas também consistem em referências essenciais para o planejamento de aulas com objetivos específicos a serem desenvolvidas em qualquer área do conhecimento, transformando-se em atividades mais motivadoras e significativas para alunos e professores.

Já no que se refere a potenciais e perspectivas de promoção da evolução conceitual a partir da execução de uma sequência didática como um modelo de instrução adequado para a promoção da evolução conceitual, Millar (1989) e Gil-Pérez (1993), afirmam que: É comum que modelos de instrução sejam derivados diretamente das ideias construtivistas referentes à aprendizagem, resultando em

propostas pedagógicas que buscam promover a evolução conceitual com o seguinte procedimento: explicitação das concepções prévias dos alunos; esclarecimento e intercâmbio de ideias entre os aprendizes; criação de conflitos cognitivos; construção de novas ideias; e revisão do progresso alcançado e aplicação do que foi aprendido em outros contextos.

CAPÍTULO II

2 Desenho Metodológico

Neste segundo capítulo, abordaremos aspectos metodológicos da pesquisa, caracterizando-a quanto à maneira de abordagem, objetivos, procedimentos técnicos e também obtenção, registro e análise dos dados. Explicaremos a opção pelo *locus* de investigação, expondo as peculiaridades que o tornam apropriado para os objetivos sugeridos; apresentaremos o perfil dos sujeitos participantes; abordaremos o procedimento de intervenção e a estrutura teórica e metodológica que lhe dá base, assim como os recursos e meios para a sua execução. Finalmente, trataremos sobre os instrumentos usados para coleta dos dados, e sobre os embasamentos de análise do material coletado.

2.1 Ética em pesquisa

Os métodos para a realização da presente pesquisa estiveram de acordo com as normas que regem e regulamentam as pesquisas em seres humanos, aprovadas pela Resolução número 466/12 do Conselho Nacional de Saúde. O referido projeto foi submetido ao Comitê de Ética em Pesquisa do Centro de Ciências da Saúde da Universidade Federal da Paraíba.

A pesquisa contou com o *Termo de consentimento livre e esclarecido* e com o *Termo de Assentimento Livre e Esclarecido*, que delimitam as condutas do pesquisador e do participante, mantendo a integridade de ambas as partes. A participação aconteceu de livre e espontânea vontade, de maneira sigilosa, conservando oculta a identidade dos participantes.

2.2 Caracterização da pesquisa

Perante o objetivo geral e as metodologias adotadas na pesquisa, a classificamos como uma pesquisa-ação, estabelecida numa abordagem quali-quantitativa. Portanto, conforme seus objetivos, classificamos a pesquisa como pesquisa-ação, uma vez que, como destaca Prestes (2008):

Esse tipo de pesquisa é aquele voltado para a intervenção na realidade social. A pesquisa-ação caracteriza-se por uma interação efetiva e ampla entre pesquisadores e pesquisados. Seu objeto de estudo se constitui pela situação social e pelos problemas de naturezas diversas encontrados em tal situação. Ela busca resolver e/ou esclarecer a problemática observada, não ficando em nível de simples ativismo, mas objetivando aumentar o conhecimento dos pesquisadores e o nível de consciência dos pesquisados. (PRESTES, 2008, p. 25).

Justificamos a opção metodológica pela abordagem quali-quantitativa em decorrência da dinamicidade e da complexidade do fenômeno analisado, uma vez que este se manifesta prontamente no cotidiano de sala de aula; por recomendar a valorização da explicitação das ideias prévias dos sujeitos participantes e a promoção de conflitos cognitivos como alavanca para a reestruturação das ideias; e, principalmente, por promover estratégias de ensino e aprendizagem que se preocupam em proporcionar a análise da evolução conceitual, conforme assinalam SANTOS (2002), EL-HANI e BIZO (2000) e MORTIMER (2000).

Conforme destaca Minayo (2008), na pesquisa qualitativa o importante é a objetivação, pois durante a investigação científica é preciso o reconhecimento da complexidade do objeto de estudo, rever criticamente as teorias sobre o tema, estabelecer conceitos e teorias relevantes, usar técnicas de dados adequadas e, por fim, analisar todo o material de forma específica e contextualizada. Já para a pesquisa quantitativa, Minayo (2008) destaca que o objetivo é o de mostrar dados, indicadores e tendências, ou produzir modelos teóricos abstratos com elevada aplicabilidade prática.

2.3 O *locus* investigado

A investigação teve lugar na temática da Evolução Biológica, na disciplina *Biologia* oferecida no curso de Ensino Médio Integral da Escola de Referência em Ensino Médio Alfredo de Carvalho (EREMAC) da Rede Estadual de Educação de Pernambuco, no município de Triunfo, localizado no alto sertão do Pajeú

A temática da Evolução Biológica, abordada na disciplina de Biologia, é dirigida tradicionalmente, a alunos do 3º (terceiro) Ano do Ensino Médio. No entanto, como destaca Marandino (2009), desde que a Evolução assumiu uma posição central nas Ciências Biológicas, tanto os pesquisadores do ensino quanto os professores da educação básica passaram a reconhecer a importância dessa

temática nas disciplinas escolares Ciências e Biologia. Ainda referente à posição central da Evolução nas Ciências Biológicas, Marandino (2009) comenta que:

Isso se expressa, por exemplo, nos documentos curriculares oficiais – tais como os Parâmetros Curriculares Nacionais para os ensinos fundamental e médio – e na produção de autores nacionais e estrangeiros, os quais reafirmam a influência da teoria da Evolução na organização dos currículos escolares. (MARANDINO, 2009, p. 29)

Uma vez determinado o *locus* da pesquisa, justificamos a opção do ambiente físico em que aquele se realiza: a Escola de Referência em Ensino Médio Alfredo de Carvalho (EREMAC). A escola estabeleceu-se na Avenida Frei Fernando, s/s, município de Triunfo, situado no alto sertão do Pajeú, interior do Estado de Pernambuco, e nela são oferecidos, atualmente, o curso de Ensino Médio para 430 alunos da cidade e da zona rural. Este se configurou como um ambiente mais adequado para a realização da pesquisa, uma vez que, além de ser familiar ao professor/pesquisador – professor efetivo da instituição –, sua atuação de destaque na região como instituição de ensino se caracterizou como ponto favorável para a escolha da instituição como ambiente adequado para a realização das intervenções didático-pedagógicas.

Além do mais, esta Instituição esteve ciente (Cf. ANEXO B) de suas co-responsabilidades como Instituição Colaboradora do presente trabalho de pesquisa, e de seu compromisso em verificar o seu desenvolvimento para que fosse possível cumprir os requisitos da Resolução CNS 466/12 e suas Complementares, como também, no resguardo da segurança e bem estar dos participantes da pesquisa nela recrutados, dispondo de infraestrutura necessária e adequada para a garantia de tal segurança e bem estar.

Portanto, acreditamos que, em razão do maior nível de familiaridade com o recinto, o professor/pesquisador teve a possibilidade de examiná-lo com maior detalhe e o alinhamento de quem conhece suas potencialidades e realidades, garantido assim, uma melhor imersão na realidade em estudo, atendendo deste modo, com rigidez, aos critérios característicos de uma pesquisa que se propôs do tipo pesquisa-ação.

2. 4 Perfil dos sujeitos da pesquisa

Os sujeitos da pesquisa foram 20 (vinte) estudantes de uma turma do 3º Ano do Ensino Médio com idades entre 16 (dezesseis) e 18 (dezoito) anos. Escolhemos os 20 sujeitos pesquisados segundo o critério da apresentação da boa frequência na disciplina. Os sujeitos concordaram em tomar parte da pesquisa a pedido do professor/investigador e mediante as assinaturas do *Termo de Assentimento Livre e Esclarecido* pelos estudantes (Cf. APÊNDICE A) e do *Termo de Consentimento Livre e Esclarecido* pelos pais ou responsáveis dos estudantes (Cf. APÊNDICE B) que garantiram o sigilo de suas identidades e permitiu a coleta de dados da pesquisa no segundo semestre de 2019.

Os termos também esclarecem as finalidades a que se propõem os dados coletados e faz do professor/pesquisador o responsável pela execução dos seus termos. Além de explicar que a participação de cada um na pesquisa era de fundamental importância, mas seria voluntária, não cabendo nenhuma obrigação de fornecer as informações e/ou colaborar com as atividades solicitadas pelo pesquisador, se não concordassem com os termos da pesquisa. E solicitava ainda, a autorização para apresentar os resultados deste estudo em eventos científicos ou divulgá-los em revistas científicas.

O perfil dos sujeitos participantes foi definido a partir do preenchimento dos *Dados de Identificação dos questionários pré e pós-teste* (Cf. APÊNDICE C) disponibilizado a todos os 20 (vinte) estudantes pesquisados.

Deste modo, quanto ao sexo dos participantes, temos uma distribuição não equilibrada com 14 estudantes do sexo feminino (70%) e 6 estudantes do sexo masculino (30%). Todos os estudantes eram alunos do curso de Ensino Médio Integral da Escola de Referência em Ensino Médio Alfredo de Carvalho (EREMAC), pertencete ao Programa de Educação Integral do Estado de Pernambuco, ainda que seja conveniente destacar que nem todos residem na cidade – a implantação do Programa de Educação Integral provocou uma espécie de “êxodo dos estudantes” desde o princípio; uma boa parte dos estudantes chega dos municípios circunvizinhos, ou da zona rural. Sendo assim, entre os pesquisados, 13 alunos (65%) eram oriundos da zona urbana e, 7 alunos (35%) eram da zona rural.

2.5 Coleta de dados: ferramentas e procedimentos

O foco principal desta pesquisa consistiu na análise da evolução conceitual da Evolução Biológica no processo de ensino e aprendizagem em sala de aula. Com o propósito de alcançar este objetivo e outros mais específicos apresentados anteriormente nesse trabalho, além de garantir a credibilidade dos dados coletados nessa pesquisa, utilizamos de uma série de instrumentos e procedimentos metodológicos:

- **Primeiro procedimento:** Investigação das concepções prévias dos sujeitos por meio da aplicação de questionário pré-teste;
- **Segundo procedimento:** Proposição de uma Sequência de Ensino Investigativa (SEI) como proposta didática para proporcionar a Evolução Conceitual na temática Evolução Biológica.
- **Terceiro procedimento:** Aplicação de questionário pós-teste para a investigação de possíveis evoluções conceituais dos participantes da pesquisa.
- **Quarto procedimento:** Desenvolvimento de um produto final (Sequência de Ensino Investigativa como proposta didática para proporcionar a Evolução Conceitual na temática Evolução Biológica) com orientações para apoio dos professores em sala de aula.

Assim sendo, o presente trabalho: “ENSINO E APRENDIZAGEM DE EVOLUÇÃO BIOLÓGICA: Uma análise da evolução conceitual em sala de aula”, apresentado como um estudo de caráter metodológico, procura estabelecer a referida pesquisa no panorama dos trabalhos que discutem o processo de ensino e aprendizagem de Evolução Biológica por meio do modelo de mudança conceitual proposto por Posner *et al.* (1982).

Com a finalidade de levantar informações sobre o conjunto de conhecimentos prévios que constituem a ecologia conceitual dos estudantes/sujeitos da pesquisa, conhecimentos esses, que de acordo com Pintrich *et al.* (1993) propiciam o contexto em que a acomodação e a assimilação de novas ideias têm lugar, optamos pela aplicação de um questionário com um conjunto de questões dirigidas à explicitação e análise de concepções dos estudantes participantes. Preparado por

nós, – ao qual nomearemos de *Questionário para Levantamento de Concepções sobre Evolução (QLCE)* –, aplicado como pré e pós-teste (Cf. APÊNDICE C) para averiguar quais as concepções a respeito de Evolução Biológica os sujeitos apresentam e, além do mais, como elas se modificam posteriormente à intervenção.

Para a elaboração do QLCE, optamos por construir um questionário que contou com 3 (três) questões abertas. Elaborado a partir das considerações de Richardson (2017), para quem, os questionários de perguntas abertas caracterizam-se por conter perguntas ou afirmações que levam o entrevistado a responder com frases ou orações. Onde o pesquisador não tem interesse em antecipar as respostas, mas deseja uma maior elaboração das opiniões do entrevistado.

No *Quadro 01*, organizamos as questões de acordo com os conceitos avaliados referentes à Evolução Biológica.

Quadro 1: Conceitos avaliados nas questões.

QUESTÃO	CONCEITO AVALIADO
1. O que é Evolução Biológica para você?	Compreensão referente à Evolução Biológica, possibilitando identificar se o estudante apresenta incorreções em relação ao uso do conceito no contexto científico.
2. Qual o significado da palavra “adaptação” em Biologia?	Compreensão sobre o uso do termo “adaptação” no cotidiano da Biologia, possibilitando o entendimento de como as adaptações interferem na sobrevivência e perpetuação das espécies, como também, verificar se o estudante apresenta incorreções na utilização do conceito no contexto científico.
3. O que você entende por Seleção Natural?	Compreensão referente à Seleção Natural como principal fator, mas não o único que influencia o modo como as populações se modificam, possibilitando identificar se o estudante apresenta incorreções em relação ao uso do conceito no contexto científico.

Fonte: Produção própria.

2.6 Processo interventivo: Sequência de Ensino Investigativa como proposta didática para a promoção da Evolução Conceitual.

Para a efetivação do processo de intervenção, adotamos a proposta do ensino por investigação a partir da utilização de uma Sequência de Ensino

investigativa (SEI), que de acordo com Carvalho (2013), deve apresentar uma sequência de atividades-chave, como a proposição inicial de um problema contextualizado, que pode ser experimental ou teórico, seguido do levantamento e testagem de hipóteses pelos estudantes, para que eles passem da ação manipulativa para a intelectual e estructure o pensamento por meio da argumentação discutida com seus colegas e com o professor.

Desse modo, o processo interventivo procurou seguir as etapas preconizadas pelo ensino por investigação, além também, da utilização de procedimentos de mobilização das concepções prévias, eventuais conflitos cognitivos e da construção de novas concepções como processos que ocupam lugar na mente do aprendiz, sempre que ocorre aprendizagem significativa. (EL-HANI e BIZZO, 2000).

A respeito dos potenciais e das perspectivas de promoção da evolução conceitual a partir da aplicação da sequência didática como um modelo de instrução apropriado para a promoção da evolução conceitual, Millar (1989) e Gil-Pérez (1993), afirmam que: É comum que modelos de instrução sejam derivados diretamente das ideias construtivistas referentes à aprendizagem, resultando em propostas pedagógicas que buscam promover a evolução conceitual com o seguinte procedimento: (i) explicitação das concepções prévias dos alunos; (ii) esclarecimento e intercâmbio de ideias entre os aprendizes; (iii) criação de conflitos cognitivos; (iv) construção de novas ideias; e (v) revisão do progresso alcançado e aplicação do que foi aprendido em outros contextos.

Nesta perspectiva, a partir da proposta de ensino por investigação apresentada por Carvalho (2013) e do modelo de instrução provindos diretamente das ideias construtivistas mencionadas por Millar (1989) e Gil-Pérez (1993), fundamentamos e preparamos a proposta didática, que foi inserida na temática da Evolução Biológica na disciplina de *Biologia* durante o segundo semestre de 2019 em três etapas: aplicação de questionário pré-teste; execução da sequência de ensino investigativa; e aplicação de questionário pós-teste. Com esta disposição, apresentamos a intenção de proporcionar aos sujeitos da pesquisa um contato com conhecimentos que provocariam a explicitação de concepções e a criação de conflitos cognitivos, como mecanismos importantes para o processo de evolução conceitual.

A proposta didática, que constituiu o procedimento interventivo, foi estruturada em sete aulas que procuraram articular as etapas do modelo de instrução construtivista apresentado por Millar (1989) e Gil-Pérez (1993), a partir da explicitação das concepções, da promoção do conflito cognitivo para a reestruturação das concepções dos sujeitos, e da construção do conhecimento por meio da proposta de ensino por investigação.

A seguir, no *Quadro 2*, apresentamos as etapas da proposta didática que nortearam o processo de intervenção.

Quadro 2: Etapas da proposta didática para a intervenção.

ETAPA	CONTEÚDO	METODOLOGIA	DURAÇÃO	COLETA DE DADOS
----	Apresentação da temática e da proposta didática	Estabelecimento e assinatura dos termos da pesquisa	1 aula	TCLE e TALE
----	Aplicação do questionário QLCE	Pré-teste	1 aula	Questionário
PROCESSO INTERVENTIVO: SEQUÊNCIA DIDÁTICA INVESTIGATIVA COMO PROPOSTA DIDÁTICA PARA PROPORCIONAR A EVOLUÇÃO CONCEITUAL	Conceitos de Evolução e Biodiversidade	Debate orientado a partir da projeção de imagens temáticas, seguido de proposição de problema e levantamento de hipóteses.	1 aula	Observação participante com registro em diário de campo (notas de campo e registros de frequência e desempenho)
	Usos do termo evolução no dia a dia e no contexto biológico.	Aula dialogada a partir da proposição de problema, seguida de pesquisa do termo e diferenciação do uso no cotidiano e contexto científico.	1 aula	
	Conceitos básicos em evolução	Dinâmica sobre os conceitos básicos em evolução para sistematização.	1 aula	
	Equívocos sobre Evolução Biológica	Leitura e debate orientado para sistematização (texto 1).	1 aula	
	Conceito de Seleção Natural	Prática e discussão a partir da proposição de problema, levantamento de hipóteses e teste da hipótese por meio de atividade prática.	1 aula	
	Evolução por seleção natural	Leitura e debate orientado para sistematização (texto 2).	1 aula	
	Conceitos de evolução, adaptação e seleção natural.	Debate orientado a partir da projeção de imagem de charge, seguido de proposição de problema e levantamento de hipóteses.	1 aula	
----	Aplicação do questionário QLCE	Pós-teste	1 aula	Questionário

Fonte: Produção própria.

Em seguida, no *Quadro 3*, apresentamos referências dos textos utilizados na sequência de ensino investigativa:

Quadro 3: Textos utilizados na sequência didática para leitura durante a intervenção.

MATERIAL	REFERÊNCIA
Texto 1	NEVES, W. A.; PILÓ. L. B. Uma visão equivocada da evolução biológica. <i>In</i> : NEVES, W. A.; PILÓ. L. B. O povo de Luzia: em busca dos primeiros americanos . Rio de Janeiro: Globo, 2008. p. 25-27.
Texto 2	LINHARES, S. A história das mariposas: críticas e réplicas. <i>In</i> : LINHARES, S. Biologia hoje / Sérgio Linhares, Fernando Gewandszajder, Helena Pacca. 3. ed. São Paulo: Ática, 2016. p. 335-336.

Fonte: Produção própria.

No primeiro momento com os alunos, sugerimos a sua participação de forma voluntária como sujeitos da pesquisa que desejávamos realizar naquele ambiente. Apresentamos-lhes os termos, a temática e a proposta didática preparada com a finalidade de intervenção pedagógica. Como todos os 20 (vinte) estudantes escolhidos conforme o critério da apresentação da boa frequência na disciplina concordaram em tomar parte na pesquisa, segundo as assinaturas do *Termo de Assentimento Livre e Esclarecido* pelos estudantes (Cf. APÊNDICE A) e do *Termo de Consentimento Livre e Esclarecido* pelos pais ou responsáveis dos estudantes (Cf. APÊNDICES B), procedemos à aplicação do questionário pré-teste (Cf. APÊNDICE C). De acordo com o *Quadro 2*, utilizamos duas aulas com duração de cinquenta minutos para estes primeiros momentos.

2.6.1 Descrição breve sobre a execução da Sequência de Ensino Investigativa

Para a execução do processo de intervenção, construímos, segundo consta na proposta didática (Quadro 2) um conjunto de sete aulas estruturadas a partir do procedimento de proposição de questões-problema, do levantamento de hipóteses e da sistematização do conhecimento por meio de leituras, discussões e debates orientados (Cf. APÊNDICE D). Utilizamos para o cumprimento dessas aulas: projeção de imagens temáticas e charges; pesquisas na internet; dinâmicas para levantamento e discussão de conceitos; prática para teste de hipóteses e entendimento de conceitos; além da leitura de textos para sistematização do

conhecimento. Deste modo, fornecemos aos sujeitos da pesquisa, desde o primeiro momento da intervenção por meio de estratégias pedagógicas, conhecimento científico relevante a respeito da Evolução Biológica. Conhecimentos esses, que evidentemente tinham a finalidade de entrar em conflito com as concepções prévias explicitadas durante o processo de ensino e aprendizagem.

Na primeira aula da sequência, abordamos os conceitos de evolução e biodiversidade. Utilizamos para isso a projeção de imagens da biodiversidade brasileira como subsídio para a proposição da questão-problema: Como surgiu a enorme diversidade de seres vivos? Em seguida, houve o levantamento de hipóteses para a solução do problema e o debate orientado para a sistematização do conhecimento.

Na segunda aula, abordamos a questão do significado do termo evolução na Biologia em contraposição à sua conotação no cotidiano, com o intuito de incentivar e valorizar a identificação das definições relacionadas ao conceito científico de evolução. Para isso propomos uma questão-problema sobre o uso do termo nesses contextos. Logo após, ocorreu o levantamento de hipóteses e a execução da pesquisa do termo na internet, seguido de discussão para sistematização. A discussão foi mediada pelo professor/pesquisador e teve a finalidade de fazer com que os alunos percebessem e identificassem as definições relacionadas ao conceito científico de evolução e a sua aplicabilidade tanto para descrever o processo quanto para nomear a teoria.

Na terceira aula da sequência houve a realização de uma atividade intitulada de dinâmica dos conceitos básicos sobre evolução, com o objetivo de sistematizar o conhecimento construído, explicitar concepções e desmitificar possíveis equívocos. Nessa atividade, foram discutidos os conceitos básicos de evolução a partir de uma dinâmica de grupo para levantar questões e opiniões. A atividade consistiu na produção de um quadro lógico que serviu para verificar as ideias básicas que os estudantes apresentavam sobre o tema. Inicialmente os alunos foram questionados a respeito do que pensavam sobre o tema evolução. Em seguida, a turma foi organizada em grupos para que pudessem discutir a respeito do tema proposto. Após o momento de discussão foram distribuídas três folhas e solicitado que cada grupo escrevesse em letras grandes – para facilitar a visualização de toda a sala – tópicos ou frases a respeito do que sabiam. Eles tiveram um tempo para registrarem

suas impressões. Logo após, foram recolhidos os textos e dispostos em um local visível por todos. As frases foram lidas em voz alta, enquanto os estudantes definiam categorias para o que foi lido, registrando-as na parte superior do quadro. Categorias essas, que surgiam durante o momento de discussão. À medida que as afirmações foram lidas e classificadas, foram colocadas abaixo de cada categoria. Ao final, foi possível ter um panorama do que os estudantes conheciam sobre o tema evolução, o tipo de pensamento que prevalece no grupo, as contradições e os possíveis equívocos conceituais.

Na quarta aula da sequência, levamos à sala de aula o debate orientado para a sistematização do conhecimento construído por meio da leitura de texto 1 (Cf. Quadro 3) e da proposição de questões-problema com o objetivo de instigar os alunos para a reflexão sobre a visão equivocada da Evolução Biológica. O debate foi moderado pelo professor/pesquisador e teve a finalidade de explicitar concepções prévias e ocasionar a criação de conflitos, fazendo com que os alunos percebessem que as ideias, quando debatidas, a partir do esclarecimento dos conceitos novos discutidos sobre o tema em debate, podem ser reformuladas em decorrência da contribuição dos participantes, sempre considerando a perspectiva da evolução conceitual a partir de propostas pedagógicas que se utilizam dos procedimentos de instrução apropriados para a promoção da evolução conceitual, já discutidos anteriormente a partir das afirmações de Millar (1989) e Gil-Pérez (1993).

Na quinta aula, foi realizada uma prática para o entendimento dos conceitos de adaptação e seleção natural. Inicialmente, ocorreu a proposição da seguinte questão problema: Imaginem que duas variedades de mariposa, de cor escura e de cor clara, vivam sobre troncos e ramos escuros das árvores de uma floresta. Se existir pássaros que se alimentem dessas mariposas, que variedade de mariposa estará mais adaptada a esse ambiente? Explique o porquê de tal adaptação das mariposas. Em seguida, se procedeu ao levantamento de hipóteses para a solução do problema. Reunidos em grupos, os estudantes desenharam em cartolinas de cor amarelo claro, pequenas mariposas pousadas de cor cinza escuro e de cor amarelo claro, com 3 cm e as recortaram em seguida. Logo após, dois alunos foram escolhidos para ficarem fora da sala enquanto as mariposas eram fixadas nas carteiras, na porta e nas paredes da sala. Em seguida, os alunos que saíram retornaram e recolheram o maior número possível de mariposas em 15 segundos, e

depois contaram o número de mariposas recolhidas de cada cor. Deste modo, as hipóteses foram testadas por meio da prática de simulação da adaptação das mariposas e discutidas para estimular a compreensão de como as adaptações interferem na sobrevivência e perpetuação das espécies.

Na sexta aula da sequência, levamos novamente à sala de aula o debate orientado para a sistematização do conhecimento construído por meio da leitura do texto 2 (Cf. Quadro 3), com o objetivo de estimular os alunos para a reflexão referente à história das mariposas como um exemplo clássico de evolução por seleção natural, trazendo à tona as críticas e réplicas sobre esse exemplo. O debate foi moderado pelo professor/pesquisador e apresentou o objetivo de explicitar concepções prévias e ocasionar a criação de conflitos, estimulando assim, os alunos a perceberem que as concepções, quando debatidas, a partir da explicação dos conceitos novos discutidos sobre o tema em questão, podem ser reformuladas por meio da contribuição dos participantes, sempre levando em consideração a expectativa da evolução conceitual.

Por fim, no sétimo e último momento da sequência, foi projetada a imagem de uma charge que fazia referências aos conceitos de evolução, adaptação e seleção natural. Foi também proposta uma questão-problema, com a finalidade de estimular os alunos a interpretar as referências aos conceitos presentes na charge, seguida do levantamento de hipóteses e da solução da problemática em questão. Para a sistematização do conhecimento foi proposto um debate orientado.

Concluindo o processo de intervenção, nesta etapa realizamos a observação participante, tomando notas no diário de campo e atentando continuamente aos registros de frequência e desempenho dos estudantes. Ao final desta etapa, terminada a intervenção, aplicamos o *Questionário para Levantamento de Concepções sobre Evolução (QLCE)*, em caráter de pós-teste (Cf. APÊNDICE C) com o intuito de identificar quais eram as concepções a respeito do tema Evolução Biológica que os sujeitos pesquisados apresentavam e, além disso, como elas se modificaram posteriormente à intervenção.

2.7 Análise dos dados

Em seguida, esclarecemos os métodos aplicados na análise dos dados obtidos na pesquisa. De maneira geral, os dados derivam do levantamento das

concepções por meio dos questionários, cuja intenção foi fazer a análise do processo de evolução conceitual dessas concepções referentes ao tema Evolução Biológica por parte dos sujeitos da pesquisa, a partir do embasamento de Santos (2002), El-Hani e Bizzo (2000) e Mortimer (2000).

Para a análise dos dados dos questionários obtidos na forma de texto escrito, usamos a *Análise do Discurso (AD)*, uma técnica de análise de dados que tem como objetivo a compreensão das condições de produção dos significados dos textos a serem analisados (MINAYO, 2008). De acordo com Caregnato e Mutti (2006), a *Análise do Discurso* tende a buscar os efeitos de sentido que se pode apreender mediante interpretação.

Ainda sobre a *Análise do Discurso (AD)* como uma técnica de análise de dados, Caregnato e Mutti (2006) afirmam que a *AD* preocupa-se em compreender os sentidos que o sujeito manifesta através do seu discurso. Desse modo, acreditamos que para se analisar o discurso dos sujeitos da pesquisa, é necessário levar em consideração o contexto em que as argumentações são proferidas, para em seguida se fazer a classificação dos discursos a partir dos seus significados, mediante a identificação dos núcleos de sentido.

Esta técnica de análise pareceu apropriada como referencial teórico-analítico, em razão do caráter interpretativo que se manifesta consistente com os propósitos da pesquisa e sua metodologia, descrita anteriormente.

CAPÍTULO III

3 Resultados e Discussão

Primeiramente, expomos e analisamos os resultados obtidos na investigação efetivada, no formato dos dados coletados, segundo as características metodológicas do processo interventivo apresentadas no capítulo anterior. Iniciamos com a análise das concepções explicitadas presentes no questionário pré-teste (QLCE).

Na sequência, expomos e analisamos os resultados obtidos a partir das concepções explicitadas no pós-teste (QLCE), procurando descrever possíveis modificações nos modelos explicativos dos estudantes sobre Evolução Biológica, que indique os seguintes graus de mudança: acomodação; assimilação parcial; assimilação distorcida; ou conservação dos modelos prévios.

3.1 Análise das respostas aos questionários pré e pós-teste (QLCE)

Nesta seção, trataremos das respostas dos estudantes ao Questionário para Levantamento de Concepções sobre Evolução Biológica que aplicamos em caráter de pré e pós-teste (Cf. APÊNDICE C). As produções dos estudantes, respostas em texto escrito, foram igualmente submetidas à Análise do Discurso para se estabelecer uma classificação dos discursos a partir dos seus significados, mediante a identificação dos núcleos de sentido, levando sempre em consideração o contexto em que as argumentações são proferidas.

3.1.1 Análise das respostas à *Questão 1* do questionário pré-teste

A partir da análise das respostas dos estudantes ao questionário pré-teste, foi possível identificar os seguintes núcleos de sentido contidos em seus discursos: 1. Evolução dos seres vivos; 2. Modificação e adaptação dos seres ao longo do tempo; 3. Evolução do ser humano; 4. Sinônimo de crescimento; 5. Ideia de progresso na evolução; 6. Mudanças e adaptações para sobrevivência dos seres vivos; 7. Resposta comprometida por fuga; 8. Ausência de resposta.

A primeira questão buscou levantar dados sobre a concepção de Evolução Biológica por parte dos estudantes que apresentaram respostas impregnadas de interpretações incorretas e falsas concepções divulgadas pela mídia, que confirmam as considerações de Santos e Calor (2007) sobre as dificuldades de se tratar a teoria da evolução, as quais exponho mais detalhadamente no *Quadro 4*.

Quadro 4. Questionário Pré-teste. Núcleos de sentido presentes nos discursos das respostas da questão: O que é Evolução Biológica para você?

(NÚCLEOS DE SENTIDO PRESENTES NOS DISCURSOS/RESPOSTAS)	QUANTITATIVO DE ESTUDANTES (%)
Evolução dos seres vivos.	3 estudantes (15%)
Modificação e adaptação dos seres vivos ao longo do tempo.	1 estudante (5%)
Evolução dos seres humanos.	1 estudante (5%)
Sinônimo de crescimento.	1 estudante (5%)
Ideia de progresso na evolução.	5 estudantes (25%)
Mudanças e adaptações para a sobrevivência dos seres vivos.	2 estudantes (10%)
Resposta comprometida por fuga (compreensão comprometida).	2 estudantes (10%)
Não há resposta (não sabe ou não se lembra).	5 estudantes (25%)

Fonte: Produção própria (dados da pesquisa).

A grande maioria das respostas para esta questão apresentou uma compreensão vaga e de caráter não científico referente à temática da Evolução Biológica. Destes, 35% dos alunos responderam de forma comprometida por fuga ou não responderam, mostrando um total desconhecimento do tema. Além disso, foi possível observar uma forte tendência para explicitações de concepções de caráter não científico, compreendendo cinco alunos, correspondendo a 25% dos pesquisados que abordaram a “ideia de progresso na evolução”.

Ainda foi possível detectar que três alunos, correspondendo a 15% dos pesquisados apresentaram ausência de fundamentação na explicitação de suas concepções, apresentando uma compreensão generalista e inadequada sobre o tema, ao abordarem a ideia de evolução como a “Evolução dos seres vivos” sem apresentarem nenhuma argumentação em suas respostas.

Também foi explicitada por um aluno, correspondendo a 5% dos pesquisados, a ideia de evolução como “sinônimo de evolução humana”, corroborando com Krasilchik (2008) que afirma que as respostas dos estudantes estão atreladas à ideia de evolução humana; e ainda, foi exposta uma concepção de evolução como “sinônimo de crescimento”, explicitada por outro aluno, correspondendo a 5% dos pesquisados.

As argumentações que mais se aproximaram do que Campbell e Reece (2015, p.1) dizem sobre evolução biológica, como sendo “O processo de alteração que tem transformado a vida desde os seus primórdios até a diversidade de organismos existentes na atualidade” foram proferidas por três estudantes, correspondendo a 15% dos pesquisados que abordaram a ideia de evolução como “modificação dos seres vivos ao longo do tempo”, ou como “mudanças e adaptações para a sobrevivência dos seres vivos”.

Foi possível verificar que os estudantes nesse primeiro momento da pesquisa, não apresentaram uma visão clara referente a processos que abrangem a evolução biológica, ficando explícito o aprendizado deficiente de anos anteriores que, de acordo com Santos e Calor (2007), perpetua interpretações incorretas sobre evolução e assuntos correlatos, provenientes da falta de cuidado na exposição da teoria da evolução.

3.1.2 Análise das respostas à Questão 1 do questionário pós-teste

Tomando para a análise as respostas dos alunos ao questionário pós-teste, foi possível detectar os seguintes núcleos de sentido presentes em seus discursos: 1. Evolução dos seres vivos; 2. Modificação e adaptação dos seres ao longo do tempo; 3. Sobrevivência dos organismos melhores do que outros; 4. Necessidade de modificação para viver melhor, progredir ou aperfeiçoar; 5. Mudanças e adaptações para a sobrevivência dos seres vivos; 6. Resposta comprometida por fuga.

A primeira questão procurou levantar dados sobre a concepção de Evolução Biológica por parte dos entrevistados que apresentaram respostas que caracterizaram uma evolução conceitual a partir da acomodação da explicação científica na sua rede conceitual, substituindo as suas ideias prévias, ou fazendo, até mesmo, uma assimilação parcial do modelo científico com a utilização de

concepções mais próximas do discurso da ciência. Ainda ocorreu por parte de alguns estudantes a conservação de modelos prévios nas suas respostas, como também, a presença de uma assimilação de maneira distorcida da concepção científica por parte de outros.

O *Quadro 5* apresenta de maneira mais detalhada as possíveis evoluções conceituais referentes ao Conceito de Evolução Biológica apresentado pelos pesquisados.

Quadro 5. Questionário Pós-teste. Núcleos de sentido presentes nos discursos das respostas da questão: O que é Evolução Biológica para você?

(NÚCLEOS DE SENTIDO PRESENTES NOS DISCURSOS/RESPOSTAS)	QUANTITATIVO DE ESTUDANTES (%)
Evolução dos seres vivos.	2 estudantes (10%)
Modificação e adaptação dos seres vivos ao longo do tempo.	9 estudantes (45%)
Sobrevivência dos organismos melhores do que outros.	1 estudante (5%)
Necessidade de modificação para viver melhor, progredir ou aperfeiçoar.	2 estudantes (10%)
Mudanças e adaptações para a sobrevivência dos seres vivos.	5 estudantes (25%)
Resposta comprometida por fuga (compreensão comprometida).	1 estudante (5%)

Fonte: Produção própria (dados da pesquisa).

Para essa questão em caráter de pós-teste, dois alunos (10%), tornaram a apresentar uma ausência de fundamentação na explicitação de suas concepções, apresentando uma compreensão generalista e inadequada sobre o tema, ao abordarem a ideia de evolução como a “Evolução dos seres vivos” sem apresentarem nenhuma argumentação em suas respostas. Sendo assim, ocorreu a conservação dos modelos de explicação prévia por parte destes.

No entanto, nove estudantes (45%) dos pesquisados abordaram a ideia de evolução como “modificação dos seres vivos ao longo do tempo”, corroborando com o conceito de evolução apresentado por Campbell e Reece (2015, p.1), como sendo: “O processo de alteração que tem transformado a vida desde os seus primórdios até a diversidade de organismos existentes na atualidade”. Estes estudantes acomodaram a explicação científica na sua rede conceitual, substituindo as suas ideias prévias.

Um aluno (5%) apresentou a ideia de evolução como sendo a “sobrevivência dos organismos melhores do que outros, agregando desse modo, juízo de valor à sua resposta”. Este assimilou de maneira distorcida a concepção científica.

Dois alunos (10%) dos entrevistados apresentaram ideia de evolução, como sendo sinônimo da “necessidade de modificação para viver melhor, aperfeiçoar”, conservando modelos prévios nas suas respostas e utilizando concepções de caráter cotidiano, com forte tendência para explicitações de concepções de caráter não científico.

Cinco estudantes (25%) dos pesquisados abordaram a ideia de evolução como “mudanças e adaptações para a sobrevivência dos seres vivos”, se aproximando do conceito de Evolução apresentado por Campbell e Reece (2015, p.1). Fazendo assim, uma assimilação parcial do modelo científico com a utilização de concepções mais próximas do discurso da ciência.

E por fim, um aluno (5%) respondeu de forma comprometida por fuga à questão referente ao Conceito de Evolução Biológica.

3.1.3 Análise das respostas à *Questão 2* do questionário pré-teste

A segunda questão procurou levantar dados sobre as concepções dos estudantes referentes ao significado da palavra “adaptação” em Biologia, que teve como conteúdo avaliado, a compreensão sobre o uso do termo “adaptação” no cotidiano da Biologia, possibilitando o entendimento de como as adaptações interferem na sobrevivência e perpetuação das espécies, e buscando também verificar se o estudante apresentava incorreções na utilização do conceito no contexto científico.

A partir da *Análise do Discurso*, foi possível verificar os seguintes núcleos de sentido apresentados pelos estudantes em seus discursos: 1. Sinônimo de ajustamento ao meio; 2. Modificação dos seres vivos com o tempo; 3. Sobrevivência de parte da população; 4. Adaptação como uma necessidade para a mudança; 5. Adaptação com sentido de acostumar; 6. Resposta comprometida por fuga; 7. Ausência de resposta.

Em suas respostas, os estudantes exibiram concepções carregadas de interpretações de caráter simplista, não científico e sem qualquer fundamentação.

Porém, em alguns momentos apresentaram concepções mais próximas do discurso científico. Os núcleos de sentido dessas concepções referentes à adaptação são expostos de maneira mais detalhada no *Quadro 6*.

Quadro 6. Questionário Pré-teste. Núcleos de sentido presentes nos discursos das respostas da questão: Qual o significado da palavra “adaptação” em Biologia?

(NÚCLEOS DE SENTIDO PRESENTES NOS DISCURSOS/RESPOSTAS)	QUANTITATIVO DE ESTUDANTES (%)
Sinônimo de ajustamento ao meio.	5 estudantes (25%)
Modificação dos seres vivos ao longo do tempo.	1 estudante (5%)
Sobrevivência de parte da população.	2 estudantes (10%)
Adaptação como uma necessidade para a mudança.	3 estudantes (15%)
Adaptação com sentido de acostumar.	5 estudantes (25%)
Resposta comprometida por fuga (compreensão comprometida).	3 estudantes (15%)
Não há resposta (não sabe ou não se lembra).	1 estudante (5%)

Fonte: Produção própria (dados da pesquisa).

A seguir, apresentamos a análise das respostas dos estudantes ao questionário pré-teste, referentes à *Questão 2*, interpretadas, por meio da *Análise do Discurso (AD)*.

A ampla maioria das respostas para esta pergunta exibiu uma compreensão de caráter simplista e não científico referente ao significado do termo “adaptação” em Biologia. Destes, 20% dos alunos responderam de forma comprometida por fuga ou não responderam, mostrando um total desconhecimento do uso do termo no contexto científico. Além do mais, ficou evidente uma forte tendência para o uso do termo com um caráter não científico, compreendendo oito alunos, correspondendo a 40% dos pesquisados que abordaram a “ideia de adaptação como uma necessidade para a mudança” (15%) ou “adaptação com o sentido de acostumar” (25%).

Também foi verificado que três alunos, correspondendo a 15% dos pesquisados exibiram falta de fundamentação na explicitação de suas concepções, ao abordarem o termo adaptação como significado de “Sobrevivência de parte da população” (10%), ou como sendo “sinônimo de modificação dos seres vivos ao longo do tempo” (5%), sem oferecerem nenhuma argumentação em suas respostas.

As explicitações que mais se aproximaram do discurso científico, foram enunciadas por cinco estudantes, compreendendo 25% dos estudantes pesquisados que apresentaram o conceito de adaptação como sendo um “sinônimo de ajustamento ao meio”.

Nesse momento da pesquisa, foi possível perceber que a maioria dos estudantes desconhecia o uso do conceito de adaptação no contexto científico. Apresentando assim, uma dificuldade na fundamentação das suas respostas.

3.1.4 Análise das respostas à Questão 2 do questionário pós-teste

Na sequência, analisamos as mudanças nas concepções dos estudantes participantes da pesquisa após o processo interventivo, interpretadas, por meio da *Análise do Discurso (AD)*. Fazendo uma análise das respostas apresentadas pelos estudantes ao questionário pós-teste, referente ao significado da palavra “adaptação” em Biologia, foi possível perceber os seguintes núcleos de sentido presentes em seus discursos: 1. Sinônimo de ajustamento ao meio; 2. Característica de um ser vivo que aumenta a sua sobrevivência em um meio; 3. Adaptação como necessidade para a mudança; 4. Adaptação com sentido de acostumar; 5. Resposta comprometida por fuga.

A segunda questão em caráter de pós-teste, procurou levantar dados sobre a concepção e uso do termo adaptação no contexto científico por parte dos estudantes entrevistados que exibiram respostas que caracterizaram uma evolução conceitual a partir da acomodação da explicação científica na sua rede conceitual, trocando as suas concepções prévias, ou realizando também uma assimilação parcial do modelo explicativo científico, com a utilização de concepções que mais se aproximassem do discurso científico. No entanto, foi possível perceber que alguns estudantes ainda conservaram os seus modelos prévios nas suas respostas, utilizando-se de explicitações simplistas e de caráter não científico, que persistem ainda, na ecologia conceitual dos estudantes.

O *Quadro 7* expõe de modo mais detalhado os núcleos de sentido das possíveis evoluções conceituais alusivas ao conceito de “adaptação” em Biologia exibido pelos pesquisados.

Quadro 7. Questionário Pós-teste. Núcleos de sentido presentes nos discursos das respostas da questão: Qual o significado da palavra “adaptação” em Biologia?

(NÚCLEOS DE SENTIDO PRESENTES NOS DISCURSOS/RESPOSTAS)	QUANTITATIVO DE ESTUDANTES (%)
Sinônimo de ajustamento ao meio.	3 estudantes (15%)
Característica de um ser vivo que aumenta a sua sobrevivência em um meio.	11 estudantes (55%)
Adaptação como uma necessidade para a mudança.	2 estudantes (10%)
Adaptação com sentido de acostumar.	3 estudantes (15%)
Resposta comprometida por fuga (compreensão comprometida).	1 estudante (5%)

Fonte: Produção própria (dados da pesquisa).

Para essa pergunta em caráter de pós-teste, cinco alunos (25%), tornaram a explicitar concepções de caráter não científico, utilizando-se de explicações simplistas, ao apresentarem a “Adaptação como necessidade para a mudança” (10%) ou “Adaptação com sentido de acostumar” (15%), sem apresentarem qualquer argumentação em suas respostas. Deste modo, esses estudantes conservaram os seus modelos de explicação prévia.

Contudo, três estudantes (15%) tornaram a explicitar concepções mais próximas do discurso científico, ao apresentarem o conceito de adaptação como sendo um “sinônimo de ajustamento ao meio”. Conservando assim, os seus discursos prévios.

Entretanto, onze estudantes (55%) dos pesquisados apresentaram o conceito de adaptação, como sendo: “Característica de um ser vivo que aumenta a sua sobrevivência em um meio”. Corroborando assim, com o conceito de adaptação apresentado por Mayr (2009, p. 331) que se refere à adaptação, como sendo: “Qualquer propriedade de um organismo que, acredita-se, aumenta sua aptidão”, ou com o conceito apresentado por Campbell e Reece (2015, p. 466), que descrevem a adaptação como sendo: “Características do organismo que aumentam a sua capacidade de sobrevivência e reprodução em ambientes específicos”. Estes estudantes acomodaram a explicação científica na sua rede conceitual, substituindo as suas ideias prévias.

Ainda teve também, um (5%) estudante pesquisado que apresentou uma resposta comprometida por fuga à pergunta alusiva ao significado da palavra “adaptação” em Biologia.

3.1.5 Análise das respostas à *Questão 3* do questionário pré-teste

A partir do processo de análise das respostas dos estudantes à terceira pergunta do pré-teste, foi possível identificar os seguintes núcleos de sentido presentes nos discursos dos estudantes pesquisados: 1. Extinção de alguns seres vivos menos adaptados; 2. Competição entre fortes e fracos; 3. Sobrevivência de alguns organismos; 4. Morte dos menos adaptados; 5. Resposta comprometida por fuga; 6. Ausência de resposta.

A terceira questão buscou o levantamento de dados referentes à compreensão da Seleção Natural como principal fator, mas não o único que influencia o modo como as populações se modificam, possibilitando identificar se o estudante apresenta incorreções em relação ao uso do conceito no contexto científico.

O *Quadro 8* expõe os núcleos de sentido referentes ao conceito de Seleção Natural exibido pelos pesquisados durante o Pré-teste.

Quadro 8. Questionário Pré-teste. Núcleos de sentido presentes nos discursos das respostas da questão: O que você entende por Seleção Natural?

(NÚCLEOS DE SENTIDO PRESENTES NOS DISCURSOS/RESPOSTAS)	QUANTITATIVO DE ESTUDANTES (%)
Extinção de alguns seres vivos menos adaptados.	6 estudantes (30%)
Competição entre fortes e fracos.	3 estudantes (15%)
Sobrevivência de alguns organismos.	1 estudante (5%)
Morte dos menos adaptados.	5 estudantes (25%)
Resposta comprometida por fuga (compreensão comprometida).	3 estudantes (15%)
Não há resposta (não sabe ou não se lembra).	2 estudantes (10%)

Fonte: Produção própria (dados da pesquisa).

A maioria das respostas para esta pergunta continha argumentações que mais se aproximaram do discurso científico. Sendo assim, as argumentações mais

próximas do que Ernst Mayr (2009, p. 147) descreveu a respeito do conceito de seleção natural, como sendo “um processo de eliminação”, foram enunciadas por onze estudantes pesquisados, correspondendo a 55% dos participantes. Destes, seis estudantes, correspondendo a 30%, apresentaram a ideia de “extinção de alguns seres vivos menos adaptados” como núcleo de sentido para o conceito de seleção natural e, outros cinco estudantes, correspondendo a 25% dos pesquisados, enunciaram a ideia de “morte dos menos adaptados” como núcleo de sentido para a seleção natural em seus discursos.

Foi possível verificar também, que quatro alunos, correspondendo a 20% dos pesquisados, exibiram ausência de fundamentação na explicitação de suas concepções, apresentando um entendimento vago sobre o tema. Destes, três estudantes, correspondendo a 15%, explicitaram a ideia de Seleção Natural como sendo a “competição entre fortes e fracos” e, ainda foi possível detectar que um estudante, correspondendo a 5% dos pesquisados apresentou a ideia de “sobrevivência de alguns organismos” como núcleo de sentido em seu discurso sobre a seleção natural.

E por fim, três estudantes, correspondendo a 15% dos pesquisados, responderam de forma comprometida por fuga à questão referente ao conceito de Seleção Natural. Ainda foi possível verificar que dois estudantes, correspondendo a 10% dos participantes, não responderam ao questionamento.

3.1.6 Análise das respostas à Questão 3 do questionário pós-teste

Analisando os dados referentes às respostas dadas pelos sujeitos da pesquisa à terceira questão em caráter de pós-teste, foi possível identificar os seguintes núcleos de sentido enumerados a seguir: 1. Extinção de alguns seres vivos menos adaptados; 2. Competição entre fortes e fracos; 3. Sobrevivência de alguns organismos; 4. Sobrevivência dos mais adaptados e extinção dos menos adaptados em uma população.

Uma boa parte dos entrevistados apresentaram respostas que caracterizaram uma evolução conceitual a partir da acomodação do discurso científico na sua rede conceitual, trocando as suas concepções prévias, ou realizando uma assimilação parcial do discurso científico com o uso de conceituações mais aproximadas ao

discurso científico. Porém, ainda ocorreu a conservação de algumas concepções prévias por parte de certos alunos pesquisados.

O *Quadro 9* expõe de modo mais detalhado as possíveis evoluções conceituais próprias do conceito de Seleção Natural apresentadas pelos sujeitos da pesquisa.

Quadro 9. Questionário Pós-teste. Núcleos de sentido presentes nos discursos das respostas da questão: O que você entende por Seleção Natural?

(NÚCLEOS DE SENTIDO PRESENTES NOS DISCURSOS/RESPOSTAS)	QUANTITATIVO DE ESTUDANTES (%)
Extinção de alguns seres vivos menos adaptados.	4 estudantes (20%)
Competição entre fortes e fracos.	2 estudantes (10%)
Sobrevivência de alguns organismos.	1 estudante (5%)
Sobrevivência dos mais adaptados e extinção dos menos adaptados em uma população.	13 estudantes (65%)

Fonte: Produção própria (dados da pesquisa).

Referente a essa pergunta em caráter de pós-teste, três alunos, correspondendo a 30% dos pesquisados, exibiram ausência de fundamentação na explicitação de suas concepções, apresentando um entendimento generalista referente ao conceito de seleção natural. Entre estes, dois alunos, correspondendo a 10%, apresentaram a concepção de Seleção Natural como sendo a “competição entre fortes e fracos”, e um estudante, correspondendo a 5% dos pesquisados apresentou a ideia de “sobrevivência de alguns organismos” como núcleo de sentido em seu discurso sobre a seleção natural, conservando assim, as suas concepções prévias intactas.

No entanto, quatro estudantes pesquisados, correspondendo a 20%, responderam que a Seleção Natural seria a “extinção de alguns seres vivos menos adaptados”, corroborando deste modo, com Ernst Mayr (2009, p. 147) que descreve a Seleção Natural como sendo “um processo de eliminação”.

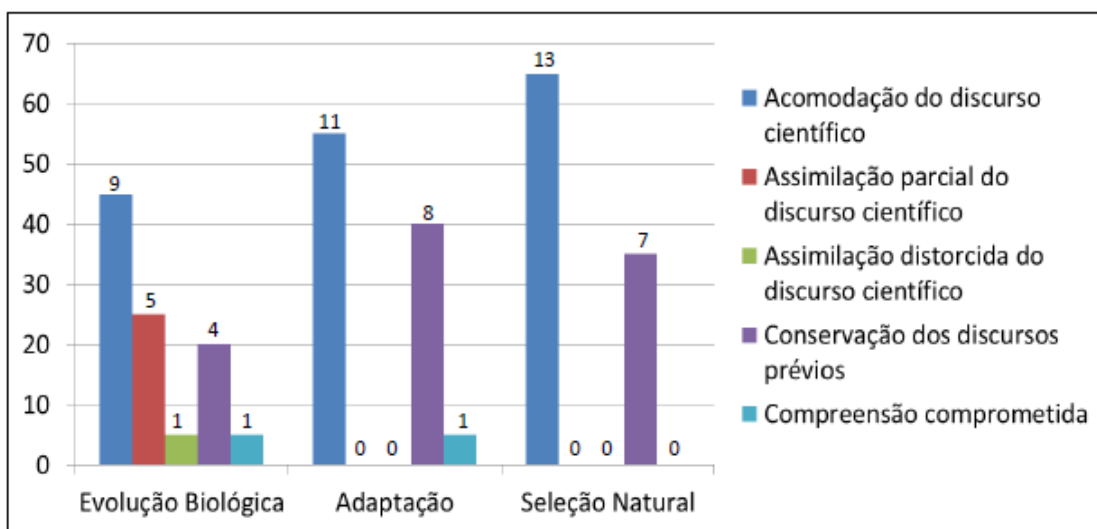
E finalmente, treze estudantes (a grande maioria), correspondendo a 65% dos pesquisados, apresentaram argumentações em suas respostas, que mais se aproximaram do discurso científico. Esses alunos, em seus discursos, afirmaram que a seleção natural seria a “sobrevivência dos mais adaptados e a extinção dos menos

adaptados em uma população”. Aproximando-se assim, tanto ao que Ernst Mayr (2009, p. 466) descreveu a respeito do conceito de seleção natural, como sendo “um processo através do qual a cada geração os indivíduos menos aptos de uma população são eliminados”, quanto ao que Oliveira (2004, p. 38) afirma sobre a Seleção Natural, como sendo uma moeda de duas faces: a extinção e a sobrevivência.

3.2 Análise da Evolução Conceitual a parti dos dados do pré e pós-teste

Na sequência, expomos e analisamos os resultados obtidos a partir das concepções explicitadas no pré e pós-teste, procurando descrever possíveis modificações nos modelos explicativos dos estudantes sobre Evolução Biológica, Adaptação e Seleção Natural que indique os seguintes graus de mudança: acomodação; assimilação parcial; assimilação distorcida; ou conservação dos modelos prévios. O *Gráfico 1*, logo abaixo, exhibe os graus de mudança conceitual presentes nos discursos dos estudantes nos questionários pré e pós-teste:

Gráfico 1. Graus de mudança conceitual dos discursos dos estudantes.



Fonte: Produção própria (dados da pesquisa).

O *Gráfico 1* mostra que, com a comparação das respostas dos questionários pré e pós-teste, foi possível perceber a evolução conceitual a partir da ocorrência da acomodação do modelo explicativo científico na rede conceitual dos estudantes, com a troca conceitual. Confirmando assim, a ideia de Hewson (1981) sobre a

acomodação, quando escreve que a troca conceitual, corresponde à acomodação, com uma reestruturação intensa da ecologia conceitual, a partir da ruptura do indivíduo com suas concepções prévias.

É bastante interessante observar que nas três perguntas dos questionários, a presença da acomodação se sobressai. Na primeira questão, referente ao conceito de Evolução Biológica, nove alunos (45%) acomodaram a explicação científica. Já na segunda questão, alusiva ao conceito de adaptação, onze alunos (55%) acomodaram o modelo explicativo científico. Porém, foi na terceira questão, que tratou do conceito de Seleção Natural, que foi notada a maior acomodação da explicação científica, observada em treze estudantes, correspondendo a 65% dos pesquisados.

Ainda sobre a acomodação da explicação científica observada nos discursos dos estudantes, é importante salientar que ela só foi possível graças ao conflito cognitivo gerado a partir das estratégias de ensino preocupadas em promover a mudança conceitual. Corroborando deste modo, com as discussões de Santos (2002, p. 28), que ressalta a importância da promoção de conflitos cognitivos para a ocorrência da mudança conceitual, a partir da reestruturação de ideias.

Contudo, também foi observada a assimilação parcial da explicação científica, presente nas respostas de cinco alunos, correspondendo a 25% dos estudantes que responderam à primeira questão sobre o conceito de Evolução Biológica. Estudantes esses, que durante o processo interventivo, reproduziram o discurso científico, no entanto, nas respostas do questionário pós-teste, tornaram a explicitar parte do discurso não científico presente em suas concepções prévias. Essa assimilação observada vai de encontro com o que Hewson (1981) descreve, quando alega que a assimilação corresponde à captura conceitual, em que a ecologia conceitual é conservada em seus aspectos mais básicos, sendo somente enriquecida com novas concepções.

Ainda de acordo com o *gráfico 1*, também foi observada a conservação de discursos prévios nas respostas dadas pelos estudantes às três perguntas dos questionários. Sendo assim, na primeira questão, alusiva ao conceito de Evolução Biológica, quatro estudantes (20%) conservaram os seus modelos prévios. Já na terceira questão, referente ao entendimento da Seleção Natural, sete estudantes (35%) conservaram as suas concepções prévias explicitadas no início da

investigação. Entretanto, foi na segunda questão, que fazia alusão ao conceito de adaptação, que se observou a maior conservação dos modelos explicativos prévios, onde oito alunos (40%) tornaram a explicitar as concepções prévias em seus discursos.

Referente a essa conservação dos modelos prévios, presente nas respostas dos estudantes, Santos (2002) afirma que há explicações de “senso comum” referentes à evolução dos seres vivos que são relativamente resistentes à mudança. Também sobre isso, Mortimer (1996) descreve que resultados sobre mudança conceitual mostraram que estudantes não abandonam com facilidade suas concepções informais.

Finalmente, ainda foi observada uma assimilação distorcida do discurso científico, explicitada por um aluno (5%), que respondeu à primeira questão referente ao conceito de Evolução Biológica, fazendo uso das palavras científicas, porém, apresentando uma concepção simplista e sem fundamentação.

CAPÍTULO IV

4 Considerações Finais

A dissertação aqui exposta se propôs a fazer uma análise da evolução conceitual do Ensino de Evolução Biológica em sala de aula, dentro do contexto da educação básica a partir de estratégias de ensino voltadas para a mudança conceitual. Esta busca por uma resposta para a pergunta da pesquisa nos impulsionou a propor quatro objetivos específicos, norteadores da presente pesquisa desenvolvida. No momento presente, apresentamos as considerações finais referentes aos resultados obtidos, seguindo tais objetivos propostos.

Referente ao primeiro objetivo específico, “identificar distintas concepções prévias sobre Evolução Biológica, diferenciando a concepção científica das concepções de caráter não científico presentes na vida cotidiana” – a análise das concepções prévias sobre conceitos de Evolução Biológica, Adaptação e Seleção Natural – esse tipo de investigação se caracterizou como um instrumento fundamental na constituição da dimensão da pesquisa que se quer realizar.

O levantamento de concepções prévias, tão importante para a construção do conhecimento e para a mudança conceitual, mostrou tendências nos discursos dos estudantes pesquisados a cerca da distinção entre o discurso científico e o discurso não científico. Conforme detectamos na grande parte das respostas ao questionário pré-teste, a respeito da questão sobre Evolução Biológica, predominou a presença de concepções de caráter não científico em detrimento das concepções de caráter científico. Entretanto, esses dados nortearam a construção e aplicação da Sequência de Ensino Investigativa durante o processo de intervenção pedagógica.

Em relação ao segundo objetivo específico constituído, qual seja “desenvolver e aplicar uma Sequência de Ensino Investigativa como proposta didática para proporcionar a Evolução Conceitual na temática Evolução Biológica, com orientações para apoio dos professores em sala de aula, constituindo o produto final do TCM”, os resultados obtidos foram verdadeiramente satisfatórios. A intervenção pedagógica realizada a partir da elaboração e aplicação de uma Sequência de Ensino Investigativa foi eficiente em promover a introdução de abordagens que

estimularam a promoção de conflitos cognitivos, como mecanismo crucial na construção do conhecimento e na acomodação do discurso científico na rede conceitual, com a substituição das concepções prévias a partir das estratégias de ensino por investigação presentes na SEI e contribuído assim, para a promoção da evolução conceitual.

A respeito do terceiro objetivo específico proposto, “promover meios no processo de ensino e aprendizagem, para que os estudantes possam: discutir e socializar os conhecimentos adquiridos, constituindo assim, subsídios que possibilitem a reestruturação de conceitos sobre evolução”, a observação participante com registro em diário e registros de frequência e desempenhos, como também a análise dos questionários pré e pós-teste, atestam a eficácia do trabalho desenvolvido, caracterizando a intervenção pedagógica realizada a partir da aplicação de uma Sequência de Ensino Investigativa, como um mecanismo que permite e facilita a construção de aprendizagens significativas que acarretam em evolução conceitual.

Deste modo, a análise das atividades realizadas durante o processo de intervenção pedagógica conferiu avanços progressivos na acomodação e assimilação de concepções próximas do discurso científico pelos estudantes referentes aos conceitos de evolução biológica, adaptação e seleção natural. Assim sendo, os estudantes puderam protagonizar a construção dos conhecimentos durante o processo de ensino e aprendizagem, a partir da discussão e socialização destes, possibilitando assim, a mudança conceitual.

Por fim, do quarto objetivo específico proposto, no sentido de “descrever possíveis modificações nos modelos explicativos dos estudantes sobre a Evolução Biológica, que indicassem a presença dos graus de acomodação, assimilação parcial, assimilação distorcida e ainda, conservação das concepções prévias”, a análise dos discursos presentes nos questionários pré e pós-teste, não só asseguram e conferem sentido a todo o esforço destinado à construção e utilização de estratégias de ensino voltadas à promoção de mudanças conceituais através da explicitação de concepções prévias e de conflitos cognitivos, como também atestam a eficácia das abordagens investigativas, problematizadas e que promovam o protagonismo.

Sendo assim, a análise das respostas apresentadas pelos estudantes aos questionários pré e pós-teste, mostra que tanto as estratégias de ensino voltadas para a promoção de mudanças conceituais, como também as abordagens investigativas, são práticas verdadeiramente eficazes na construção do conhecimento. Ainda sobre isso, fica claro que a presença predominante do grau de mudança conceitual de acomodação após a aplicação dos questionários indica que iniciativas como essas, podem oferecer subsídios à construção de uma aprendizagem significativa.

Confirmando o que indicam os resultados obtidos durante o processo de ensino e aprendizagem, a metodologia utilizada aqui permitiu constatar que a maioria dos resultados reafirma a presença da evolução conceitual, por meio da assimilação parcial do modelo explicativo científico ou da presença da acomodação da explicação científica na rede conceitual dos estudantes, com a substituição de ideias prévias.

REFERÊNCIAS

BRANCO, S. M. **Evolução das espécies**: o pensamento científico, religioso e filosófico. São Paulo: Moderna, 2001. 70p.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretária da Educação Básica - Brasília. 2008. 135p. **Orientações Curriculares para o Ensino Médio**; vol. 2.

BIZZO, N. M. V. **Ensino de Evolução e História do Darwinismo. Brasil**. Tese Mimeografada (Doutorado). Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo. 1995.

CAMPBELL, N. A.; REECE, J. B.; et al. **Biologia**. 10^a. ed. Porto Alegre: Artmed, 2015. 1442p.

CAREGNATO, R. C. A.; MUTTI, R. Pesquisa qualitativa: análise de discurso versus análise de conteúdo. **Texto Contexto Enferm**. 15(4):679-84. 2006.

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

CARVALHO, A. M. P. de. **Ensino de ciências por investigação**: condições para implementação em sala de aula. (org) São Paulo: Cengage Learning, 2013.

CHAMARY, JV. **50 ideias de biologia que você precisa conhecer**. Tradução de Petê Rissatti. São Paulo: Planeta do Brasil, 2019. 216p.

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

EL-HANI, C. N.; BIZZO, N. M. V. Formas de construtivismo: teoria da mudança conceitual e construtivismo contextual. *In*: II ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS. 2., 2002. Belo Horizonte. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**. vol.4 no.1. Belo Horizonte. p. 1-14. 2002.

GEELAN, D. R. Epistemological anarchy and the many forms of constructivism. **Science e Education**. 6(1-2): 15-28. 1997.

GIL-PÉRES, D. Contribución de la historia y de la filosofía de las ciencias al desarrollo de um modelo de enseñanza/aprendizaje como investigación. **Enseñanza de las Ciencias**. 11(2): 197-212. 1993.

HEWSON. P. W. A conceptual change approach to learning science. **European Journal of Science Education**. 3(4); 383-309. 1981.

HEWSON, P. W.; THORLEY, R. The conditions of conceptual change in the classroom. **International Journal of Science Education**, v.11, n.5, p. 541-553. 1989.

KRASILCHIK, M. **Prática de Ensino de Biologia**. 4ª ed. rev. e ampl., 2ª reimpr. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2008. 197p.

LUCENA, D.; GASPAR, A. **Ensino informal de ciências e a aprendizagem da evolução biológica**: um olhar vigotskiano. Dissertação (Mestrado em Educação para Ciência), Faculdade de Ciências da Universidade Estadual Paulista, Bauru, São Paulo. 2004.

MARANDINO, M. **Ensino de Biologia**: histórias e práticas em diferentes espaços educativos. São Paulo: Cortez, 2009. 215p.

MARTINS, A. F. P. Palavras, textos e contextos. *in*: BRASIL. **Ciências: ensino fundamental**. Brasília: Ministério da Educação, 2010, p. 11-24 (Coleção Explorando o Ensino, v. 18).

MATTHEWS, M. R. Vino viejo em bottelas nuevas: Um problema com la epistemologia construtivista. **Enseñanza de las Ciencias** 12(1): 79-88. 1994a.

MATTHEWS, M. R. **Science Teaching**: The Role of History and Philosophy of Science. New York. Routledge. 1994b.

MAYR, E. **Populações, espécies e evolução**. Tradução de Hans Reichardt. São Paulo: Ed. Nacional, Ed. Da Universidade de São Paulo, 1977. 485p.

MAYR, E. **O que é a evolução**. Tradução de Ronaldo Sergio de Baisi e Sergio Coutinho de Biasi. Rio de Janeiro: Rocco, 2009. 342p.

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

MILLAR, R. Constructive criticisms. **International Journal of Science Education**. 11(5): 587-596. 1989.

MINAYO, M. C. de S. **O desafio do conhecimento**. 11ª. ed. São Paulo: Hucitec, 2008. 47p.

MORTIMER, E. F. Pressupostos epistemológicos para uma metodologia de ensino de química: mudança conceitual e perfil epistemológico. **Química Nova**, v. 15, n.3, p. 242-249. 1992.

MORTIMER, E. F. **Evolução do Atomismo em Sala de Aula**: Mudança de Perfis Conceituais. Tese (Doutorado). FE-USP, São Paulo. 1994.

MORTIMER, E. F. Conceptual change or conceptual profile change? **Science e Education**. 4(3): p. 265-287. 1995.

MORTIMER, E. F. Construtivismo, mudança conceitual e ensino de ciências: para onde vamos? **Investigações em Ensino de Ciências**. 1(1), p. 20-39, 1996.

MORTIMER, E. F. **Linguagem e formação de conceitos no ensino de ciências**. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2000. 373p.

OLIVEIRA, F. **Engenharia genética**: o sétimo dia da criação. 2ª. ed. reform. São Paulo: Moderna, 2004. Coleção polêmica. 224p.

PINTRICH, P. R.; MARX, R.W.; BOYLE, R. A. Beyond cold conceptual change: the role of motivational beliefs and classroom contextual factors in the processo f conceptual change. **Review of Educational Research** 63(2): 167-199. 1993.

POSNER, G. J.; STRIKE, K. A.; REWSON, P. W. E GERZOG, W. A. Accomodation of a scientific conception: toward a theory of conceptual change. **Sceince Education**. 66(2): 211-227. 1982.

PRESTES, M. L. de M. **A pesquisa e a construção do conhecimento científico**: do planejamento aos textos, da escola à academia. 3ª. ed. São Paulo: Rêspel, 2008. 260p.

RICHARDSON, R. J. **Pesquisa social: métodos e técnicas**. 4. ed. rev. atual. e ampl. São Paulo: Atlas, 2017.

SANTIAGO, T. F. T. **Modelo de Ensino para Mudanças Conceituais**: Desenvolvendo o Conceito de Centro de Gravidade. Dissertação (Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física). Universidade Federal de Juiz de Fora. 2018.

SANTOS, S. **Evolução biológica**: ensino e aprendizagem no cotidiano de sala de aula. São Paulo: Annablume: Fapesp: Pró-Reitoria de Pesquisa, 2002. 130p.

SANTOS, C. M. D.; CALOR, A. R. Ensino de biologia evolutiva utilizando a estrutura conceitua da sistemática filogenética. **Revista Ciência e Ensino**, v. 2, n. 1, dez. 2007.

SELLES, S. E; FERREIRA, M. S. Disciplina escolar Biologia: entre a retórica unificadora e as questões sociais. *In*: MARANDINO, M. et al. (Org). **Ensino de Biologia**: conhecimentos e valores em disputa. Niterói: Eduff. p. 50-62. 2005.

SILVA, J. R. R. T; AMARAL, E. M. R. Proposta de um Perfil Conceitual para Substância. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**. v.13, n.3, 2013.

SOLOMON, J. Learning about energy: how pupils think in two domains. **European Journal of Science Education**. v.5, n.1. p.49-50. 1983.

TIDON, R.; e VIEIRA, E. O ensino da evolução biológica: um desafio para o século XXI. **Revista eletrônica de jornalismo científico**. abril 15, 2009.

APÊNDICE A – Termo de Assentimento Livre e Esclarecido (Para estudantes)

Você está sendo convidado (a) como voluntário (a) a participar da pesquisa intitulada: **ENSINO E APRENDIZAGEM DE EVOLUÇÃO BIOLÓGICA**: Uma análise da evolução conceitual em sala de aula, que está sendo desenvolvida por **Marcílio Gomes Macena**, aluno regularmente matriculado no Programa de Mestrado Profissional em Ensino de Biologia – PROFBIO do Centro de Ciências Exatas e da Natureza – CCEN, da Universidade Federal da Paraíba, sob orientação do Prof. Dr. **Alessandre Pereira Colavite**, nesta instituição.

Os objetivos da pesquisa são:

Objetivo Geral

Analisar a evolução conceitual da Evolução Biológica no processo de ensino e aprendizagem em sala de aula.

Objetivos Específicos

- a) Identificar distintas concepções prévias sobre Evolução Biológica, diferenciando a concepção científica das concepções de caráter não científico presentes na vida cotidiana.
- b) Promover meios no processo de ensino e aprendizagem, para que os estudantes possam: discutir e socializar os conhecimentos adquiridos, constituindo assim, subsídios que possibilitem a reestruturação de conceitos sobre evolução.
- c) Desenvolver e aplicar uma Sequência de Ensino Investigativa como proposta didática para proporcionar a Evolução Conceitual na temática Evolução Biológica, com orientações para apoio dos professores em sala de aula, constituindo o produto final do TCM.
- d) Descrever modificações nos modelos explicativos dos estudantes sobre Evolução Biológica, que indique os seguintes graus de mudança: acomodação; assimilação parcial; assimilação distorcida; e conservação dos modelos prévios.

Justifica-se o presente estudo pela necessidade de levantar dados e de se fazer uma intervenção significativa por meio de estratégias de ensino com

abordagens investigativas, problematizadas e que promovam o protagonismo entre os estudantes.

Para este estudo adotaremos os seguintes procedimentos: I. Apresentação do projeto, momento que deverá se efetivar em uma roda de conversa; II. Aplicação de pré-teste com o objetivo de levantar dados sobre as concepções prévias dos estudantes que serão analisados quali-quantitativamente; III. Em seguida, será aplicada uma Sequência de Ensino Investigativa sobre Evolução Biológica, com um conjunto de sete atividades que estimularão a participação investigativa e o protagonismo a partir de problematizações. A finalidade dessa sequência será desenvolver o pensamento evolutivo e a evolução conceitual a partir do conflito cognitivo; IV. Ao final, será aplicado um pós-teste idealizado de maneira a permitir a identificação da evolução conceitual ocorrida após aplicação das estratégias de ensino.

Para participar deste estudo, o responsável por você deverá autorizar e assinar um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE). O responsável por você poderá retirar o consentimento ou interromper a sua participação a qualquer momento. A sua participação é voluntária e a recusa em participar não acarretará qualquer penalidade ou modificação na forma em que é atendida pelo pesquisador que irá tratar a sua identidade com padrões profissionais de sigilo. Você não será identificado em nenhuma publicação. Este estudo apresenta risco mínimo, limitados à possibilidade de certa inibição em externar memórias em rodas de conversa ou ainda nas resoluções das atividades coletivas, não gerando assim, nenhum desconforto psicológico. Em contrapartida, os benefícios obtidos com este trabalho serão importantíssimos e traduzidos em esclarecimentos para a população estudada.

Os resultados estarão à sua disposição quando finalizada. Seu nome ou o material que indique sua participação não será liberado sem a permissão do responsável por você. Os dados e instrumentos utilizados na pesquisa ficarão arquivados com o pesquisador responsável por um período de 5 anos, e após esse tempo serão destruídos. Este termo de consentimento encontra-se impresso em duas vias, sendo que uma cópia será arquivada pelo pesquisador responsável, e a outra será fornecida a você.

Os pesquisadores estarão a sua disposição para qualquer esclarecimento que considere necessário em qualquer etapa da pesquisa. Vale ressaltar que durante todas as etapas da presente pesquisa serão cumpridas todas as determinações constantes da Resolução 466/12 do Conselho Nacional de Saúde – CNS, que disciplina as pesquisas envolvendo seres humanos no Brasil.

Eu, _____, fui informado(a) dos objetivos, justificativa, risco e benefício do presente estudo de maneira clara e detalhada e esclareci minhas dúvidas. Sei que a qualquer momento poderei solicitar novas informações, e o meu responsável poderá modificar a decisão de participar se assim o desejar. Tendo o consentimento do meu responsável já assinado, declaro que concordo em participar desse estudo. Recebi uma cópia deste termo de assentimento assinado por mim e pelo pesquisador responsável, e me foi dada a oportunidade de ler e esclarecer as minhas dúvidas.

João Pessoa-PB, ____ de _____ de 2019.

Prof. Marcílio Gomes Macena
Pesquisador responsável

Aluno(a) Participante da Pesquisa

Pesquisador Responsável: Marcílio Gomes Macena
Endereço do Pesquisador Responsável: Rua Aloizio Rodrigues, 45 – Bairro: Saudade – Triunfo – PE.
CEP: 56.870 – 000.
E-mail: marcilio_macena@hotmail.com
E-mail do Comitê de Ética em Pesquisa do Centro de Ciências da Saúde da Universidade Federal da Paraíba: eticaccs@ccs.ufpb.br – fone: (83) 3216-7791 – Fax: (83) 3216-7791
Endereço: Cidade Universitária – Campus I – Conj. Castelo Branco – CCS/UFPB – João Pessoa-PB.
CEP 58.051-900

APÊNDICE B – Termo de Consentimento Livre e Esclarecimento (Para pais/responsáveis)

O(A) seu(ua) filho(a) está sendo convidado(a) a participar da pesquisa intitulada: **ENSINO E APRENDIZAGEM DE EVOLUÇÃO BIOLÓGICA**: Uma análise da evolução conceitual em sala de aula, desenvolvida por **Marcílio Gomes Macena**, aluno regularmente matriculado no Programa de Mestrado Profissional em Ensino de Biologia – PROFBIO do Centro de Ciências Exatas e da Natureza – CCEN, da Universidade Federal da Paraíba, sob orientação do Prof. Dr. **Alessandre Pereira Colavite**, nesta instituição.

Os objetivos da pesquisa são:

Objetivo Geral

Analisar a evolução conceitual da Evolução Biológica no processo de ensino e aprendizagem em sala de aula.

Objetivos Específicos

- a) Identificar distintas concepções prévias sobre Evolução Biológica, diferenciando a concepção científica das concepções de caráter não científico presentes na vida cotidiana.
- b) Promover meios no processo de ensino e aprendizagem, para que os estudantes possam: discutir e socializar os conhecimentos adquiridos, constituindo assim, subsídios que possibilitem a reestruturação de conceitos sobre evolução.
- c) Desenvolver e aplicar uma Sequência de Ensino Investigativa como proposta didática para proporcionar a Evolução Conceitual na temática Evolução Biológica, com orientações para apoio dos professores em sala de aula, constituindo o produto final do TCM.
- d) Descrever modificações nos modelos explicativos dos estudantes sobre Evolução Biológica, que indique os seguintes graus de mudança: acomodação; assimilação parcial; assimilação distorcida; e conservação dos modelos prévios.

Justifica-se o presente estudo pela necessidade de levantar dados e de se fazer uma intervenção significativa por meio de estratégias de ensino com

abordagens investigativas, problematizadas e que promovam o protagonismo entre os estudantes.

A participação do seu(ua) filho(a) na presente pesquisa é de fundamental importância, mas será voluntária, não lhe cabendo qualquer obrigação de fornecer as informações e/ou colaborar com as atividades solicitadas pelos pesquisadores se não concordar com isso, bem como, participando ou não, nenhum valor lhe será cobrado, como também não lhe será devido qualquer valor.

Caso o seu(ua) filho(a) decida não participar do estudo ou resolver a qualquer momento dele desistir, nenhum prejuízo lhe será atribuído, sendo importante o esclarecimento de que os riscos da participação do(a) seu(ua) filho(a) são considerados mínimos, limitados à possibilidade de certa inibição em externar memórias em rodas de conversa ou ainda nas resoluções das atividades coletivas, não gerando assim, nenhum desconforto psicológico. Em contrapartida, os benefícios obtidos com este trabalho serão importantíssimos e traduzidos em esclarecimentos para a população estudada.

Em todas as etapas da pesquisa serão fielmente obedecidos os Critérios da Ética em Pesquisa com Seres Humanos, conforme Resolução nº. 466/2012 do Conselho Nacional de Saúde, que disciplina as pesquisas envolvendo seres humanos no Brasil.

Solicita-se, ainda, a sua autorização para apresentar os resultados deste estudo em eventos científicos ou divulgá-los em revistas científicas, assegurando-se que o seu nome será mantido no mais absoluto sigilo por ocasião da publicação dos resultados.

Caso a participação de seu(ua) filho(a) implique em algum tipo de despesa, a mesma será ressarcida pelo pesquisador responsável, o mesmo ocorrendo caso ocorra algum dano.

Os pesquisadores estarão a sua disposição para qualquer esclarecimento que considere necessário em qualquer etapa da pesquisa.

Eu, _____, declaro que fui devidamente esclarecido(a) quanto aos objetivos, justificativa, riscos e benefícios da pesquisa, e dou o meu consentimento para que meu(inha) filho(a) possa dela participar e para a publicação dos resultados, assim como o uso de minha imagem dos mesmos nos slides destinados à apresentação do trabalho final. Estou ciente de

que receberei uma cópia deste documento, assinada por mim e pelo pesquisador responsável, como se trata de um documento em duas páginas, a primeira deverá ser rubricada tanto pelo pesquisador responsável quanto por mim.

João Pessoa-PB, ____ de _____ de 2019.

Prof. Marcílio Gomes Macena
Pesquisador responsável

Aluno(a) Participante da Pesquisa

Pais/responsáveis



Pesquisador Responsável: Marcílio Gomes Macena
Endereço do Pesquisador Responsável: Rua Aloizio Rodrigues, 45 – Bairro: Saudade – Triunfo – PE.
CEP: 56.870 – 000.
E-mail: marcilio_macena@hotmail.com
E-mail do Comitê de Ética em Pesquisa do Centro de Ciências da Saúde da Universidade Federal da Paraíba: eticaccs@ccs.ufpb.br – fone: (83) 3216-7791 – Fax: (83) 3216-7791
Endereço: Cidade Universitária – Campus I – Conj. Castelo Branco – CCS/UFPB – João Pessoa-PB.
CEP 58.051-900

APÊNDICE C – Pré e Pós-teste

Questionário para Levantamento de Concepções sobre Evolução (QLCE)

	UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DA NATUREZA MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE BIOLOGIA	 PROFBIO Mestrado Profissional em Ensino de Biologia
Unidade de Ensino: Escola de Referência em Ensino Médio Alfredo de Carvalho		
Professor: Marcílio Gomes Macena	Disciplina: Biologia	Turma: 3º Ano
ENSINO E APRENDIZAGEM DE EVOLUÇÃO BIOLÓGICA: <i>Uma análise da evolução conceitual em sala de aula</i> Prezado(a) Aluno(a), Com a finalidade de obter informações para alimentar o desenvolvimento do Trabalho de Conclusão de Mestrado de Marcílio Gomes Macena, vinculado ao Curso de Mestrado Profissional em Ensino de Biologia - PROFBIO da Universidade Federal da Paraíba vem, por este meio, solicitar sua colaboração, participando do estudo por meio do questionário abaixo: 1 - Este questionário solicita informações acerca de suas concepções sobre a Evolução Biológica. 2 - Todas as informações coletadas neste estudo serão mantidas em sigilo, preservando a identidade de todos os envolvidos. 3 - Ao responder às perguntas solicita-se que as mesmas sejam respondidas com caneta AZUL ou PRETA. 4 - Ao completar este questionário, por favor, entregue-o ao professor/pesquisador responsável pelos questionários. Sua participação é fator primordial para o desencadeamento desse processo. Agradecemos sua colaboração.		

DADOS DE IDENTIFICAÇÃO

Nome: _____ Idade: _____ Sexo: _____

Escola onde cursou o Ensino Fundamental:

Escola onde cursou o 1º e 2º Ano do Ensino Médio:

Turno: () Manhã () Tarde

Residência:

() Zona Urbana () Zona Rural

Ocupação:

() Estuda e trabalha () Só estuda

PRÉ-REQUISITOS TEÓRICOS REFERENTES À EVOLUÇÃO BIOLÓGICA

Questão 1

O que é Evolução Biológica para você?

Questão 2

Qual o significado da palavra “adaptação” em Biologia?

Questão 3

O que você entende por Seleção Natural?

Pesquisador Responsável: Marcílio Gomes Macena

Endereço do Pesquisador Responsável: Rua Aloizio Rodrigues, 45 – Bairro: Saudade – Triunfo – PE.
CEP: 56.870 – 000.

E-mail: marcilio_macena@hotmail.com

E-mail do Comitê de Ética em Pesquisa do Centro de Ciências da Saúde da Universidade Federal da Paraíba: eticaccs@ccs.ufpb.br – fone: (83) 3216-7791 – Fax: (83) 3216-7791

Endereço: Cidade Universitária – Campus I – Conj. Castelo Branco – CCS/UFPB – João Pessoa-PB.
CEP 58.051-900

APÊNDICE D – Produto Final



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA – UFPB
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DA NATUREZA – CCEN
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE BIOLOGIA – PROFBIO



**SEQUÊNCIA DE ENSINO INVESTIGATIVA PARA TRABALHAR
A TEMÁTICA DA EVOLUÇÃO BIOLÓGICA EM SALA DE AULA**

Marcílio Gomes Macena
Alessandre Pereira Colavite



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

MARCÍLIO GOMES MACENA

**SEQUÊNCIA DE ENSINO INVESTIGATIVA PARA TRABALHAR
A TEMÁTICA DA EVOLUÇÃO BIOLÓGICA EM SALA DE AULA**

Proposta de ação profissional (Produto Educacional) resultante do Trabalho de Conclusão de Mestrado (TCM) apresentado ao Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em Rede Nacional (PROFBIO), do Centro de Ciências Exatas e da Natureza, da Universidade Federal da Paraíba como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Biologia.

Área de concentração: Ensino de Biologia
Linha de Pesquisa: Origem da vida, Evolução, Ecologia e Biodiversidade.
Macroprojeto: Biodiversidade animal e evolução.

Orientador: Prof. Dr. Alexandre Pereira Colavite

João Pessoa

2020

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO	77
FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA QUE EMBASOU A SEQUÊNCIA DIDÁTICA	78
CARACTERIZAÇÃO DA SEQUÊNCIA DE DIDÁTICA.....	79
AULA 1 – Uso do termo “evolução” no cotidiano e no contexto biológico	79
AULA 2 – Investigando o conceito de evolução	81
AULA 3 – Dinâmica sobre o conceito de variabilidade genética	83
AULA 4 – Identificando equívocos sobre Evolução Biológica	84
AULA 5 – Simulando a adaptação das mariposas	86
AULA 6 – Debate sobre os conceitos de adaptação e seleção natural	88
AULA 7 – Investigando conceitos sobre evolução em uma charge.....	91
APRENDIZAGENS ESPERADAS	94
REFERÊNCIAS	95

APRESENTAÇÃO

A presente Sequência Didática, inspirada no ensino por investigação, brotou a partir de uma intervenção pedagógica dedicada ao ensino e aprendizagem de Evolução Biológica entre estudantes do Ensino Médio, constituída como uma proposta de ação profissional (Produto Educacional) resultante do Trabalho de Conclusão de Mestrado (TCM) apresentado ao Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em Rede Nacional (PROFBIO/UFPB).

Essa Sequência de Ensino Investigativa (SEI) se constitui como uma proposta didática para a promoção da evolução conceitual na temática da Evolução Biológica, com orientações para apoio dos professores em sala de aula, tendo sido construída com a participação e colaboração dos estudantes envolvidos na pesquisa. As atividades constituintes foram elaboradas com o propósito de levantar concepções prévias e promover o conflito cognitivo como ferramentas imprescindíveis para a ocorrência da mudança conceitual, como também, provocar a discussão e socialização dos conhecimentos construídos, constituindo deste modo, elementos que permitam a reestruturação de conceitos sobre evolução.

As aulas foram destinadas ao estudo dos conceitos de Evolução Biológica, Adaptação, Seleção Natural, Biodiversidade e Variabilidade Genética. Cada aula recebeu um nome em alusão ao que aconteceu no momento da sua realização.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA QUE EMBASOU A SEQUÊNCIA DIDÁTICA

Baseada na abordagem do ensino por investigação, essa sequência de ensino tem a finalidade de proporcionar abordagens didáticas direcionadas para as aulas de Biologia do Ensino Médio que permitam a construção de aprendizagens significativas e que ocasionem a evolução conceitual. Portanto, abordaremos nesta breve fundamentação, algumas considerações sobre as Sequências de Ensino Investigativas (SEI), referente aos aspectos das atividades-chave próprias desse tipo de Sequência Didática.

Segundo Carvalho (2013), as Sequências de Ensino Investigativas (SEIs) devem proporcionar um conjunto de atividades-chave, como a proposição inicial de um problema contextualizado, que pode ser experimental ou teórico, seguido do levantamento e testagem de hipóteses pelos estudantes, para que eles passem da ação manipulativa para a intelectual e estruture o pensamento por meio da argumentação discutida com seus colegas e com o professor, mediante uma sistematização.

Ainda referente às Sequências de Ensino Investigativas, Carvalho (2013) afirma que elas não só sistematizam resultados relevantes nas pesquisas em ensino de Física e Ciências, mas também consistem em referências essenciais para o planejamento de aulas com objetivos específicos a serem desenvolvidas em qualquer área do conhecimento, transformando-se em atividades mais motivadoras e significativas para alunos e professores.

Contudo, no que se refere a potenciais e perspectivas de promoção da evolução conceitual a partir da execução de uma sequência didática como um modelo de instrução adequado para a promoção da evolução conceitual, Millar (1989) e Gil-Pérez (1993), afirmam que: É comum que modelos de instrução sejam derivados diretamente das ideias construtivistas referentes à aprendizagem, resultando em propostas pedagógicas que buscam promover a evolução conceitual com o seguinte procedimento: explicitação das concepções prévias dos alunos; esclarecimento e intercâmbio de ideias entre os aprendizes; criação de conflitos cognitivos; construção de novas ideias; e revisão do progresso alcançado e aplicação do que foi aprendido em outros contextos.

A Sequência de Ensino Investigativa, que constitui este trabalho, foi elaborada para trabalhar a temática da Evolução Biológica entre estudantes da Educação Básica, com o intuito de proporcionar o ensino por investigação, a evolução conceitual, e o protagonismo dos estudantes. Essa SEI foi estruturada em sete aulas que buscam articular a explicitação das concepções prévias, a promoção do conflito cognitivo para a reestruturação das concepções dos sujeitos, e a construção do conhecimento a partir da proposta de ensino por investigação.

CARACTERIZAÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA

Público-alvo

Estudantes do 3º Ano do Ensino Médio

Conteúdos conceituais

- Evolução Biológica;
- Adaptação;
- Seleção Natural.
- Biodiversidade;
- Variabilidade Genética;

Número estimado de horas/aulas

14 horas/aula.

AULA 1 – USO DO TERMO “EVOLUÇÃO” NO COTIDIANO E NO CONTEXTO BIOLÓGICO

Objetivos

- Possibilitar o desenvolvimento de um conceito de evolução.
- Promover o trabalho investigativo conceitual.
- Estimular a percepção e identificação das definições relacionadas ao conceito científico de evolução.

Tempo estimado de duração da aula:

2 horas/aula.

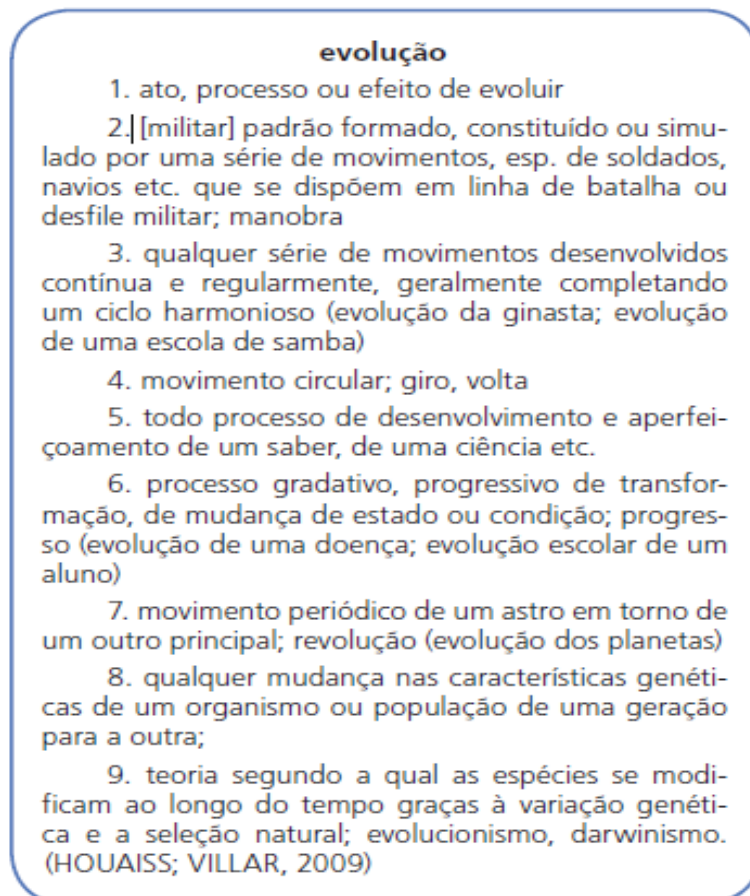
Procedimentos metodológicos

Para começar a aula, explique que os estudantes serão protagonistas da construção da aula e, por isso, precisarão argumentar e expor as suas ideias prévias a respeito da Evolução Biológica.

Primeiro momento: Solicite aos seus estudantes que desenvolvam um conceito de evolução. Este deve ser escrito em uma folha ou no caderno do aluno. Aqui, eles devem apresentar seus conhecimentos prévios sobre o conceito solicitado.

Segundo momento: Leve os estudantes ao Laboratório de Informática e providencie para que eles tenham acesso à internet, ou em sala de aula mesmo, providencie dicionários da Língua Portuguesa. Solicite que os estudantes pesquisem o significado de evolução na Internet ou em um dicionário da Língua Portuguesa. Algumas definições adaptadas de um dicionário são apresentadas na *Figura 2*.

Figura 2: Definições adaptadas de um dicionário.



Fonte: HOUAISS, A.; VILLAR, M. S. *Dicionário Houaiss da Língua Portuguesa*. Rio de Janeiro: Objetiva, 2009.

Terceiro momento: Peça para que os estudantes apresentem os resultados de suas pesquisas sobre evolução, comparando-os com o conceito desenvolvido, e identificando quais definições estão relacionadas ao conceito científico de evolução.

Quarto e último momento: Esse é o momento para a promoção do conflito cognitivo. Com a finalidade de promover o conflito cognitivo, a partir do conceito desenvolvido pelos estudantes, apresente alguns conceitos sobre evolução, explicitando a diferença entre o uso do termo evolução no cotidiano, muitas vezes associado à ideia de progresso e a intencionalidade, e em um contexto biológico. Por fim, estimule os estudantes a perceberem e identificarem as definições relacionadas ao conceito científico de evolução e a sua aplicabilidade tanto para descrever o processo quanto para nomear a teoria.

AULA 2 – INVESTIGANDO O CONCEITO DE EVOLUÇÃO

Objetivos

- Possibilitar que os estudantes construam o conceito de evolução.
- Compreender a importância da evolução biológica para a biodiversidade.
- Compreender como surgiu a biodiversidade.

Tempo estimado de duração da aula:

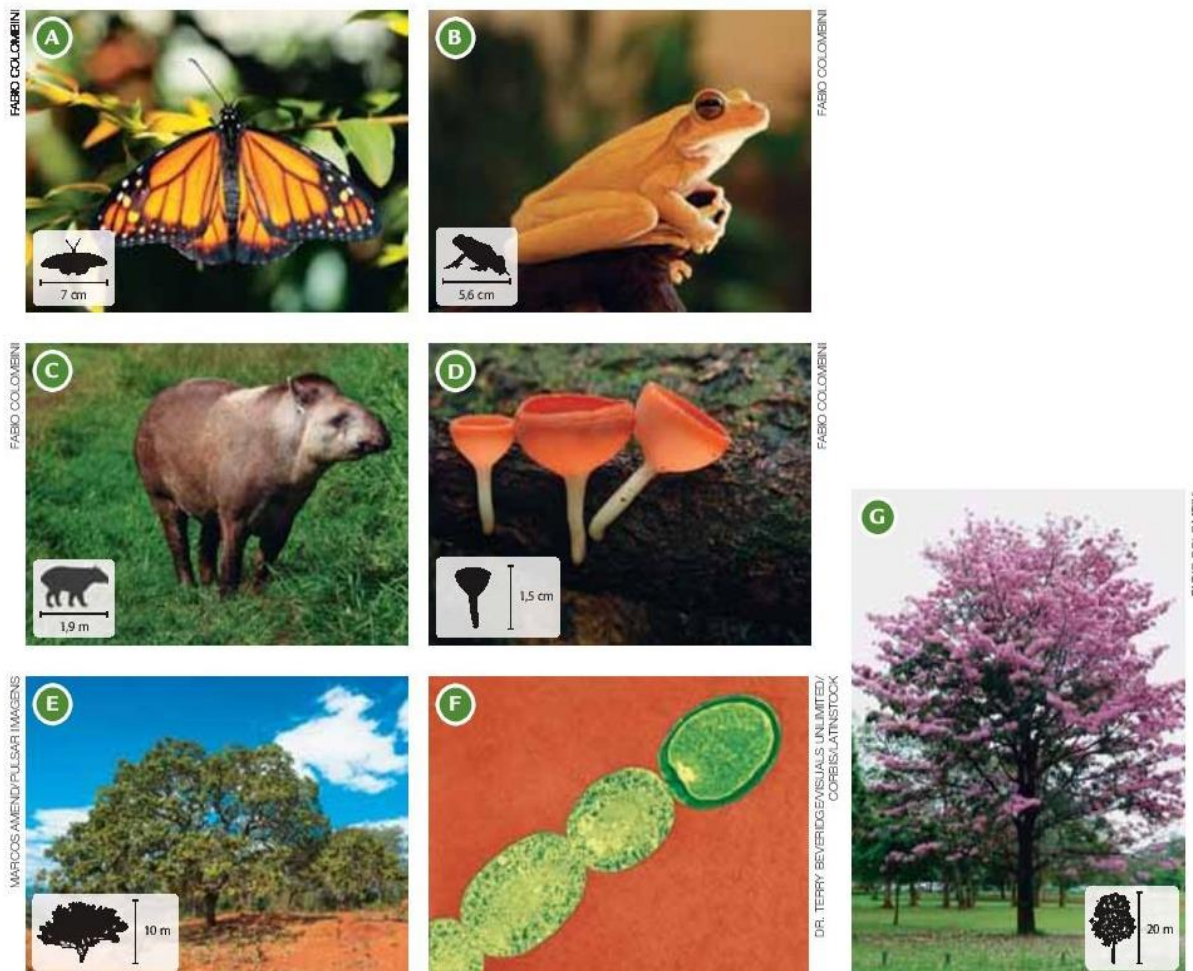
2 horas/aula.

Procedimentos metodológicos

Para começar a aula, esclareça que os estudantes serão protagonistas da construção da aula e, por isso, precisarão: expor as suas ideias prévias, propor hipóteses e fazer argumentações.

Primeiro momento: Com o uso de slides em Power Point e projetor multimídia, projete imagens que representem a biodiversidade brasileira e, em seguida, proponha a questão-problema: Como surgiu a enorme diversidade de seres vivos na Terra? Alguns exemplos de imagens que podem ser utilizadas são mostrados na *Figura 01*:

Figura 1: Exemplos da biodiversidade brasileira: (A) borboleta monarca (*Danaus plexipus*); (B) perereca (*Hypsiboas raniceps*); (C) anta (*Tapirus terrestris*); (D) fungo (*Cookeina speciosa*); (E) pequizeiro (*Caryocar brasiliense*); (F) cianobactéria (*Nostoc punctiforme*) (microscopia eletrônica; aumento: 4.000X; colorizada artificialmente); (G) ipê-rosa (*Tabebuia* sp.).



THOMPSON, Miguel; RIOS, Eloci Perez. **Conexões com a Biologia**. volume 1. 2º ed. São Paulo. Moderna, 2016

Segundo momento: A partir do questionamento inicial, solicite que os estudantes levantem hipóteses para solucionar o problema e registre os conceitos e ideias prévias da turma sobre os termos: evolução e biodiversidade. Lembre-se de não fazer nenhuma intervenção conceitual durante esse momento, para não atrapalhar a execução do próximo momento da aula.

Terceiro momento: Após o levantamento de hipóteses para a solução do problema, promova um momento de discussão em grupo, elenque questionamentos que permitam aos grupos o debate a respeito das hipóteses levantadas.

Quarto e último momento: Esse é o momento para a sistematização do conhecimento. Por tanto, com o intuito de promover o conflito cognitivo, apresente alguns conceitos, fazendo uso das ideias prévias apresentadas pelos estudantes, explique que o termo evolução consiste em mudanças nas características dos seres vivos ao longo do tempo e nem sempre está associado a progresso ou melhoria, como muitas pessoas pensam.

AULA 3 – DINÂMICA SOBRE O CONCEITO DE VARIABILIDADE GENÉTICA

Objetivos

- Possibilitar o levantamento de questões e opiniões de grupos.
- Explicitar concepções dos estudantes.
- Identificar possíveis equívocos conceituais.

Tempo estimado de duração da aula:

2 horas/aula.

Procedimentos metodológicos

Para dar início à aula, explique que os estudantes serão protagonistas de uma discussão referente ao conceito de variabilidade genética a partir de uma dinâmica de grupo para levantar questões e opiniões, por tanto, deverão expor as suas concepções prévias e fazer argumentações.

Primeiro momento: Proponha a produção de um quadro lógico que servira para verificar as ideias básicas que os estudantes apresentam sobre o tema. Inicialmente, questione os estudantes a respeito do que pensam sobre o conceito de variabilidade genética.

Segundo momento: Organize a turma em grupos e solicite aos estudantes que discutam a respeito do tema proposto. Após o momento de discussão, distribua três folhas de papel e solicite que eles escrevam em letras grandes – para facilitar a visualização de toda a sala – tópicos ou frases a respeito do que sabem sobre o tema. Eles terão um tempo de cerca de vinte minutos para registrarem suas impressões.

Terceiro e último momento: Recolha os textos e disponha-os em um local visível por todos. As frases devem ser lidas em voz alta, enquanto os estudantes definem categorias que surgirão durante o momento de discussão, registrando na parte superior do quadro. À medida que as afirmações forem lidas e classificadas, devem ser colocadas abaixo de cada categoria. Ao final, será possível ter um panorama do que os estudantes conhecem sobre variabilidade genética, o tipo de pensamento que prevalece no grupo, as contradições e os possíveis equívocos conceituais.

AULA 4 – IDENTIFICANDO EQUÍVOCOS SOBRE EVOLUÇÃO BIOLÓGICA

Objetivos

- Identificar possíveis equívocos conceituais.
- Promover a socialização dos conhecimentos adquiridos.
- Sistematizar o conhecimento construído.

Tempo estimado de duração da aula:

2 horas/aula.

Procedimentos metodológicos

Para começar a aula, explique que os estudantes participarão de um debate orientado para a sistematização do conhecimento construído por meio da leitura de um texto e que por tanto, precisarão expor as suas concepções prévias e confrontá-las com as impressões obtidas a partir da leitura.

Primeiro momento: Divida a turma em pequenos grupos e distribua uma cópia do texto “Uma visão equivocada da evolução biológica”, esclarecendo que eles terão que fazer uma leitura textual de três maneiras distintas:

- Na primeira leitura, devem ler o texto sem pausas, caso não saibam alguma palavra não tentem procurar o seu significado, somente devem fazer a leitura até o final.
- Na segunda leitura, devem ler o texto marcando e procurando o significado das palavras desconhecidas em um dicionário.
- Na terceira leitura, devem ler o texto sem pausas e na íntegra.

Uma sugestão de texto a ser trabalhado é mostrada logo a seguir.

UMA VISÃO EQUIVOCADA DA EVOLUÇÃO BIOLÓGICA

(Por Walter Neves e Luís Piló)

No geral, dois grandes equívocos permeiam a imaginação popular sobre o processo evolutivo biológico. O primeiro deles é pensar que tal processo leva necessariamente a organismos melhores. Evoluir é melhorar, para a maioria das pessoas. O segundo, que evoluir é se tornar mais complexo. Na verdade, ambos os equívocos estão contaminados por uma grande dose de atribuição de valor, atitude absolutamente inadequada quando o assunto é evolução darwiniana. Evoluir na biologia não é melhorar. É apenas mudar, mantendo-se adaptado. "Descendência com modificação", vista sob uma perspectiva populacional, ainda é a melhor definição do processo evolutivo. Não existem espécies piores ou melhores. Existem espécies mais ou menos adaptadas a uma situação ambiental específica. Mudadas as demandas ambientais, o quadro pode se alterar completamente.

Tampouco o processo evolutivo biológico tem de gerar necessariamente formas cada vez mais complexas. Do ponto de vista evolutivo, a complexidade não recebe nenhum tipo de "recompensa" especial. Isto se torna claro quando se atenta para o fato de que os microrganismos representam um terço da biomassa da Terra. Se complexidade fosse "premiada" pela evolução, tal cifra deveria ser o oposto. Mas de fato é inegável que existem criaturas extremamente complexas na natureza, tanto do ponto de vista estrutural e fisiológico como comportamental. E que tais criaturas surgiram depois das simples, na história da vida no planeta. Esse paradoxo aparente só se resolve quando se tem claro que a evolução biológica é um processo histórico, quase sempre aditivo. E, como em qualquer outro processo histórico, o que vem antes restringe ou limita o que vem depois, mas não determina. Dessa forma, a complexidade surgiu no processo evolutivo também de maneira fortuita, como qualquer outra ferramenta adaptativa.

Outro equívoco sobre evolução biológica, talvez ainda mais nociva que os dois anteriores, é presumir que a seleção natural fixa sempre alternativas perfeitas. Longe disso! A seleção natural elege a melhor entre as alternativas disponíveis, já que o processo de geração dessas alternativas, ou seja, a ocorrência de mutações, dá-se completamente ao acaso, como já mencionado. Há milhares de exemplos na natureza que atestam a incapacidade do processo evolutivo de produzir estruturas perfeitas. Um deles é muito fácil de ser visualizado. Todas as vezes em que um besouro que virou de costas movimentava freneticamente suas patas em uma tentativa desesperada de se desvirar – muitas vezes não conseguindo e morrendo – está-se diante de um exemplo cabal de como o processo evolutivo não necessariamente gera *designs* perfeitos. Quando um ser humano sente dor em sua coluna, ele está vivenciando na própria pele outro grande exemplo de *design* imperfeito. A postura ereta vertical foi fixada em nossa linhagem evolutiva há cerca de 7 milhões de anos, por razões ainda não completamente conhecidas, mas certamente por razões adaptativas muito importantes. Ocorre, entretanto, que essa mudança postural e locomotora demandou grandes reacomodações em todo o nosso esqueleto, o que acabou gerando uma coluna vertebral bastante imperfeita. Em outras palavras, na maior parte das vezes o que a seleção natural faz é o remendo possível. Conhecendo as precariedades desses remendos é que se torna claro para qualquer um que os *designs* existentes na natureza estão longe de primar pela inteligência.

NEVES, W. A.; PILÓ, L. B. Uma visão equivocada da evolução biológica. In: NEVES, W. A.; PILÓ, L. B. **O povo de Luzia: em busca dos primeiros americanos**. Rio de Janeiro: Globo, 2008. p. 25-27.

Segundo momento: Após a leitura do texto, promova um momento de discussão em grupo, que possibilite aos estudantes a constatação de equívocos conceituais sobre a Evolução Biológica presentes no texto. Em seguida, solicite aos estudantes que elenquem quais as visões equivocadas podem ser encontradas no texto. Solicite também, que eles comparem as informações apresentadas no texto com as suas concepções prévias.

Terceiro momento: Terminando a discussão, solicite que os alunos escrevam um pequeno parágrafo, no qual utilizem esses equívocos presentes no texto, e que foram elencados anteriormente, para explicar uma situação cotidiana sobre a Evolução Biológica.

Quarto e último momento: Nesse momento, peça aos estudantes que façam uma apresentação do texto que escreveram. Incentive a apresentação individual e o debate em grupo. É interessante questioná-los para saber como assimilaram o conceito e o aplicaram em seu cotidiano.

AULA 5 – SIMULANDO A ADAPTAÇÃO DAS MARIPOSAS

Objetivos

- Estimular o momento investigativo.
- Proporcionar a discussão de resultados de uma prática.
- Proporcionar a compreensão dos conceitos de adaptação e seleção natural.

Tempo estimado de duração da aula:

2 horas/aula.

Procedimentos metodológicos

Para dar início à aula, esclareça que os estudantes serão protagonistas de uma prática para o entendimento dos conceitos de adaptação e seleção natural e, por isso, precisarão: observar, expor as suas concepções, propor hipóteses e fazer argumentações.

Primeiro momento: Proponha a questão-problema: Imaginem que duas variedades de mariposa, de cor escura e de cor clara, vivam sobre troncos e ramos

escuros das árvores de uma floresta. Se existir pássaros que se alimentem dessas mariposas, que variedade de mariposa estará mais adaptada a esse ambiente? Explique o porquê de tal adaptação das mariposas.

Segundo momento: A partir do questionamento inicial, solicite que os estudantes levantem hipóteses para solucionar o problema e registre os conceitos e ideias prévias sobre adaptação e seleção natural. Lembre-se de não fazer nenhuma intervenção conceitual durante esse momento, para não atrapalhar a execução do próximo momento da aula.

Terceiro momento: Após o levantamento de hipóteses para a solução do problema, promova a realização de uma prática para testar as hipóteses. Reúna os estudantes em grupos e peça para que eles desenhem em cartolinas, pequenas mariposas pousadas de cor escura e de cor clara, com o mesmo formato (deve-se fazer apenas o contorno das mariposas) e com três centímetros cada, e as recortem em seguida. É pertinente orientar os estudantes a escolherem cartolinas que apresente cores semelhantes às cores das carteiras, da porta e das paredes da sala. Logo após, escolha dois alunos para ficarem fora da sala enquanto as mariposas são fixadas nas carteiras, na porta e nas paredes da sala. Em seguida, os alunos que saíram, devem retornar e recolher o maior número possível de mariposas em quinze segundos, e depois contar o número de mariposas recolhidas de cada cor. Esclareça aos estudantes, que eles terão um tempo de cerca de dez minutos para registrarem suas impressões. Para a realização dessa prática, serão necessários os seguintes materiais:

- Tesouras sem pontas, para papel;
- Lápis e borrachas;
- Fita adesiva incolor;
- Cartolinas das mesmas cores ou bem parecidas das paredes e da porta da sala de aula e do tampo das carteiras;
- Cartolinas de cor mais escura, para contrastar com as primeiras.

Quarto e último momento: Esse é o momento para a sistematização do conhecimento. Proponha um momento de discussão em grupo, solicitando que os estudantes elenquem as suas impressões a respeito das hipóteses que foram

testadas por meio da prática, com o intuito de estimular a compreensão de como as adaptações interferem na sobrevivência e perpetuação das espécies.

AULA 6 – DEBATE SOBRE OS CONCEITOS DE ADAPTAÇÃO E SELEÇÃO NATURAL

Objetivos

- Proporcionar a compreensão dos conceitos de adaptação e seleção natural.
- Promover a socialização dos conhecimentos adquiridos.
- Sistematizar o conhecimento construído.

Tempo estimado de duração da aula:

2 horas/aula.

Procedimentos metodológicos

Para iniciar aula, esclareça que os estudantes farão parte de um debate orientado para a sistematização do conhecimento construído através da leitura de um texto, e que assim, necessitarão: explicitar as suas ideias prévias e confrontá-las com as impressões obtidas por meio da leitura, como também devem fazer argumentações sobre as informações presentes no texto.

Primeiro momento: Organize a sala em pequenos grupos e distribua uma cópia do texto “A história das mariposas: críticas e réplicas”, explicando que eles deverão realizar uma leitura textual com o mesmo procedimento observado na leitura do texto da aula 4, ou seja, de três modos distintos lembrados a seguir:

- Na primeira leitura, ler o texto sem pausas, caso não compreendam alguma palavra, não devem tentar buscar o seu significado, somente devem fazer a leitura até o final.
- Na segunda leitura, deverão ler o texto assinalando e buscando o significado das palavras ignoradas em um dicionário da Língua Portuguesa, anotando os seus significados em seus cadernos.
- Na terceira leitura, deverão ler o texto sem pausas e completamente.

Uma proposta de texto a ser trabalhado é mostrada em seguida:

A HISTÓRIA DAS MARIPOSAS: CRÍTICAS E RÉPLICAS (Por Sérgio Linhares, Fernando Gewandsznajder e Helena Pacca)

A história das mariposas de Manchester, na Inglaterra, aparece em vários livros como um exemplo clássico de evolução por seleção natural. No entanto, ela tem sido alvo de críticas por parte de alguns cientistas.

Há duas variedades principais dessa espécie de mariposa (*Biston betularia*): uma de cor cinza-clara com pequenas manchas pretas e outra mais escura. Antes da industrialização, por volta de 1850, as mariposas claras eram mais comuns em Manchester. Após a Revolução Industrial, a variedade escura passou a ser dominante nas áreas próximas às indústrias – por volta de 1900 ela já representava cerca de 98% da população dessas mariposas nas regiões industrializadas da Inglaterra.

Nos anos de 1950, o médico e geneticista inglês Henry Bernard Davis Kettlewell (1907-1979) realizou uma série de experimentos que forneceram evidências a favor da explicação para essa mudança. Nas regiões não poluídas, os pássaros localizavam e comiam com mais facilidade as mariposas escuras, pois as formas claras ficavam camufladas sobre os troncos cobertos de líquens. A poluição provocada pela industrialização destruiu os líquens e escureceu os troncos. Com isso, as formas escuras ficaram camufladas e protegidas dos pássaros – ao contrário das formas claras – e aumentaram de número. Esse fenômeno ficou conhecido como melanismo industrial, já que a forma mais escura é chamada forma melânica. Isso ocorre também com muitas outras espécies de mariposas que vivem em áreas poluídas em outros locais do mundo.

Alguns cientistas afirmaram que, em condições naturais, as mariposas não repousam sobre os troncos e citaram o pesquisador inglês Michael Majerus (1954-2009), especialista no assunto e autor do livro *Melanism: evolution in action*. Contudo, o que Majerus afirma no livro (página 122) é que esses insetos geralmente repousam em partes não expostas dos troncos, em três locais: a) nos troncos, algumas polegadas abaixo da junção com os ramos, na região de sombra; b) na parte de baixo das ramificações do caule; c) nos ramos com folhas.

Convém lembrar que os pássaros procuram por mariposas em todas as partes da árvore, que são igualmente afetadas pela poluição, o que torna a forma escura mais camuflada nas regiões poluídas, independentemente do local onde repouse. Experimentos feitos por Rory Howlett e Michael Majerus mostraram que não há diferença significativa de predação em posições expostas e não expostas dos troncos (veja a referência do artigo de Howlett e Majerus nas fontes de consulta, no final deste texto).

As fotos que aparecem na maioria dos livros didáticos foram feitas muitas vezes com mariposas mortas e coladas nos troncos. No livro de Majerus e em vários artigos (como os de Liebert e Brakefield e o do próprio Majerus, indicados nas fontes de consulta no final do texto), porém, há fotos de mariposas vivas que pousaram naturalmente nos ramos e troncos. Além disso, as fotos nos livros didáticos têm apenas a função de ilustrar a camuflagem das duas formas de mariposas. As evidências de que a camuflagem e a predação pelos pássaros foram os principais fatores de seleção natural para a mudança na frequência da cor na população de mariposas não vêm dessas fotos, e sim de uma série de experimentos realizados não apenas por Kettlewell, mas por vários cientistas ao longo de muitos anos.

Além da observação e filmagem de pássaros comendo mariposas, foram realizados experimentos em que se contava o número de mariposas brancas e negras soltas e recapturadas em regiões poluídas e não poluídas: um número maior de mariposas claras é recapturado nos ambientes não poluídos e um número maior de mariposas escuras nos ambientes poluídos.

Majerus pôde constatar que cerca de 35% das mariposas repousavam nos troncos, 52% nos ramos horizontais e o restante nos galhos mais finos. Majerus observou também várias espécies de pássaros alimentando-se das mariposas, constatando que uma proporção significativamente maior de mariposas escuras foi devorada em relação à de mariposas claras, como se esperaria em um local sem poluição. Analisando os dados obtidos, ele concluiu que a predação diferencial dos pássaros foi o principal fator responsável pela diminuição da forma escura ao longo do experimento, confirmando, portanto, a conclusão de Kettlewell.

Entre 2001 e 2007, Michael Majerus realizou um novo experimento com as duas variedades de *Biston betularia* em um local não poluído, em Cambridge, na Inglaterra. Nesse experimento, ele procurou rebater certas críticas feitas ao experimento de Kettlewell. A primeira delas afirma que Kettlewell soltou as mariposas perto dos troncos, enquanto o local preferencial de pouso desses insetos seria na parte inferior dos ramos.

Outra crítica diz que as mariposas foram soltas durante o dia, sendo que a escolha do local de repouso é feita à noite. Finalmente, afirma-se que foram soltas mais mariposas do que a quantidade normalmente presente em determinada área, o que poderia facilitar sua captura pelos pássaros.

Para evitar essas distorções, Majerus soltou mariposas nos ramos, à noite e na quantidade e proporção encontradas na região do experimento.

Um fato triste em toda essa polêmica foi a morte de Michael Majerus em 2009, ocorrida antes de ele publicar seus últimos resultados, deixando apenas uma palestra relatando o experimento.

Em 2012, porém, quatro biólogos que trabalham com essa questão publicaram os dados do experimento de Majerus (veja nas fontes de consulta o artigo de Cook, Grant, Saccheri e Mallet). A conclusão dos autores foi que os dados do experimento de Majerus mostram que os novos dados respondem às críticas feitas a trabalhos que utilizaram troncos de árvores como locais de repouso e que é praticamente impossível deixar de aceitar que a predação por aves é a principal causa de mudanças na frequência das mariposas. Finalmente, para os autores, o melanismo industrial é um exemplo claro e de fácil compreensão da evolução em ação.

LINHARES, S. A história das mariposas: críticas e réplicas. In: LINHARES, S. **Biologia hoje** / Sérgio Linhares, Fernando Gewandsznajder, Helena Pacca. 3. ed. São Paulo: Ática, 2016. p. 335-336.

Segundo momento: Após a leitura do texto, realize um momento de discussão em grupo, que permita aos estudantes terem conhecimento das informações referentes à história das mariposas como um exemplo clássico de evolução por seleção natural, trazendo à tona as críticas e réplicas sobre esse exemplo presentes no texto. Em seguida, solicite aos estudantes que elenquem quais as críticas e réplicas sobre esse exemplo clássico são relatados no texto. Peça também que os estudantes confrontem as informações apresentadas no texto com as suas

concepções aprendidas durante a prática da simulação da adaptação das mariposas, realizada durante a aula 5.

Terceiro momento: Finalizando a discussão, peça aos estudantes que escrevam um pequeno parágrafo, no qual utilizem as críticas e réplicas presentes no texto, e elencados anteriormente, para explicar uma situação cotidiana sobre a adaptação evolutiva.

Quarto e último momento: Nesse momento, solicite que os estudantes façam uma apresentação do texto que escreveram. Estimule a apresentação individual e o debate em grupo. É importante questioná-los para saber como assimilaram o conceito e o aplicaram no seu dia-a-dia.

AULA 7 – INVESTIGANDO CONCEITOS SOBRE EVOLUÇÃO EM UMA CHARGE

Objetivos

- Possibilitar a investigação dos conceitos sobre evolução biológica.
- Proporcionar a compreensão dos conceitos de evolução, adaptação e seleção natural.
- Sistematizar o conhecimento construído.

Tempo estimado de duração da aula:

2 horas/aula.

Procedimentos metodológicos

Para dar início à aula, esclareça que os estudantes serão protagonistas da construção da aula e, portanto, será necessário que exponham suas ideias prévias, proponham hipóteses e façam argumentações.

Primeiro momento: Com o uso de slides em Power Point e projetor multimídia, projete a imagem de uma charge que faça referências aos conceitos de evolução, adaptação e seleção natural e, em seguida, proponha a questão-problema: Como podemos interpretar as referências aos conceitos presentes na charge? Um exemplo de charge que pode ser utilizado é mostrado na *Figura 02*:

Figura 2: Charge com referências aos conceitos de evolução, adaptação e seleção natural.



THOMPSON, Miguel; RIOS, Eloci Perez. **Conexões com a Biologia**. volume 1. 2ª ed. São Paulo. Moderna, 2016

Segundo momento: A partir do questionamento inicial, peça aos estudantes que proponham hipóteses para solucionar o problema e, registre as concepções dos estudantes sobre os conceitos de evolução, adaptação e seleção natural. Lembre-se de não realizar nenhuma intervenção conceitual durante esse momento, para não interferir a execução do momento seguinte.

Terceiro momento: Após a proposição de hipóteses para solucionar o problema, realize um momento de discussão em grupo, proponha questionamentos que possibilitem aos grupos o debate das hipóteses propostas.

Quarto e último momento: Esse é um bom momento para a sistematização do conhecimento. Com a finalidade de promover o conflito cognitivo, a partir dos conceitos assimilados durante as interpretações referentes aos conceitos presentes na charge, apresente algumas considerações sobre evolução, adaptação e seleção natural, evidenciando a diferença entre o uso desses termos no cotidiano e em um contexto biológico, e por fim, estimule os estudantes a perceberem e evitarem os equívocos conceituais.

APRENDIZAGENS ESPERADAS

As proposições de questões-problema, o levantamento de hipóteses, as discussões, a realização de prática para teste das hipóteses, as pesquisas, as leituras, as produções de texto e as sistematizações, permitirão aos estudantes o desenvolvimento de conceitos, bem como também, a evolução conceitual a partir da explicitação das concepções prévias e do conflito cognitivo, ocasionando a acomodação da explicação científica na rede conceitual dos estudantes, com a substituição das concepções prévias e uma reestruturação intensa da ecologia conceitual.

Deste modo, espera-se que os estudantes possam identificar possíveis incorreções conceituais sobre a Evolução Biológica, possibilitando a adequada aplicabilidade dos conceitos de evolução, adaptação e seleção natural no contexto científico. Assim, espera-se também que os estudantes argumentem e socializem os conhecimentos construídos, trazendo, portanto, a temática da evolução biológica para o cotidiano da sala de aula.

Concluindo, espera-se ainda, que os estudantes ao se defrontarem com essas explicações científicas, vivenciem possíveis modificações nos seus modelos explicativos sobre a Evolução Biológica, que indiquem a presença dos graus de acomodação, assimilação parcial, assimilação distorcida, ou até mesmo, a conservação das concepções prévias.

REFERÊNCIAS

BANDOUK, Antonio Carlos. **Ser protagonista: biologia**. 3º ano: ensino médio. 3ª Ed. São Paulo: Edições SM, 2016.

CARVALHO, A. M. P. de. **Ensino de ciências por investigação**: condições para implementação em sala de aula. (org) São Paulo: Cengage Learning, 2013.

GIL-PÉRES, D. Contribución de la historia y de la filosofía de las ciencias al desarrollo de um modelo de enseñanza/aprendizaje como investigación. **Enseñanza de las Ciencias**. 11(2): 197-212. 1993.

HOUAISS, A.; VILLAR, M. S. *Dicionário Houaiss da Língua Portuguesa*. Rio de Janeiro: Objetiva, 2009.

LINHARES, Sérgio; GEWANDSZNAJDER, Fernando e PACCA, Helena. **Biologia Hoje**: genética, evolução, ecologia. volume 3. 3ª ed. São Paulo: Ática, 2016.

MENDONÇA, Vivian L. **Biologia**: o ser humano, genética, evolução: volume 3. Ensino médio. 3ª ed. São Paulo: Editora AJS, 2016.

MILLAR, R. Constructive criticisms. **International Journal of Science Education**. 11(5): 587-596. 1989.

NEVES, W. A.; PILÓ, L. B. **O povo de Luzia**: em busca dos primeiros americanos. Rio de Janeiro: Globo, 2008. p. 25-27.

THOMPSON, Miguel; RIOS, Eloci Perez. **Conexões com a Biologia**. volume 1. 2º ed. São Paulo. Moderna, 2016.

ANEXO A – Parecer Consubstanciado do CEP

UFPB - CENTRO DE CIÊNCIAS
DA SAÚDE DA UNIVERSIDADE
FEDERAL DA PARAÍBA



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: ENSINO E APRENDIZAGEM DE EVOLUCIONISMO: Uma análise da evolução conceitual em sala de aula

Pesquisador: MARCILIO GOMES MACENA

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 18897019.3.0000.5188

Instituição Proponente: UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAIBA

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 3.628.992

Apresentação do Projeto:

Trata-se de um projeto de pesquisa do Mestrado Profissional em Ensino de Biologia da Universidade Federal da Paraíba, como requisito para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Biologia, do mestrando Marcilio Gomes Macena, sob orientação do Prof. Alexandre Pereira Colavite. A metodologia será a Construtivista que foi idealizada pelo psicólogo, biólogo e epistemólogo suíço Jean Piaget na década de 20 e a abordagem terá caráter quali quantitativa s sujeitos da pesquisa são estudantes de duas turmas do 3º ano do Ensino Médio, turma composta aproximadamente por 80 estudantes com idades entre 15 e 17 anos da Escola de Referência em Ensino Médio Alfredo de Carvalho da Secretaria de Educação do Estado de Pernambuco, localizada na cidade de Triunfo, no alto sertão do Pajeú.

Objetivo da Pesquisa:

Objetivo Primário:

Analisar a evolução conceitual da Evolução Biológica no processo de ensino e aprendizagem em sala de aula.

Objetivo Secundário:

a) Detectar a evolução conceitual em sala de aula durante o processo de ensino e aprendizagem da Evolução Biológica.

b) Descrever como ocorre a evolução conceitual, através da análise do processo de ensino e

Endereço: UNIVERSITARIO S/N

Bairro: CASTELO BRANCO

CEP: 58.051-900

UF: PB

Município: JOAO PESSOA

Telefone: (83)3216-7791

Fax: (83)3216-7791

E-mail: comitedeetica@ccs.ufpb.br

**UFPB - CENTRO DE CIÊNCIAS
DA SAÚDE DA UNIVERSIDADE
FEDERAL DA PARAÍBA**



Continuação do Parecer: 3.628.992

aprendizagem.

- c) Registrar as concepções prévias dos estudantes sobre a Evolução Biológica, de maneira a propiciar o afloramento da maior variedade possível de ideias durante o pré-teste.
- d) Promover meios no processo de ensino e aprendizagem, para que os estudantes possam: debater, discutir e socializar por meio da fala os conhecimentos adquiridos, constituindo assim, subsídios que possibilitem mudanças conceituais.
- e) Elaborar e aplicar uma sequência didática a partir das concepções prévias dos estudantes sobre a Evolução Biológica como uma estratégia de ensino preocupada em promover mudanças conceituais.
- f) Elaborar uma cartilha com os dados das concepções pré e pós-testes dos estudantes e a sequência didática sobre Evolucionismo, constituindo o produto final do TCM.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Riscos:

Este estudo apresenta risco mínimo, limitados à possibilidade de certa inibição em externar memórias em rodas de conversa ou ainda nas resoluções das atividades coletivas, não gerando assim, nenhum desconforto psicológico.

Benefícios:

Levantar dados e fazer uma intervenção significativa por meio de estratégias de ensino com abordagens investigativas, problematizadas e que promovam o protagonismo entre os estudantes.

Servir de embasamento teórico para os professores de Biologia, visando nortear o ensino da Evolução Biológica e viabilizar uma compreensão mais eficiente dos mecanismos evolutivos, sugerindo novas estratégias de ensino que promovam a evolução conceitual.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Pesquisa de relevância acadêmica.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Foram apresentados.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Aprovado.

Considerações Finais a critério do CEP:

Certifico que o Comitê de Ética em Pesquisa do Centro de Ciências da Saúde da Universidade Federal da Paraíba – CEP/CCS aprovou a execução do referido projeto de pesquisa.

Endereço: UNIVERSITARIO S/N		
Bairro: CASTELO BRANCO		CEP: 58.051-900
UF: PB	Município: JOAO PESSOA	
Telefone: (83)3216-7791	Fax: (83)3216-7791	E-mail: comitedeetica@ccs.ufpb.br

**UFPB - CENTRO DE CIÊNCIAS
DA SAÚDE DA UNIVERSIDADE
FEDERAL DA PARAÍBA**



Continuação do Parecer: 3.628.992

Outrossim, informo que a autorização para posterior publicação fica condicionada à submissão do Relatório Final na Plataforma Brasil, via Notificação, para fins de apreciação e aprovação por este egrégio Comitê.

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1373571.pdf	06/09/2019 11:25:52		Aceito
Cronograma	Cronograma_de_Execucao.doc	06/09/2019 11:25:27	MARCILIO GOMES MACENA	Aceito
Outros	Declaracao_de_Aprovacao_do_PTCM.pdf	01/08/2019 23:17:47	MARCILIO GOMES MACENA	Aceito
Outros	Modelo_de_pre_teste.doc	01/08/2019 23:15:12	MARCILIO GOMES MACENA	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	Termo_de_Assentimento_Livre_e_Esclarecido.docx	01/08/2019 23:09:50	MARCILIO GOMES MACENA	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	Termo_de_Consentimento_Livre_e_Esclarecido.docx	01/08/2019 23:09:25	MARCILIO GOMES MACENA	Aceito
Orçamento	Orcamento_financeiro.doc	01/08/2019 23:08:19	MARCILIO GOMES MACENA	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto_TCM.doc	01/08/2019 17:56:48	MARCILIO GOMES MACENA	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	Termo_de_Anuencia.pdf	01/08/2019 17:56:15	MARCILIO GOMES MACENA	Aceito
Folha de Rosto	Folha_de_Rosto.pdf	26/07/2019 01:06:33	MARCILIO GOMES MACENA	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

Endereço: UNIVERSITARIO S/N
Bairro: CASTELO BRANCO CEP: 58.051-900
UF: PB Município: JOAO PESSOA
Telefone: (83)3216-7791 Fax: (83)3216-7791 E-mail: comitedeetica@ccs.ufpb.br

UFPB - CENTRO DE CIÊNCIAS
DA SAÚDE DA UNIVERSIDADE
FEDERAL DA PARAÍBA



Continuação do Parecer: 3.628.992

JOAO PESSOA, 08 de Outubro de 2019

Assinado por:
Eliane Marques Duarte de Sousa
(Coordenador(a))

Endereço: UNIVERSITARIO S/N

Bairro: CASTELO BRANCO

CEP: 58.051-900

UF: PB

Município: JOAO PESSOA

Telefone: (83)3216-7791

Fax: (83)3216-7791

E-mail: comitedeetica@ccs.ufpb.br

ANEXO B – Termo de Anuência da Escola



SECRETARIA DE EDUCAÇÃO E CULTURA
ESCOLA DE REFERÊNCIA EM ENSINO MÉDIO ALFREDO DE CARVALHO
 Ensino Médio Integral
 Cadastro Escolar: E.562-001 CNPJ 10.572.071/0234-06

TERMO DE ANUÊNCIA

Declaro para os devidos fins de direito como diretor desta instituição **ESCOLA DE REFERÊNCIA EM ENSINO MÉDIO ALFREDO DE CARVALHO - EREMAC**, CNPJ:10.572.071/0234-06, estamos de acordo com a execução da pesquisa intitulada “**ENSINO E APRENDIZAGEM DE EVOLUCIONISMO: Uma análise da evolução conceitual em sala de aula**” sob responsabilidade do pesquisador **MARCÍLIO GOMES MACENA**, o qual terá apoio desta instituição.

Esta Instituição está ciente de suas co-responsabilidades como Instituição Co-participante do presente projeto de pesquisa, e de seu compromisso em verificar seu desenvolvimento para que se possa cumprir os requisitos da Resolução CNS 466/12 e suas Complementares, como também, no resguardo da segurança e bem-estar dos participantes da pesquisa nela recrutados, dispondo de infraestrutura necessária para a garantia de tal segurança e bem-estar.

Triunfo-PE, 29 de julho de 2019.

Maria Cristina da Silva

Assinatura e carimbo do responsável institucional

Maria Cristina da Silva
 Ass. de Gestão
 Matr. 251.250-5