

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PAMPA**

**CAMILA DE MUNHOS CONCILIO**

***DESIGN* DE UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICO-PEDAGÓGICA SOBRE EVOLUÇÃO  
BIOLÓGICA: UM CONVITE À REFLEXÃO SOBRE RAÇA**

**Bagé  
2020**



**CAMILA DE MUNHOS CONCILIO**

***DESIGN DE UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICO-PEDAGÓGICA SOBRE EVOLUÇÃO  
BIOLÓGICA: UM CONVITE À REFLEXÃO SOBRE RAÇA***

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado Profissional em Ensino de Ciências da Universidade Federal do Pampa como requisito parcial para obtenção do Título de Mestre em Ensino de Ciências.

Orientador: Vania Elisabeth Barlette

**Bagé  
2020**

Ficha catalográfica elaborada automaticamente com os dados fornecidos  
pelo(a) autor(a) através do Módulo de Biblioteca do  
Sistema GURI (Gestão Unificada de Recursos Institucionais).

C774d Concilio, Camila de Munhos

*Design* de uma sequência didático-pedagógica sobre evolução biológica: um  
convite à reflexão sobre raça / Camila de Munhos Concilio.  
204 p.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Pampa, MESTRADO  
PROFISSIONAL EM ENSINO DE CIÊNCIAS, 2020.

"Orientação: Vania Elisabeth Barlette".

1. Evolução biológica. 2. Raça. 3. Sequência didático-pedagógica. 4.  
Metodologia baseada em *design*. 5. Jogos. 6. Ensino de ciências.

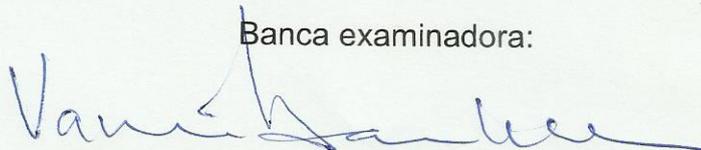
**CAMILA DE MUNHOS CONCILIO**

**DESIGN DE UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICO-PEDAGÓGICA SOBRE EVOLUÇÃO  
BIOLÓGICA: UM CONVITE À REFLEXÃO SOBRE RAÇA**

Dissertação apresentada ao Curso de  
Mestrado Profissional em Ensino de  
Ciências da Universidade Federal do  
Pampa como requisito parcial para  
obtenção do Título de Mestre em Ensino  
de Ciências.

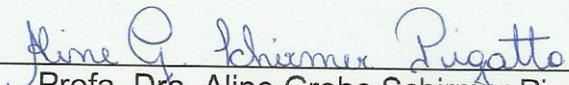
Trabalho de Conclusão de Curso defendido e aprovado em: 26 de fevereiro de 2020.

Banca examinadora:



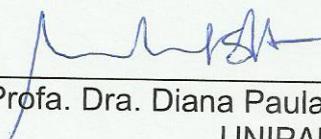
---

Profa. Dra. Vania Elisabeth Barlette  
Orientadora  
UNIPAMPA



---

Profa. Dra. Aline Grohe Schirmer Pigatto  
UFN



---

Profa. Dra. Diana Paula Salomão de Freitas  
UNIPAMPA



*Dedico este trabalho à minha família,  
em especial a minha filha  
Cecilia Concilio de Melo por me mostrar  
todos os dias o que é o amor.*



## AGRADECIMENTOS

Agradeço a todas as forças que movem o Universo por, de maneiras afortunadas ou não, me proporcionarem um caminho repleto de possibilidades que me permitiram crescer como ser humano.

Sou grata a minha família pela paciência e compreensão neste período que muitas vezes precisei me afastar para dar conta das atividades e tarefas que envolveram me constituir e estar me constituindo uma professora-pesquisadora; além de todo apoio na confecção de distintos materiais para a implementação das intervenções.

Agradeço aos diretores das escolas, alunos e pais que ao assinarem o aceite, permitiram a realização da pesquisa.

Aos colegas de mestrado, em especial aos do ano de 2017, minha turma, pelo acolhimento, ensinamentos, apoio e respeito. Vocês foram os melhores colegas que a vida poderia me proporcionar; companheirismo é o que nos define.

Agradeço aos professores Diana Salomão, Guilherme Marranghello, Leandro Duso e Aline Pigatto pelos questionamentos, encaminhamentos e sugestões expostos durante os eventos de qualificação e/ou defesa, suas contribuições enriqueceram meu trabalho e meu crescimento.

Ao Professor Márcio Marques Martins pela receptividade, acolhimento e doses de encorajamento enquanto me aventurava como aluna especial em algumas disciplinas. Também agradeço a Professora Márcia Maria Lucchese pela indicação da orientadora.

Por fim agradeço a minha orientadora, Professora Vania Elisabeth Barlette, por aceitar a condução deste trabalho, dar suporte necessário para que fosse desenvolvido e por extrair o melhor de mim. Serei eternamente grata!



“Ninguém nasce odiando outra pessoa pela cor de sua pele, por sua origem ou ainda por sua religião. Para odiar, as pessoas precisam aprender e, se podem aprender a odiar, podem ser ensinadas a amar.”

Nelson Mandela



## RESUMO

Este estudo tem como objetivo propor o *design* de uma sequência didático-pedagógica sobre evolução biológica, transversalizada pelo conceito de raça, voltada ao Ensino Fundamental. A metodologia de pesquisa é a pesquisa baseada em *design* (*design-based research*). Os princípios utilizados para o *design* são o uso de narrativas históricas combinando o uso da argumentação, o uso de simulações de processos biológicos através de jogos, o tema transversal raça, o trabalho colaborativo e cooperativo e a exposição dialogada. O modelo de *design* utilizado tem três fases: preliminar, prototipagem e avaliação. Na fase de prototipagem, fez-se o planejamento do protótipo de sequência didático-pedagógica e testes de implementação do protótipo com recolha de dados, análise e avaliação dos resultados de cada teste. Os participantes são alunos do 7º ano do Ensino Fundamental de duas escolas públicas com diferentes realidades sócio educacionais da cidade de Bagé, RS. Os testes de implementação foram realizados no ano letivo de 2018. A avaliação das intervenções indicam que: (a) os alunos trazem crenças sobre a diversidade dos seres vivos que refletem a cultura em que estão inseridos; (b) a inclusão de recursos sensoriais nos simulacros de processos biológicos utilizados nas atividades pode facilitar a compreensão de noções conceituais que são importantes para o entendimento da teoria da evolução biológica; e, (c) a inserção da temática transversal raça pode contribuir de maneira importante para a formação de representações sociais não-racistas nos alunos. A avaliação da proposta de *design* indicou: (a) as atividades válidas tanto em sua dimensão cognitiva quanto em sua dimensão social, sendo que para a avaliação das atividades na dimensão cognitiva se verificou a frequência das respostas utilizando como critério os parâmetros científicos trazidos pela Biologia e, na dimensão social, a capacidade de elaborar justificativas coerentes às questões propostas, preferencialmente, de maneira ética e empática; (b) os princípios de *design* válidos para a amostra de participantes testados; (c) uma percepção positiva dos alunos acerca da proposta; e (d) ajustes na proposta podem ser feitos com novos ciclos de intervenção, avaliação e refinamentos.

Palavras-Chave: Evolução biológica. Raça. Sequência didático-pedagógica. Pesquisa baseada em *design*. Jogos. Ensino de ciências.



## ABSTRACT

This study aims to propose the design of a didactic-pedagogical sequence on biological evolution, with a bias to the concept of race, focused on Elementary Education. Design-based research is adopted as a methodology whose guiding principles of design are the use of historical narratives with argumentation, games to simulate the biological processes, the concept of race, collaborative and cooperative work and dialogued classes. The design model used has three phases: preliminary, prototyping and evaluation. In the prototyping phase, the didactic-pedagogical sequence prototype was planned and implementation tests of this prototype were carried out, in which data collection, analysis and evaluation of results were carried out for each test. The participants are 7th grade students from two public schools with different socio-educational realities in the Bagé city, RS. The prototype implementation tests were carried out in the school year 2018. The evaluation of the interventions indicates that: (a) the students bring beliefs about the diversity of living beings that reflect the culture in which they are inserted; (b) the inclusion of sensory resources in the simulations of biological processes used in activities can facilitate the understanding of conceptual notions that are important to understanding the theory of biological evolution; and, (c) the concept of race can contribute in an important way to the formation of non-racist social representations in students.

The evaluation of the proposal indicated that: (a) activities are valid in both the cognitive and social dimensions, considering the frequency of responses for the evaluation of activities in the cognitive dimension whose criteria are scientific parameters brought by Biology and, in the social dimension, the ability to develop consistent justifications for the proposed questions, preferably in an ethical and empathic way; (b) the design principles are valid for the sample of tested participants; (c) the students perceived the proposal in a positive way; and (d) adjustments can be made in the proposal design with new cycles of intervention, evaluation and refinements.

**Keywords:** Biological evolution. Race. Didactic-pedagogical sequence. Design-based research. Games. Science education.



## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Atividades, horas-aula e princípios orientadores da sequência didática. ....	61
Quadro 2 – Objetivos e duração prevista da implementação da sequência didática. ....	75
Quadro 3 – Planejamento didático para a Atividade 1. ....	77
Quadro 4 – Planejamento didático para a Atividade 2. ....	79
Quadro 5 – Planejamento didático para a Atividade 3. ....	82
Quadro 6 – Planejamento didático para a Atividade 4. ....	84
Quadro 7 – Planejamento didático para a Atividade 5. ....	88
Quadro 8 – Planejamento didático para a Atividade 6. ....	90
Quadro 9 – Planejamento didático para a Atividade 7. ....	95
Quadro 10 – Planejamento didático para a Atividade 8. ....	97
Quadro 11 – Cronograma de implementação da sequência didática na escola AK. ....	100
Quadro 12 – Dados dos participantes da pesquisa da escola AK. ....	100
Quadro 13 – Dados dos participantes da pesquisa da escola AKG. ....	102
Quadro 14 – Cronograma de implementação da sequência didática na escola AKG. ....	103
Quadro 15 – Questões presentes nas atividades e procedimentos de coleta. ....	105
Quadro 16 – Questões para extrair a opinião dos participantes sobre as aulas. ....	106
Quadro 17 – Cronograma de coleta de dados para as escolas AK e AKG. ....	107
Quadro 18 – Categorias e respostas à questão 1 da Atividade 1 “Como você acredita que surgiram diferentes espécies que povoam a Terra?”. ....	111
Quadro 19 – Categorias e respostas à questão 1 da Atividade 2 “Se o mundo e as espécies que existem nele não foram sempre da mesma maneira, como ele se modificou?”. ....	114
Quadro 20 – Categorias e respostas à questão 2 da Atividade 2 “Que crenças trazidas por Lamarck puderam ser observadas durante o filme assistido?”. ....	117
Quadro 21 – Categorias e respostas à questão 4 da Atividade 2 “Por que o coelho, durante suas diversas tentativas de modificar sua cor utilizando fatores externos, não conseguiu atingir seu objetivo?”. ....	121
Quadro 22 – Categorias e respostas à questão 4 da Atividade 2 “Haveria alguma possibilidade do coelho conseguir transformar sua cor? Por quê?”. ....	123
Quadro 23 – Categorias e respostas à questão 5 da Atividade 2 “Por que o coelho conseguiu ter filhos na cor desejada?”. ....	124
Quadro 24 – Categorias e respostas à questão 6 da Atividade 2 “Na sua opinião, qual a importância de existir diversidade na cor de coelhos?”. ....	126
Quadro 25 – Categorias e respostas à questão 7 da Atividade 2 “Qual seria o motivo do coelho branco desejar ser preto?”. ....	128



Quadro 26 – Categorias e respostas à questão 8 da Atividade 2 “Na sua opinião, o coelho seria beneficiado ou prejudicado por desejar ser da cor preta? Por quê?”. .....	129
Quadro 27 – Categorias e respostas à questão 1 da Atividade 4 “Que lagartas foram mais predadas? As verdes ou as rosas?”. .....	133
Quadro 28 – Categorias e respostas à questão 2 da Atividade 4 “A introdução de um predador, “cego” para as cores, poderia interferir no que está acontecendo no ambiente? De que forma?”. .....	135
Quadro 29 – Categorias e respostas à questão 3 da Atividade 4 “Quais fatores, relativos as lagartas, foram determinantes para que uma população sofresse maior predação que a outra?”. .....	137
Quadro 30 – Categorias e respostas à questão 4 da Atividade 4 “Quais elementos, do ambiente, foram importantes para a permanência de um dos grupos de lagartas no ambiente em que estavam?”. .....	138
Quadro 31 – Categorias e respostas à questão 5 da Atividade 4 “Tente elaborar uma explicação para o fato de um grupo de lagartas ter sido mais predado do que o outro?”. ...	141
Quadro 32 – Categorias e respostas à questão 1 da Atividade 6 “Descreva o tipo de ferramenta utilizada pelo seu grupo na busca pelo alimento.”. ....	143
Quadro 33 – Categorias e respostas à questão 2 da Atividade 6 “Que tipo de alimento foi recolhido com maior sucesso pela sua ferramenta? Qual motivo pode ser apontado para o sucesso em recolher este tipo de alimento e não outro?”. .....	144
Quadro 34 – Categorias e respostas à questão 3 da Atividade 6 “Que tipo de “pássaro” lhe pareceu mais adaptado para “comer” grãos de milho? Por quê?”. .....	146
Quadro 35 – Categorias e respostas à questão 4 da Atividade 6 “Que tipo de “pássaro” lhe pareceu mais adaptado para “comer” pinas e bolas de gude? Por quê?”. .....	147
Quadro 36 – Categorias e respostas à questão 5 da Atividade 6 “Que tipo de “pássaro” lhe pareceu mais adaptado para “comer” amendoim e miçangas? Por quê?”. .....	148
Quadro 37 – Categorias e respostas à questão 6 da Atividade 6 “Se houvesse uma seca no ambiente que diminuísse a oferta de pinhas como forma de alimento, que “pássaro” teria maior chance de entrar em extinção? Que “pássaro” teria maior chance de sobreviver?”. .....	150
Quadro 38 – Respostas à questão 1 da Atividade 7 “Você conhecia a existência destes “zoológicos” humanos?”. .....	154
Quadro 39 – Respostas à questão 2 da Atividade 7 “Você faria uma visita a um destes zoológicos?”. .....	155
Quadro 40 – Categorias e respostas à questão 3 da Atividade 7 “Se seres extraterrestres chegassem à Terra, o que você acharia se nós humanos os tratássemos como os indivíduos do vídeo que assistimos foram tratados?”. .....	157
Quadro 41 – Categorias e respostas à questão 4 da Atividade 7 “Se nós, seres humanos, fossemos levados a outro planeta, e fossemos colocados em exposição, o que você acharia disto? Por quê?”. .....	159
Quadro 42 – Respostas à questão 1 da Atividade 8 “Qual sua visão sobre fazer julgamento sobre o homem por suas características físicas? Por quê?”. .....	161



Quadro 43 – Respostas à questão 2 da Atividade 8 “Após o texto lido na aula de hoje, como você explicaria a diferença na cor da pele entre as pessoas?”. ....	163
Quadro 44 – Categorias e respostas à questão 1 do questionário opinário “O que significou para você as últimas aulas de ciências em que trabalhamos juntos? Por quê?”. .	176
Quadro 45 – Categorias e respostas à questão 2 do questionário opinário “Como foram as aulas de ciências com os jogos? Por quê?”. ....	177
Quadro 46 – Categorias e respostas à questão 3 do questionário opinário “O que mais chamou sua atenção nas aulas com os jogos? Por quê?”. ....	179
Quadro 47 – Categorias e respostas à questão 4 do questionário opinário “Como foram as aulas de ciências com os vídeos? Por quê?”. ....	180
Quadro 48 – Categorias e respostas à questão 5 do questionário opinário “O que mais chamou sua atenção nas aulas com os vídeos? Por quê?”. ....	181
Quadro 49 – Categorias e respostas à questão 6 do questionário opinário “O que significou para você saber um pouco mais sobre a diversidade dos seres vivos? Por quê?”.	182
Quadro 50 – Categorias e respostas à questão 7 do questionário opinário “O que significou para você falar sobre as diferenças entre os seres vivos? Por quê?”. ....	184
Quadro 51 – Categorias e respostas à questão 8 do questionário opinário “O que a professora pode fazer para que estas aulas se tornem melhores?”. ....	185
Quadro 52 – Ficha 1 para a Atividade 1. ....	199
Quadro 53 – Ficha 2 para a Atividade 1. ....	199
Quadro 54 – Ficha 1 para a Atividade 2. ....	200
Quadro 55 – Ficha 2 para a Atividade 2. ....	201
Quadro 56 – Ficha 1 para a Atividade 3. ....	202
Quadro 57 – Cartela 1 para a tomada de dados no jogo da camuflagem. ....	203
Quadro 58 – Cartela 2 para a tomada de dados no jogo da camuflagem. ....	204
Quadro 59 – Ficha 1 para a Atividade 4. ....	205
Quadro 60 – Ficha 1 para a Atividade 5. ....	206
Quadro 61 – Ficha 1 para a Atividade 6. ....	207
Quadro 62 – Ficha para acompanhamento da pontuação e ações do jogo. ....	211
Quadro 63 – Ficha 1 para a Atividade 7. ....	212
Quadro 64 – Ficha 1 para a Atividade 8. ....	213



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Esquema dos sucessivos ciclos de intervenção da fase de prototipagem.....	36
Figura 2 – Esquema de argumento de Toulmin.....	50



## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Frequência de repostas às questões 2, 3, 4 e 5 da Atividade 2. ....	168
Tabela 2 – Frequência de repostas às questões 1, 2, 3 e 4 da Atividade 4. ....	169
Tabela 3 – Frequência de repostas às questões 1 e 2 da Atividade 5. ....	170
Tabela 4 – Frequência de repostas às questões 1 e 6 da Atividade 6. ....	171
Tabela 5 – Frequência de repostas às questões 7 e 8 da Atividade 2. ....	172
Tabela 6 – Frequência de repostas às questões 2, 3 e 4 da Atividade 7. ....	173
Tabela 7 – Frequência de repostas às questões 1 e 2 da Atividade 8. ....	174
Tabela 8 – Materiais e respectiva pontuação para a Etapa 1 do jogo do bico eficiente. ....	209
Tabela 9 – Pontuação para as ações da Etapa 1 do jogo do bico eficiente. ....	209
Tabela 10 – Materiais e respectiva pontuação para a Etapa 2 do jogo do bico eficiente. ....	209
Tabela 11 – Pontuação para as ações da Etapa 2 do jogo do bico eficiente. ....	210
Tabela 12 – Materiais e respectiva pontuação para a Etapa 3 do jogo do bico eficiente.....	210
Tabela 13 – Pontuação para as ações da Etapa 3 do jogo do bico eficiente .....	210



## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	29
<b>1.1 Trajetória profissional e motivação</b> .....	29
<b>1.2 Contexto, questões e problema de pesquisa</b> .....	30
<b>1.3 Abordagem metodológica do estudo e plano do trabalho</b> .....	34
<b>1.4 Objetivos</b> .....	37
<b>2 FASE PRELIMINAR: QUADRO TEÓRICO E PRINCÍPIOS DE <i>DESIGN</i></b> .....	38
<b>2.1 Quadro Teórico</b> .....	38
<b>2.2 Estudos relacionados</b> .....	68
<b>2.3 Princípios orientadores do <i>design</i> do protótipo de sequência didático-pedagógica</b> .....	71
<b>3 FASE DE PROTOTIPAGEM: PLANEJAMENTO DO PROTÓTIPO</b> .....	73
<b>3.1 Descrição geral do protótipo de sequência didático-pedagógica</b> .....	73
<b>3.2 Planejamento das atividades</b> .....	76
<b>4 FASE DE PROTOTIPAGEM: IMPLEMENTAÇÃO DO PROTÓTIPO</b> .....	99
<b>4.1 Metodologia de implementação</b> .....	99
<b>5 FASE DE PROTOTIPAGEM: AVALIAÇÃO DAS INTERVENÇÕES</b> .....	108
<b>5.1 Metodologia de avaliação das intervenções</b> .....	108
<b>5.2 Crenças iniciais dos alunos identificadas nas Atividades 1 e 2</b> .....	109
<b>5.3 Elaboraões conceituais dos alunos com a Atividade 2</b> .....	117
<b>5.4 Indo além do transmutacionismo de Lamarck na Atividade 2: questões étnico-raciais</b> .....	126
<b>5.5 Noções conceituais identificadas com o uso de jogos nas Atividades 4 e 6</b> .....	131
<b>5.6 Repercussões sociais da biodiversidade humana com as Atividades 7 e 8</b> .....	152
<b>6 FASE AVALIATIVA: AVALIAÇÃO DA PROPOSTA DE <i>DESIGN</i></b> .....	165
<b>6.1 Metodologia de avaliação da proposta de <i>design</i></b> .....	165
<b>6.2 Avaliação do <i>design</i> na dimensão cognitiva</b> .....	167
<b>6.3 Avaliação do <i>design</i> na dimensão social</b> .....	171



<b>6.4 Avaliação dos princípios de <i>design</i></b> .....	174
<b>6.5 Opinião dos alunos</b> .....	175
<b>6.6 Limitações do estudo</b> .....	186
<b>7 CONCLUSÃO</b> .....	188
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	190
<b>APÊNDICE A – Fichas para a Atividade 1</b> .....	199
<b>APÊNDICE B – Fichas para Atividade 2</b> .....	200
<b>APÊNDICE C – Ficha para a Atividade 3</b> .....	202
<b>APÊNDICE D – Cartelas para tomada de dados no jogo da camuflagem</b> .....	203
<b>APÊNDICE E – Ficha para a Atividade 4</b> .....	205
<b>APÊNDICE F – Ficha para a Atividade 5</b> .....	206
<b>APÊNDICE G – Ficha para a Atividade 6</b> .....	207
<b>APÊNDICE H – Tabelas para o jogo do bico eficiente</b> .....	209
<b>APÊNDICE I – Ficha para a Atividade 7</b> .....	212
<b>APÊNDICE J – Ficha para a Atividade 8</b> .....	213
<b>APÊNDICE K – Questionário opinário</b> .....	214
<b>APÊNDICE L – Termo de consentimento livre e esclarecido</b> .....	215
<b>APÊNDICE M – Termo de anuência das escolas para realização da pesquisa</b> .....	217



## 1 INTRODUÇÃO

### 1.1 Trajetória profissional e motivação

Minha escolha profissional teve alicerces profundos nas falas de minha mãe que desde de muito cedo me fez entender a importância da educação e da cultura na formação das pessoas, pois esta serviria como aporte, permitindo lhes escolhas de forma consciente, evitando serem ludibriados ou enganados. Estas não são bem as palavras dela, mas hoje as sintetizo desta maneira. Considero que, por esta motivação inicial, desde muito cedo eu tenha considerado a possibilidade de me tornar um agente de suma importância dentro deste processo de empoderamento: ser uma professora. Ser professora significa para mim, desde então, ser o agente capaz de, através de um processo chamado ensino-aprendizagem, instrumentalizar o aluno com conceitos e argumentos para que ele possa fazer escolhas sábias para si e para a sociedade onde quer atuar, mesmo que para isto tenha que tentar promover mudanças.

Por estes motivos, é que, desde meados do primeiro grau (hoje Ensino Fundamental) tenho lembranças de afirmar o desejo em me tornar professora. Este desejo se modificou durante a trajetória, ganhando novos contornos. Se, no princípio, ser uma normalista bastaria para ser professora, após reformas no ensino isto já não seria mais possível, por isto, optei por, ao finalizar o Ensino Fundamental, cursar apenas o Ensino Médio. Após o término deste, por meio do Programa Universidade para Todos (ProUni) ingressei no curso de Ciências Biológicas na Universidade da Região da Campanha (Urcamp) onde, após quatro anos, conclui a Graduação no ano de 2008.

Em 2010, após ter prestado concurso público para a rede municipal de ensino de Bagé fui nomeada como Professora de Séries Finais – Ciências. Dei início a carreira docente em um lugar onde percebi que as dificuldades seriam maiores do que aquelas onde eu havia estagiado para ser professora. No mesmo ano, houve a necessidade de dar validade acadêmica as práticas docentes que exercia e que envolviam dança. Por este motivo, ingressei em uma Pós-graduação a nível de Especialização na Universidade Luterana do Brasil (Ulbra) de forma presencial, onde por dois anos estudei e me especializei em Dança.

No início do ano de 2011, fui transferida para a escola onde atuo até os dias atuais. E, em 2013, percebendo que necessitava revigorar e reestruturar minhas práticas como professora de ciências, iniciei uma nova Pós-graduação, também a nível de Especialização,

desta vez em Educação e Ensino Fundamental II e Médio, no formato à distância, pela Universidade Norte do Paraná (Unopar).

Uma das maiores dificuldades que encontro na atividade docente, e que me causa conflito, é a falta de foco dos alunos em estar na escola, sendo necessário lembrá-los dos motivos da escola existir e do porquê devem estar e continuar ali. Falta a eles reconhecer na escola um lugar onde, através da educação e cultura, é possível entender e buscar melhorar o mundo em que se vive. Acredito que esta valorização e reconhecimento deveria partir da sociedade. Creio que, em certa medida, as atitudes desses alunos sejam reflexo do meio social onde estão inseridos, mas também acredito que o ambiente escolar pode modificá-los, e estes, por sua vez, podem modificar a sociedade.

Hoje, aluna de Pós-graduação a nível de Mestrado Profissional em Ensino de Ciências, na Universidade Federal do Pampa (Unipampa), tenho a oportunidade de fundamentar teoricamente minhas crenças e melhorar minha prática docente.

Com todo o exposto e, admitindo que a escola é um ambiente social de formação do aluno, passo a tratar sobre um tema que, a meu ver, causa desconforto, e permitiu, ao longo da história, atitudes consideradas hoje desumanas, que é o conceito de raça e a invenção do racismo. Eu, como mulher negra e professora, já percebi e vivenciei ações, atitudes e decisões que sofreram a influência destas ideias. Apesar de admitir certo grau de desconforto a tratar do tema, me proponho a discuti-lo, por considerar que ideias sobre raça, que ainda hoje podem repercutir no pensamento dos alunos, têm origem em ideias disseminadas socialmente por práticas culturais dominantes na sociedade, ou seja, ideias sobre raça têm cunho sociocultural.

## **1.2 Contexto, questões e problema de pesquisa**

Coube a Biologia Evolutiva tratar sobre a validade científica do conceito biológico de raça, apresentando argumentações e evidências trazidas pelos avanços provenientes do estudo do genoma humano que não mais fornecem sustentação ao conceito de raças humanas do ponto de vista biológico. No entanto, o conceito de raça, como representação social, ainda persiste no imaginário das pessoas e aparece nas práticas culturais sob formas de racismo, com supremacia de uma raça sobre outra (MUNANGA, 2003). Partiremos, então, da ideia de que, em certa medida, os alunos trazem representações sobre raça que, muito provavelmente, emergem da cultura. Assim, a convivência em sociedade permite com que nosso aluno observe e vivencie práticas culturais do meio onde está inserido, internalizando

representações destas experiências. Para definir o problema em evidência, começamos problematizando sobre como tais representações impactam o ensino e a aprendizagem de temas desta ciência, o que leva ao desdobramento das seguintes questões: quais são as noções/crenças sobre raça que o aluno traz no seu repertório conceitual? como se identificam quanto a questão “raça”? possuem consciência de alguma diferença racial posta pela sociedade? acreditam que a forma como se identificam com a questão “raça” possa ser fator determinante em suas escolhas frente a sociedade, e da sociedade para com ele?

Para completar a visão contextual em que se situa este projeto, a problematização e as questões que nortearão o estudo, cabe ressaltar ainda alguns pontos. O primeiro deles é que a Biologia Evolutiva é considerada por autores como Mayr, Futuyma, Mayer, Ridley e El-Hani como eixo integrador e fundamental da Biologia como ciência. O biólogo evolucionista Dobzhansky (1973) afirma que “nada em Biologia faz sentido exceto à luz da evolução”. Essa perspectiva é reforçada por Futuyma ao relatar que “a Evolução, que fornece uma estrutura explicativa para fenômenos biológicos que vão de genes a ecossistemas, é a única teoria unificadora da Biologia”. (FUTUYMA 2002, p. 8)

O segundo ponto trata dos conceitos ou pontos importantes para a compreensão de evolução biológica. Autores como Silva *et al.* (2009), Sepulveda e El-Hani (2014), e Oliveira (2015) que apontam como relevante a apresentação formal da teoria descrita por Charles Darwin, com os conceitos de descendência comum, seleção natural, adaptação, mutações, especiação, migrações e derivas genéticas. A partir deste grupo de conceitos, seria possível compreender a teoria da evolução biológica e seus mecanismos. Nos livros didáticos, conceitos evolutivos aparecem primeiramente como objetos de ensino no 7º. ano do Ensino Fundamental e são aprofundados no Ensino Médio, e posteriormente no Ensino Superior. No entanto, a maioria dos trabalhos encontrados na literatura, resultado de nossa busca inicial, que tratam do ensino de evolução biológica, estão voltados para o Ensino Superior ou para o Ensino Médio. Os trabalhos que tratam do ensino de evolução biológica no Ensino Médio descrevem a importância deste tema para a construção de seres humanos questionadores, reflexivos e atentos a questões sobre a vida. Pouco se fala da importância do ensino de evolução biológica já no Ensino Fundamental, mesmo de noções iniciais como recomenda os parâmetros curriculares para o ensino de ciências. Em linhas gerais, quando o ensino de evolução biológica é objeto de pesquisa no nível fundamental, as pesquisas tendem a abordar o uso do livro didático ou a visão dos professores sobre os conceitos relacionados a evolução biológica. Ressaltamos que o conceito de raça está na base da visão darwinista de evolução biológica. Entendemos que o ensino, já no Ensino Fundamental, da visão darwinista de

evolução biológica, considerando também a visão científica atual do conceito de raça, pode contribuir para iniciar o aluno nas ideias evolucionistas que a ciência já produziu, e também com reflexões sobre valores éticos que norteiam a sociedade contemporânea e que não prevaleciam em um passado não tão distante. Portanto, não se trata de incutir, criar ou fomentar ideologias, mas apresentar e discutir fatos científicos narrados a partir de uma história científica recente. Assim, também nos perguntamos: como professores de ciências do Ensino Fundamental avaliam uma proposta de intervenção para o ensino de biologia evolutiva com tais características? quais seriam suas contribuições para o refinamento da proposta?

Um terceiro ponto, não menos importante, é a consideração do caráter epistemológico da Biologia Evolutiva, que pode conduzir a conflitos com representações de ciência advindas da epistemologia da Física, e que também podem impactar o ensino e a aprendizagem de evolução biológica. Na busca de reconhecimento da Biologia como ciência autônoma, distinta das ciências de raiz fisicalista, filósofos e cientistas como Ernst Mayr visaram explicitar as especificidades que distinguem a Biologia das demais ciências. Como filósofo da Biologia, Mayr aponta, em seu livro *Biologia, ciência única: reflexões sobre a autonomia de uma disciplina científica*, quatro conceitos ou princípios fisicalistas que não poderiam ser aplicados à Biologia, fazendo desta uma ciência à parte, são eles (MAYR, 2005, p. 42):

- 1) Essencialismo ou tipologia: este consiste na crença de que a diversidade teria um número limitado de tipos naturais que seriam imutáveis; dentro desse conceito, inexistente a possibilidade de variabilidade, mas quando esta acontece, ela é vista como acidental;
- 2) Determinismo: dentro deste conceito não existe espaço para variabilidade ou eventos ao acaso na natureza, importantes no estudo de sistemas biológicos, pois o que aconteceria na natureza poderia ser determinado, ou seja, previsto por leis naturais gerais e includentes capazes de explicar qualquer evento;
- 3) Reducionismo: este conceito é baseado na ideia de que qualquer problema pode ser solucionado se forem conhecidas todas as partes que o compõe; assim sendo, a partir do conhecimento das funções de cada parte, qualquer problema poderia ser solucionado; e,
- 4) primazia das leis físicas: as teorias físicas são baseadas em leis naturais ou generalizações de caráter determinista, enquanto a Biologia é baseada em conceitos, tem caráter probabilístico e inclui várias exceções.

Esses quatro princípios não são aplicáveis à Biologia, devido a variabilidade, ao não determinismo, não reducionismo e a ausência de leis gerais dos sistemas biológicos. Jean

Piaget discutiu, entre os anos 60 e 70, as diferenças entre a epistemologia da Biologia e as epistemologias da Física e da Matemática (PIAGET, 2003; 2007). Os questionamentos de Mayr (2005) trazem, também, a necessidade de apontar princípios que poderiam ser empregados para demonstrar e validar a autonomia da Biologia, pois teriam a capacidade de elucidar apenas aquilo considerado vivo e não seriam aplicáveis a seres não vivos. Mayr acredita que a publicação de *A origem das espécies* de Charles Darwin traz estes princípios pois, nas palavras dele: “a publicação de Origem das espécies de Darwin, em 1859, foi de fato o princípio da revolução intelectual que ao final resultaria no estabelecimento da Biologia como uma ciência autônoma” (MAYR, 2005, p. 41). Segundo ele, a Biologia é composta por dois campos bem distintos, seriam eles a Biologia Funcional (mecanicista) e a Biologia Evolutiva (histórica). A primeira, que utiliza princípios e conceitos de Química e Física, por isto vista como mecanicista, busca compreender a fisiologia dos organismos vivos partindo do seu genoma. Já, a segunda, é necessária para explicar os aspectos biológicos em escalas de tempo e distância diferentes daquele que a Biologia Funcional abrange, e que estão contidos em um tempo histórico e que se modifica, provocando o que conhecemos hoje por evolução, por isto conhecida também como Biologia Evolutiva. Assim, a Biologia Evolutiva, por lidar com fenômenos únicos de base histórica, e por se constituir numa ciência autônoma, têm princípios e epistemologia diferenciados daqueles das outras ciências da natureza e da Matemática. Por isto, uma nova metodologia teve que ser usada para comprovar suas conjecturas: as narrativas históricas em um modelo argumentativo. Neste caso, o pesquisador lança suas conjecturas em uma narrativa histórica e as testa buscando evidências que deem embasamento real e crível a elas, não tendo na experimentação direta a base de critério de cientificidade como na Física e na Química.

Com isso, nossa problematização avança para outros fatores que podem impactar o ensino e a aprendizagem de biologia evolutiva, o que nos leva aos seguintes desdobramentos: o aluno articula coerentemente conclusões a partir de dados ou hipóteses, utilizando-se de explicações/argumentações? As narrativas históricas trarão evidências científicas convincentes ao aluno para que ele internalize no seu repertório conceitual noções científicas relacionadas a evolução biológica?

Reunindo as **questões** que orientarão a pesquisa, temos:

- 1) Quais são as noções/crenças sobre raça que o aluno traz no seu repertório conceitual?
- 2) Como se identificam quanto a questão “raça”?
- 3) Possuem consciência de alguma diferença racial posta pela sociedade?

- 4) Ele articula coerentemente conclusões a partir de dados ou hipóteses, utilizando-se de explicações/argumentações?
- 5) As narrativas históricas trarão evidências científicas convincentes ao aluno para que ele internalize no seu repertório conceitual noções científicas relacionadas a evolução biológica?

A partir do exposto, colocamos o seguinte **problema**: como elaborar uma intervenção didático-pedagógica que introduza o aluno do Ensino Fundamental nas ideias darwinistas relacionadas a evolução biológica e que possibilite reflexões sobre “raça”?

A resposta a essa pergunta envolve utilizar uma metodologia que permita reunir em alguns princípios os elementos que esta proposta requer, de ordem teórica e prática.

### 1.3 Abordagem metodológica do estudo e plano do trabalho

Como este estudo se refere ao desenvolvimento de uma proposta didático-pedagógica com características específicas, adotou-se a perspectiva da pesquisa baseada em *design* (*Design-based research*), delineada na década de 90 pelos trabalhos de Brown (1992) e de Collins (1992), e aperfeiçoada no programa *The design-based research collective* por Baumgartner *et al.* (2003). Esse tipo de pesquisa coloca em aproximação a teoria e a prática educacional na busca por soluções eficientes de situações ou problemas relativos à prática educacional, ou na busca de inovações, o que revela uma base empírica e uma natureza aplicada nesse tipo de pesquisa.

Essa tendência a dar alguma resposta ao pesquisador e a comunidade que participam da pesquisa com relação a situação ou problema em questão revela o caráter de intervenção deste tipo de pesquisa e sua capacidade de incorporar conhecimentos teóricos que estão sendo considerados pelo pesquisador, e as possíveis respostas apontadas pela comunidade, incorporando-os em princípios de *design*. Baumgartner *et al.* (2003) enfatiza que a partir das intervenções podem emergir como resultados tanto conhecimentos sobre o processo realizado, quanto produtos educacionais, e que os produtos resultantes podem ser reutilizados por outros pesquisadores para elaboração de novos *designs* de projetos de intervenção.

Nieveen e Folmer (2018) descrevem a pesquisa baseada em *design* no campo educacional em três fases: **fase preliminar**, **fase de prototipagem** e **fase avaliativa**:

- i) Seguindo a descrição metodológica da pesquisa descrita por Rios *et al.* (2015), na **fase preliminar** se examina a literatura especializada sobre o problema ou situação que se almeja uma solução, buscando interligar estes saberes teóricos com

saberes oriundos de práticas educacionais semelhantes (teoria + prática), e se planeja uma possível solução na forma de intervenção orientado por princípios teóricos.

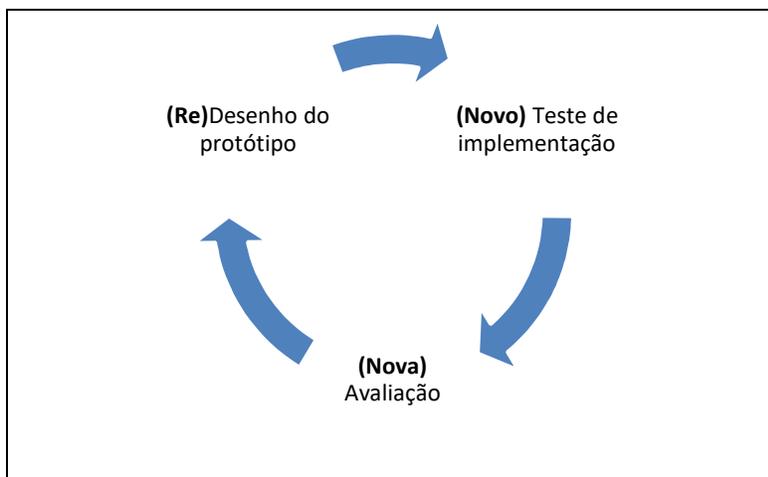
Nesta dissertação, a fase preliminar da pesquisa está apresentada no Capítulo 2, que compreende conceitos gerais e estudos da literatura relacionados a presente dissertação, e os princípios de *design* orientadores da proposta de *design* deste estudo. O quadro teórico é dividido em quatro seções: a) a primeira seção traz a dimensão epistemológica do tema, tratando especialmente sobre a epistemologia da Biologia e do que a sustenta como ciência, a Biologia Evolutiva; b) a segunda seção aborda a dimensão didático-pedagógica, que trata sobre aspectos do ensino de ciências no Ensino Fundamental, especificamente sobre o ensino de evolução biológica sendo transversalizado pela temática raça e racismo, e para isso, apresentamos e discutimos pontos que consideramos importantes para o ensino de Biologia Evolutiva e para este estudo, tais como argumentação, história e filosofia da ciência, transversalidade no ensino de ciências, educação étnico-racial, raça e racismo; c) a terceira seção aborda a dimensão social-cognitiva, em que relatamos dificuldades percebidas na aprendizagem de evolução biológica, principalmente no que tange a compreensão de seus conceitos, e trazemos também elementos teóricos sobre a formação de conceitos segundo o pensamento de Lev Vigotsky, e sobre o uso de simulação de processos biológicos por meio de jogos. Essas três dimensões, epistemológica, didático-pedagógica e social-cognitiva, orientaram os princípios de *design*, apresentados neste Capítulo 2, que dão embasamento a proposta educacional.

- ii) A fase seguinte da pesquisa baseada em *design*, seguindo Rios *et al.* (2015), é a **fase de prototipagem**, que envolve ciclos de **planejamento, teste empírico e avaliação**, com possíveis aperfeiçoamentos do protótipo.

Para que o protótipo incorpore saberes da prática e possa efetivamente facilitar a aprendizagem para o contexto no qual ele será utilizado, o teste do protótipo é implementado em ambiente natural, onde se possa coletar dados para serem avaliados, o que permite produzir recomendações de reformulação no protótipo, e um possível replanejamento ou redesenho. A metodologia prevê, então, sucessivos ciclos de redesenho, nova implementação do protótipo e nova avaliação para se produzir aperfeiçoamentos no protótipo e alcançar a efetividade desejada. Assim, para cada ciclo de intervenção se faz um teste de implementação, se analisam e se avaliam os resultados com possíveis sugestões de redesenho ou reformulações no protótipo para novas implementações. Nesta pesquisa, a fase de prototipagem é descrita nos Capítulos 3, 4 e 5.

De modo simplificado, a fase de prototipagem se inicia com o primeiro ciclo de intervenção empírica com o conjunto [**desenho do protótipo + teste de implementação + avaliação**] e os ciclos sucessivos envolvem o conjunto [**redesenho do protótipo + novo teste de implementação + nova avaliação**]. A Figura 1 representa os sucessivos ciclos da fase de prototipagem.

Figura 1 – Esquema dos sucessivos ciclos de intervenção da fase de prototipagem.



Fonte: Autora (2020).

- iii) A última fase da pesquisa é a **fase avaliativa**. Nesta fase se busca uma validação da proposta de *design*. A questão da validação da pesquisa educacional baseada em *design* requer o reconhecimento de um caráter peculiar da pesquisa educacional, pois neste caso o produto da pesquisa (no caso, o produto educacional) não é um produto acabado, mas está aberto a atualizações ou adaptações pela comunidade de usuários (professores) que, com as devidas especificidades de cada contexto, continua adaptando este produto para responder a certas questões práticas ou teóricas de interesse. Nesse sentido, o produto da pesquisa (produto educacional) não pode ser generalizável.

Baumgartner *et al.* (2003) destacam que a confiabilidade e a validade são qualidades necessárias para que os resultados deste tipo de pesquisa tenham caráter de cientificidade, mas o modo de avaliar estas qualidades não é o mesmo das pesquisas experimentais controladas. A pesquisa baseada em *design* traz uma alternativa aos tradicionais desenhos de pesquisa científica, como os desenhos experimental e quase-experimental, uma vez que no âmbito educacional a previsão e o controle de variáveis frequentemente não são viáveis, além de poder conciliar tanto métodos de pesquisa quantitativa quanto qualitativa.

Pelas razões expostas, a validação a ser feita neste estudo é uma validação interna considerando apenas o grupo experimental constituído por alunos de duas turmas de escolas públicas (a validação externa, por outro lado, levaria em conta não apenas o grupo experimental mas também um grupo controle de participantes, de modo que os resultados de ambos os grupos podem ser comparados).

Nesse sentido, a validação interna que faremos nesta dissertação levará em conta uma avaliação comparativa entre o que se pretendia para os alunos como objetivo educacional nas atividades da sequência didático-pedagógica e o que efetivamente os alunos apresentaram com as implementações da intervenção. Levaremos também em conta avaliações de resultados de instrumentos de pesquisa aplicados antes e após a intervenção. A fase avaliativa é apresentada no Capítulo 6.

## **1.4 Objetivos**

### **1.4.1 Objetivo geral**

Propor o *design* de uma sequência didático-pedagógica orientada por princípios teóricos para introduzir o aluno do Ensino Fundamental nas ideias darwinistas relacionadas a evolução biológica e possibilitar reflexões sobre “raça”.

### **1.4.2 Objetivos específicos**

- a) Elaborar, implementar e avaliar uma proposta de sequência didática sobre evolução biológica transversalizada pelo conceito de raça orientada por princípios de *design*;
- b) Avaliar de que forma a sequência didática contribuiu para o desempenho conceitual e para raciocínio argumentativo de alunos do Ensino Fundamental, revelando suas crenças sobre raça;
- c) Apresentar o produto educacional.

## 2 FASE PRELIMINAR: QUADRO TEÓRICO E PRINCÍPIOS DE *DESIGN*

### 2.1 Quadro Teórico

Seguindo Baumgartner *et al.* (2003), a pesquisa baseada em *design* tem caráter de ser teoricamente orientada, indo além do desenho e teste de uma intervenção particular, permitindo ao *designer* projetar intervenções incorporando argumentos teóricos sobre ensino e aprendizagem numa relação de compromisso entre teoria, desenho de artefatos, e prática educacional nos contextos em que estas práticas se situam, e aprimorar o projeto da intervenção através de estudo empírico.

O quadro teórico aqui exposto parte do exame do tema ensino de evolução biológica com viés étnico-racial. Na construção teórica apresentamos aspectos que consideramos relevantes sobre o tema, procurando abarcar as dimensões epistemológica, pedagógica e social-cognitiva. Os tópicos abordados sobre o tema na dimensão epistemológica estão relacionados a Biologia enquanto ciência, que são: evolução biológica; e, evolução humana. Na dimensão pedagógica, abordamos tópicos relacionados ao ensino desta ciência, no nível fundamental, especificamente relacionada a evolução biológica, tendo como tema transversal raça e racismo, que são: argumentação; história e filosofia da ciência; Ensino Fundamental e temas transversais; educação étnico-racial; e, raça e racismo. Na dimensão social-cognitiva, apresentamos tópicos relacionados a dificuldades na aprendizagem conceitual de evolução biológica, formação de conceitos segundo o pensamento de Lev Vigotsky, e simulacros de fenômenos biológicos por meio de jogos.

Relacionado ao quadro teórico, elaboramos os princípios teóricos que orientarão o projeto da proposta da intervenção didático-pedagógica.

#### 2.1.1 Dimensão epistemológica

##### 2.1.1.1 Evolução biológica

A teoria de evolução biológica proposta por Charles Darwin (DARWIN, 2014), em 1859, no seu livro *A origem das espécies*<sup>1</sup> foi um marco no mundo científico por questionar ideias ou um conjunto de ideias que vinham se perpetuando, não por nunca terem sido questionadas ou postas à prova, mas pela falta de argumentos que convencessem a

---

<sup>1</sup> Título original: *Sobre a origem das espécies por meio de seleção natural, ou a preservação de raças favorecidas na luta pela vida.*

comunidade científica. Pontos cruciais na teoria exposta por Darwin já eram motivo de discussão entre cientistas contemporâneos ou que o antecederam, mas a maneira como foram expostas e os argumentos que as sustentavam deixaram poucas lacunas para questionamento, com exceção do mecanismo da seleção natural.

Antes de verificarmos o caminho percorrido pela teoria evolucionista, é interessante demarcar o que é **evolução biológica** ou a proposta evolucionista exposta por Darwin e que pode ser considerada concepção alternativa que pouco possui de uma visão verdadeiramente científica, da mesma forma é válido também tratarmos sobre outros conceitos importantes para a compreensão desta teoria, tais como, **adaptação, seleção natural, hereditariedade, variação e especiação**.

Ridley (2006) chama atenção para o fato de que nem toda mudança, tanto de origem biológica ou provocadas pelo ecossistema, podem ser compreendidas como evolução. Esse autor esclarece que “alterações ao longo do desenvolvimento durante a vida de um organismo não representam evolução em seu senso estrito uma mudança na composição do ecossistema, que é formado por várias espécies, também não seria normalmente considerada como evolução” (RIDLEY, 2006, p. 28). **Evolução**, para fins de compreensão da teoria colocada por Darwin, pode ser definida como “mudanças entre gerações de uma população de uma espécie” (*id., ibid.*, p. 28), ou como definiu Harrison: “mudança ao longo do tempo por meio de descendência com modificação” (1993 *apud id., ibid.*, 2006, p. 28).

Sobre o conceito de **adaptação**, Mayr (2009) alerta para a percepção equivocada de que adaptação está associada a capacidade inata do sujeito de melhorar, de fazer progressos a fim de assegurar a sua sobrevivência. Para o autor esta idealização tem raízes aristotélicas, pois remete a um ideal finalista e na crença em um criador que tende a levar os organismos à perfeição, o que nos leva a perceber adaptação como um processo puramente teleológico. Dentro da teoria evolucionista, adaptação pode ser entendida como “uma propriedade de um organismo, seja uma estrutura, um traço fisiológico, um comportamento ou qualquer outra coisa que o organismo possua e tenha sido favorecida pela seleção natural em relação a propriedades alternativas” (MAYR, 2009, p. 391).

Dentro de um processo adaptativo, o favorecimento pela seleção natural diz respeito a uma taxa maior de sobrevivência do indivíduo que detêm o traço ou seu maior sucesso reprodutivo, sendo um exemplo de adaptação a camuflagem (RIDLEY, 2006). A **seleção natural**, segundo Meyer e El-Hani (2005), é

[...] o resultado das diferenças nas taxas de sobrevivência e reprodução entre indivíduos de uma população”, ou também é visto como “mecanismo proposto para explicar a mudança evolutiva. Baseia-se na ideia de que há variação herdável numa população, e que esta variação influi na chance de sobrevivência dos organismos, de modo que, com o tempo, os organismos com características mais vantajosas tendem a se tornar mais frequentes. (MEYER; EL-HANI, 2005, p. 128)

Por meio das definições expostas para o conceito de seleção natural, fica perceptível que ela não preconiza um traço adaptativo em si, mas sim a sua permanência e capacidade de transmissão para as gerações que seguem. Para Mayr (2009), a seleção natural está ligada a permanência de indivíduos mais aptos e a eliminação dos não aptos, e interpreta por apto o ser que “possuir certas propriedades que aumentam a probabilidade de que o indivíduo sobreviva” (MAYR, 2009, p. 308). O mecanismo de seleção natural, sob o olhar do mesmo autor, acontece em duas etapas, em que a primeira é marcada pelo acaso ou aleatoriedade, e o segundo é assinalado por certo grau de determinismo e pela eliminação. A primeira etapa, que é guiada pela aleatoriedade ou acaso, garante, de certa forma, a variedade genética. A aleatoriedade pode ser constatada, por exemplo, desde a escolha do parceiro sexual, passando pela reprodução até a formação do zigoto com seus processos de divisão celular. A segunda etapa pode ser considerada determinista, por que não há a possibilidade de um embrião se desenvolver fora do descrito em seu código genético e é eliminatório, pois, se seu fenótipo não lhe favorecer de alguma forma ele não permanecerá no meio ambiente e, possivelmente, não deixará descendentes.

A evolução biológica também depende da **hereditariedade** e da **variação**. Segundo Ridley (2006) e Mayr (1998), a hereditariedade é a capacidade que os progenitores têm de transferir a sua prole tanto características fenotípicas quanto genotípicas. Essa garantia de que a prole possui outras características, além daquelas expressas pelo fenótipo, que não podem ser notadas dão certas garantias para que variações possam ocorrer dentro de uma população. Ridley (2006, p. 117) diz que “as variações existentes em uma população são os recursos sobre os quais a seleção natural opera”, e acrescenta que a mutação e a recombinação genética garantem as variações que, em geral, podem ir além do que seria esperado dentro de uma determinada população. Mutações são importantes para a variação dentro de uma população, pois, “podem alterar uma única base, ou nucleotídeos, ou curtos segmentos de bases, ou partes do cromossomo ou cromossomos inteiros. As mutações podem ser detectadas tanto no nível de DNA quanto no nível de fenótipo” (*id., ibid.*, p. 706). As recombinações contribuem para que as variações existam à medida que “genes que anteriormente estavam em cromossomos

separados podem ficar ligados” (RIDLEY, 2006, p. 706), o que pode vir a provocar modificações tanto genóticas quanto fenotípicas.

Outra forma importante de provocar variações fenotípicas dentro de uma população, podendo até levar ao surgimento de uma nova espécie é a **especiação**, que via de regra acontece por meio de isolamento reprodutivo (MAYR, 2009).

A especiação ocorre quando duas populações de uma espécie se tornam fisicamente separadas uma da outra e, durante esse isolamento espacial, se tornam também reprodutivamente isoladas, seja por meio de barreiras de infertilidade, seja por incompatibilidades comportamentais (mecanismos de isolamento). Às vezes a separação geográfica ocorre por causa de uma nova barreira física (uma nova cadeia de montanhas ou um novo braço de mar), ou especiação dicopátrica, e às vezes porque uma população fundadora se estabelece além da área de distribuição anterior da espécie, ou especiação parapátrica. Se a população geograficamente isolada contiver o potencial para uma divergência importante, uma nova espécie se ramificará da espécie parental. (MAYR, 2005, p. 269)

Para Ridley (2006), a especiação pode ser alopátrica, parapátrica, ou simpátrica. O mesmo autor descreve especiação alopátrica como “uma nova espécie que evolui geograficamente isolada de sua ancestral” (RIDLEY, 2006, p. 408), se a especiação ocorrer em ambientes (espaços) próximos, vizinhos, é chamada de parapátrica, e, se a especiação ocorrer em um mesmo espaço geográfico pode ser considerada simpátrica.

Antes de Darwin e Wallace exporem suas considerações acerca da diversidade do planeta, o que predominava era a visão criacionista seguida de um ideal fixista. A visão criacionista preconizava que todos os seres eram oriundos de um único criador e que, portanto, eram perfeitos. Esta ideia também contempla o parecer de que todos os seres apresentariam uma forma fixa, ou seja, não apresentariam qualquer tipo de modificação a não ser aquelas previstas ao longo da vida. Apesar da crença praticamente ortodoxa no criacionismo e no fixismo, pesquisadores como Maupertuis e Diderot, interessavam-se, por exemplo, na transformação de uma espécie em outra. O conceito de que uma espécie poderia se transformar em outra foi nomeada de transformismo (RIDLEY, 2006; MEYER; EL-HANI, 2005).

A questão do transformismo foi abordada de forma mais forte por Georges Louis Leclerc, o Conde de Buffon, e Jean-Baptiste Lamarck. Esses dois naturalistas tinham a percepção de que uma espécie poderia originar outra através de transformações, porém estas transformações aconteceriam de forma linear e não ramificada como mais tarde proporia Charles Darwin. Para o Conde de Buffon, as espécies eram geradas em moldes e poderiam se transformar, mas, de maneira restrita e de acordo com o ambiente em que se encontrassem, o

que determinaria variações em sua forma criando certa diversidade biológica. Buffon acreditava que os primeiros seres vivos teriam se originado por geração espontânea (MEYER; EL-HANI, 2005).

Em uma de suas publicações, Jean-Baptiste Lamarck, expôs sua compreensão sobre a diversidade biológica propondo que uma espécie poderia se modificar originando outra. Lamarck propunha que a transformação de uma espécie em outra se dava através de dois mecanismos, o primeiro “força interna” e o segundo a “herança de caracteres adquiridos”. O primeiro mecanismo – força interna – seria um desejo proveniente do organismo que o levaria a promover em si modificações que poderiam ser passadas aos seus descendentes; estas modificações se acumulariam com o passar de várias gerações, dando origem a uma nova espécie. O segundo mecanismo – herança de caracteres adquiridos – diz respeito a características que um organismo poderia adquirir ao longo de sua vida – doenças, amputações, hipertrofia muscular, entre outros – e que seriam herdadas por sua prole. Embora a concepção de caracteres adquiridos tenha chegado até os nossos dias através de Lamarck, Platão já havia descrito este processo (RIDLEY, 2006).

Autores como Mayr (2009) e Ridley (2006) apontam que Darwin, ao relatar sua teoria, além de confirmar a proposta de que as espécies se modificam também justificou o mecanismo pelo qual estas mudanças ocorreriam, a seleção natural, e que esta ideia, de certa forma, não foi bem aceita pela comunidade acadêmica da época. Dentre os pontos que não favoreciam a ideia do mecanismo da seleção natural, podem ser listados: a seleção natural não explicava de forma satisfatória a hereditariedade, pois transferia ao acaso e não a uma identidade divina o poder de decisão sobre a permanência ou não de determinados organismos, e o fato da inexistência de fósseis que demonstrassem, de maneira linear, as modificações ocorridas entre as espécies ancestrais e atuais. Frente a descrença na seleção natural e a redescoberta dos trabalhos sobre genética descritos por Gregor Mendel, pesquisadores geneticistas passaram a crer que a evolução biológica acontecia aos saltos e não de forma lenta e contínua. Outros pesquisadores que se opunham a seleção natural eram os chamados biometristas, que viam a evolução como “fixação de uma mudança em toda a população do que da produção de um novo tipo a partir de uma macromutação” (*id.*, *ibid.*, p. 37).

Após um período conhecido como eclipse darwiniano, onde o complexo de concepções colocados por Darwin foram, de certa forma, esquecidas ou desacreditadas, houve a síntese fisheriana – além de Fisher, Wright e Raldane também conduziram estes estudos – em que biólogos, matemáticos e geneticistas demonstraram que mutações poderiam promover

mudanças graduais em populações e que “genes com somente pequenas vantagens seletivas podiam ser incorporados, no tempo devido, no genótipo de populações (MAYR, 2005, p. 265). O resultado destes estudos desbancava uma explicação saltacionista (visão de que mudanças em populações aconteceriam de uma maneira mais radical, aos saltos) dos geneticistas mendelianos que a seu modo apoiavam o transformismo representado pela preposição da herança de caracteres adquiridos escrita por Lamarck. Mayr (2005) aponta ainda que a principal importância da síntese fisheriana foi a de dar credibilidade a adaptação.

Uma segunda síntese que ocorreu em meados de 1940 foi a chamada síntese moderna que, segundo Mayr (2005) explicou a biodiversidade do planeta. Este autor aponta que dentre outros pesquisadores, a síntese moderna foi encabeçada por Dobzhansky e complementada por outros pesquisadores, como Huxley, Simpson e ele próprio, que conduziram a unificação entre anagênese, que se ocupa com estudo da evolução dentro de populações no decorrer do tempo, e a cladogênese, que visa explicar a biodiversidade. Estes pesquisadores contribuíram ao esclarecer que estar adaptado não inclui necessariamente estar em constante mudança, pois a permanência de características em uma população também representa uma adaptação, ressaltado que a diferenciação de uma espécie em outra dependia de outros mecanismos não mencionados ou estudados pelos mendelianos. Outro importante ponto na síntese moderna foi determinar quais princípios os evolucionistas deveriam seguir e quais deveriam ser esquecidos por não contribuírem em discussões científicas genuinamente evolucionistas, tais como o lamarckismo, o saltacionismo e a ortogênese.

Deste ponto em diante, a evolução biológica avançou junto com as conquistas da biologia molecular e da genômica e, à medida que os genes que controlam o desenvolvimento foram conhecidos, para a biologia evolutiva do desenvolvimento, conhecida como evo-devo, que estuda, justamente, a relação entre o desenvolvimento de um organismo e a evolução. Ridley (2006) diz que

[...] quando uma espécie evolui em outra, com mudanças na morfologia, o processo de desenvolvimento também deve ter mudado. Se a espécie descendente tem pernas mais longas é por que o processo de desenvolvimento que produz as pernas foi acelerado ou foi prolongado por mais tempo. As mudanças evolutivas no desenvolvimento e a genética do desenvolvimento são os mecanismos de todas (ou quase todas) as mudanças morfológicas evolutivas. (RIDLEY, 2006, p. 594)

Por esse motivo, atribuir todas as características de um indivíduo a adaptação e, portanto, à seleção natural, colocou os pesquisadores com a questão sobre “uma compreensão mais aprimorada das possibilidades e dos limites da seleção natural” (ALMEIDA; EL HANI,

2010, p. 12). Os estudos oriundos destes questionamentos trouxeram à tona a biologia evolutiva do desenvolvimento que, por sua vez, contribuem para a compreensão da evolução biológica. Para Gould (2002 *apud* ALMEIDA; EL-HANI, 2010) e Carroll *et al.* (2005 *apud* ALMEIDA; EL-HANI, 2010), a evo-devo poderia se constituir uma nova síntese darwiniana ou uma síntese expandida.

Ainda para Almeida e El Hani (2010) a evo-devo está comprometido tanto com o pluralismo do processo quanto pelo pluralismo de padrões. Sendo que o primeiro considera a seleção natural um importante processo na mudança evolutiva, mas não descarta a contribuição de outros mecanismos. E o segundo discorda da existência de um padrão único para explicar a maneira como as espécies se diferenciam, podendo, em alguma das vezes, ser extremamente horizontal, não caracterizando grandes diferenças fenotípicas. Para esses autores, a biologia evolutiva é importante para o estudo da evolução biológica e esta

[...] deveria passar, necessariamente, pelo estudo dos processos de modificação do desenvolvimento embrionário dos organismos, ou seja, pela produção de inovações morfológicas por meio de tais processos. A origem de novas espécies estaria, pois, necessariamente relacionada a origem de novas formas. Teorias estruturalistas estão geralmente comprometidas com visões do processo evolutivo que enfatizam tendências lineares de transformação, em franca oposição à visão divergente, aberta, como causa da adaptação. (ALMEIDA; EL-HANI, 2010, p. 21)

Com isto, descreve-se a importância, mesmo que futura, de incluir nos estudos de biologia evolutiva os avanços obtidos pela evo-devo, pois responderia a várias questões que emergem quando se estuda a evolução biológica.

### **2.1.1.2 Evolução humana**

Segundo Freeman e Herron (2009), os humanos atuais descendem dos grandes macacos antropóides africanos, o que pode ser justificado com a observação de inúmeras características que os seres pertencentes a este grupo têm em comum, tanto em sua forma fisiológica quanto a sua forma genética e molecular. Dentre as características fisiológicas, os autores expõem: “a) cérebro grande; b) ausência de cauda; c) postura ereta; d) maior flexibilidade nos quadris, tornozelos, pulsos e polegares; e, e) mudança na estrutura e no uso do braço e do ombro” (*id.*, *ibid.*, p. 754). Estas características comuns ou derivadas, ou seja, que derivam de um ancestral comum, se constituem como um bom atributo evolutivo à medida que, sob o olhar da evo-devo, muitas das diferenças ou semelhanças fisiológicas são

consequências de um processo de desenvolvimento que na maioria das vezes mantem os passos do desenvolvimento que beneficiam o organismo. Com isto há uma boa probabilidade de que “características dos dentes, do cérebro e dos membros, bem como a maturidade sexual tardia e a anatomia genital compartilhada, de humanos e de chimpanzés, só precisaram evoluir uma vez” (FREEMAN; HERRON, 2009, p. 760). Os ancestrais comuns dos grandes macacos antropoides são os humanos, os chimpanzés e os chimpanzés de bonodo, e as prováveis características que por último foram compartilhadas com um ancestral comum devem ser o andar sobre as falanges médias dos dedos, dieta variada à base de frutas, habilidade de viver em diversos ambientes, habilidades de caça e algum tipo de cultura que podia ser transmitida.

Existem diferentes modelos de dispersão dos homínídeos modernos, dentre eles dois possuem um destaque maior, o primeiro perpassa a formulação de que estes surgiram na África e tomaram os demais continentes; o segundo, faz referência ao homínídeo moderno surgindo concomitantemente na África, Europa e Ásia, os quais teriam sido descendentes de ancestrais anteriormente dispersos nestes continentes. Estes dois modelos são denominados substituição africana e evolução multirregional. O modelo de substituição africana, segundo alguns pesquisadores, faz melhor sentido a partir da crença de que os homínídeos que saíram da África possuísem algum tipo de ferramenta (tecnologia) que auxiliasse no sucesso da tomada de território e eliminação de homínídeos concorrentes. Outro ponto que traz credibilidade ao modelo de substituição africana é o fato de que as populações originalmente africanas possuem maior diversidade genética do que as populações dos demais continentes. Tendo como exemplo a diversidade genética, o esperado para o modelo multirregional, é que existisse a mesma proporção de diversidade genética nos continentes asiático, europeu e africano, e não que esta diversidade fosse maior na África e fosse diminuindo à medida que os homínídeos se dispersaram pelos continentes. O padrão de distribuição genético sugere que o homem moderno se distribuiu no planeta a partir da África subsaariana. Mesmo ao considerar o modelo de distribuição multirregional, Freeman e Herron (2009) afirmam que

[...] os dados genéticos e pelo menos alguns dados morfológicos, tomados em conjunto, sugerem que (1) todas as pessoas atuais são descendentes de ancestrais africanos e (2) todas as pessoas atuais, não africanas, descendem de ancestrais africanos *H. sapiens* que deixaram a África nas últimas poucas centenas de milhares de anos. (FREEMAN; HERRON, 2009, p.785)

Dentre muitas características que os primatas compartilham, Freeman e Herron (2009) listam quatro, são elas: modo de andar bípede, cérebros grandes, fabricação e utilização de instrumentos e o uso da linguagem. Delas, as duas últimas são de grande importância para o

desenvolvimento do *Homo sapiens*. A fala, por ser um comportamento, não possui registros fósseis, desta forma o que resta para ser analisado são estudos anatômicos feitos a partir de fósseis que levam a crer que o comportamento da fala é inerente ao gênero *Homo* pois, em registros fósseis existem indicadores de que a laringe sofreu modificações em sua localização no tubo respiratório; esta modificação além de favorecer a emissão de sons também parece ter contribuído para a diminuição do risco de engasgos que acabavam levando o espécime ao óbito. Além do comportamento socializado da fala, o entalhamento e construção de instrumentos também parece ser exclusivo do gênero *Homo* e esta habilidade de construir ferramentas foi possível graças ao desenvolvimento do polegar. Tanto a produção de instrumentos quanto o desenvolvimento da fala são consideradas constructos socioculturais do gênero *Homo* e por este motivo foi transmitido às gerações subsequentes, resistindo e sendo melhorados conforme sua transmissão.

## **2.1.2 Dimensão didático-pedagógica**

### **2.1.2.1 Narrativas históricas e argumentação**

Começaremos nossa discussão relacionada ao ensino de evolução biológica buscando aproximações com aspectos metodológicos da Biologia Evolutiva, enquanto ciência, que são, as narrativas históricas e a argumentação. No espectro de conceitos relacionados a evolução biológica, documentados pela História e Filosofia da Ciência, nos deparamos com fatos históricos que entendemos ser importantes e oportunos ao aluno da Educação Básica para poder refletir sobre conceitos da Biologia Evolutiva e vieses conceituais relacionados.

Muitas das razões para inserir a História e Filosofia da Ciência na sala de aula de ciências envolve um redirecionamento da forma como a ciência é ensinada e, portanto, preocupação em dar a ciência um caráter de construção social e integrada à sociedade (FORMATO *et al.*, 2014). Alinhando-se ao pensamento desse autor, entendemos que o currículo escolar pode trazer para discussão teorias e problemas científicos desenvolvidos no seu contexto histórico, bem como as motivações que os geraram, a evolução das ideias originárias e as modificações socioculturais por elas produzidas. Nessa perspectiva, o debate escolar de ideias científicas pode trazer reflexões sobre os usos e finalidades que a sociedade faz destas ideias. Esse caráter reflexivo contribui para modificar a forma como a sociedade percebe o meio e a produção científica, e ainda, contribui para desmistificar a ideia de que as produções científicas acontecem em um “lugar” onde não sofrem influências políticas,

econômicas ou sociais e o cientista é um ser que, através da sua vocação e talentos científicos natos, promove “descobertas” desconexas da sociedade onde está inserido. Na busca por evidenciar esse caráter reflexivo, as narrativas históricas, no olhar de Hidalgo e Lorencini Júnior (2016), devem ser apresentadas sem excluir as visões internalista e externalista da ciência, primando por uma narrativa integradora que evite reducionismos. A visão internalista tem como base da narrativa apenas os fatos científicos desenvolvidos, teorias e conceitos que podem ser complementares ou concorrentes; na visão externalista os fatos científicos são analisados sem ocultar o meio social e onde foram desenvolvidos.

Além do caráter reflexivo, a inserção de narrativas históricas no ensino de ciências pode ter um caráter apenas ilustrativo, apontando uma visão internalista, em que um fato histórico científico é apresentado sem revelar o contexto em que foi construído.

Por outro lado, a inserção de narrativas históricas no ensino de ciências pode ter um caráter motivacional e facilitador da aprendizagem, além de promover o raciocínio argumentativo, bem como outras visões sobre ciência. Em termos gerais, pensando em expectativas associadas a comportamentos motivacionais, o uso de narrativas históricas, comuns em estudos de Biologia Histórica, para a aprendizagem de seus conteúdos, pode se configurar como estratégia motivacional e facilitadora da aprendizagem por despertar no aluno a vontade de compreender uma ideia, noção ou conceito, facilitando a retenção de aspectos da construção de um fato histórico científico. Neste caso, pode-se dizer que a curiosidade despertaria a intenção do aluno em compreender a noção, ideia ou conceito, mobilizando a atenção e a percepção para a apreensão do fato histórico.

Então, estamos nos referindo a narrativas históricas combinadas com argumentação, e da motivação do aluno. A motivação do aluno será discutida em momento posterior. Passamos a discutir as formas de abordagens históricas e, na sequência, a argumentação.

Tendo como base o trabalho de Mayr (1998), Rosa e Silva (2010) descrevem cinco possíveis tipos de narrativas históricas da ciência e expressam que o último tipo apresentado pode ter maior relevância nos processos de ensino-aprendizagem. Para essas autoras, essas formas de abordagem, de uma forma mais direta e concisa, são:

- a) *Lexicográfica*: tipo de abordagem de narrativa histórica descritiva em que se favorece apenas parte da história, e que, por isso, deve dispensar intensa reflexão do leitor;
- b) *Cronológica*: pensa na organização temporal e por isto, algumas vezes, reduz a problemática científica a sequências temporais, deixando em segundo plano o processo científico e ressaltando as datas;

- c) *Biográfica*: usando a biografia de cientistas demonstra o progresso da ciência, mas acaba por vincular o progresso científico a apenas um cientista ou um pequeno grupo deles;
- d) *Cultural e sociológica*: percebe a ciência como uma atividade humana e não desvincula o processo científico de um contexto social, mesmo que, por vezes, um e outro se confundam, fazendo com que o foco de desloque da história e filosofia da ciência;
- e) *História de problemas*: é dada ênfase aos problemas que precisavam ser solucionados e não ao período histórico em si. Esta possibilidade de abordagem possui características bem estruturadas que incluem narrar tanto procedimentos científicos bem sucedidos quanto os fracassados, delineiam o contexto histórico especificando os problemas científicos da época, mostram os instrumentos conceituais e técnicos utilizados, além dos métodos e das influências sociais e na organização temporal dos mesmos.

Pessoa Júnior (1996) apresenta outras seis formas distintas de se perceber as narrativas de história e filosofia da ciência, e inclui uma nova maneira que, segundo ele, também poderia ser pertinente ao ensino de ciências. É importante ressaltar que cada uma destas possibilidades traz uma visão internalista, externalista, ou ambas. Segundo ele, as formas como a história e filosofia da ciência podem ser abordadas no ensino de ciências, são:

- a) História internalista de longo prazo: através de gráficos e escrita moderna expressa e explica ideias e paradigmas do passado que ainda são vigentes ou utilizados;
- b) História internalista a partir das teorias dinâmicas científicas: descreve fatos científicos mostrando as mudanças paradigmáticas ao longo da construção da ciência;
- c) História externalista ou social da ciência: neste tipo de narrativa é dado foco ao meio social, o contexto onde a pesquisa científica foi realizada e mostra as prováveis influências da pesquisa na sociedade e da sociedade na pesquisa;
- d) Perfil epistemológico de grandes cientistas: a partir de um grande nome da ciência tenta mostrar quais foram seus caminhos, seus procedimentos até chegar a uma “descoberta”, teoria, lei ou fórmula;
- e) História a partir da leitura de originais: através destas leituras, a proposta é que se tenha uma ideia mais real da pesquisa do cientista, livrando-se da interpretação de terceiros e permanecendo a interpretação de quem está lendo;

- f) História de instrumentos científicos: revela o desenvolvimento da ciência através da construção e aprimoramento de instrumentos de medição.

Pessoa Júnior (1996) acrescenta ainda a possibilidade de trabalhar narrativas histórico-filosóficas tendo como base as possibilidades de se chegar a um mesmo resultado percorrendo outros caminhos que não aquele já percorrido pelo cientista. A esta possibilidade esse autor dá o nome de “Histórias possíveis”.

Algumas das abordagens trazidas por esses autores mostram aspectos semelhantes, embora revelam um leque bem diverso de possibilidades para o ensino de ciências. Neste projeto, procuraremos dar ênfase a uma visão externalista de fatos históricos relacionados com o desenvolvimento das ideias sobre evolução biológica.

Outro ponto importante, e também relacionado a narrativas históricas, é que a Biologia Evolutiva, enquanto ciência, se utiliza de evidências ou observações sistemáticas, e constrói raciocínios hipotéticos em narrativas históricas coerentes na forma argumentativa como justificção de suas teorias. Assim, entendemos que a argumentação é parte do método científico desta ciência. As ciências naturais, de modo geral, se utilizam da argumentação como ferramenta para fortalecer seu discurso. A ciência se utiliza de escrita e vocabulário próprios que a permite expressar o conhecimento que produz, mas que para ser compreendida exige de seus interlocutores certa familiaridade com sua linguagem, sendo importante a argumentação neste processo.

Em estudo de Sasseron e Carvalho (2011, p. 99) sobre argumentação em sala de aula de ciências, estas autoras expressam que a argumentação “é uma estratégia de raciocínio em que dados, evidências e crenças e saberes anteriores, assim como na construção do conhecimento científico, são as bases que conduzem à aprendizagem”. As mesmas autoras colocam que a prática da argumentação pode ser realizada através de exposições orais por alunos ou professores, durante a leitura de textos, em atividades que envolvam escrita, utilização de gráficos ou imagens, além do uso de recursos audiovisuais. Esse e outros estudos (SASSERON; CARVALHO, 2011; OLIVEIRA *et al.*, 2009; MOTOKANE, 2015) indicam que levar a prática argumentativa para a sala de aula pode ser uma boa maneira de aproximar os alunos na construção do raciocínio, e promover a capacidade de avaliar e se posicionar em tomadas de decisão.

Argumentar, segundo Savian Filho (2015) “é a tentativa de convencer, partindo de dados já adquiridos em nossas vivências e chegando a conclusões bem justificadas” (SAVIAN FILHO, 2015, p. 11), e segue: “todo argumento ou raciocínio é um movimento do nosso pensamento para produzir uma conclusão. O ponto de partida são sempre dados já

adquiridos em nossas vivências, e o caminho é o da articulação entre esses resultados” (SAVIAN FILHO, 2015, p. 15). Para esse autor, as informações ou dados dos quais já temos conhecimento são considerados premissas, e o resultado das interações entre estes dados são considerados conclusões. O que torna uma conclusão forte ou contundente é a quantidade de conexões que podem ser construídas ou relacionadas entre as premissas e as conclusões. Então, além da estrutura de um argumento, a qualidade do argumento deve ser considerada.

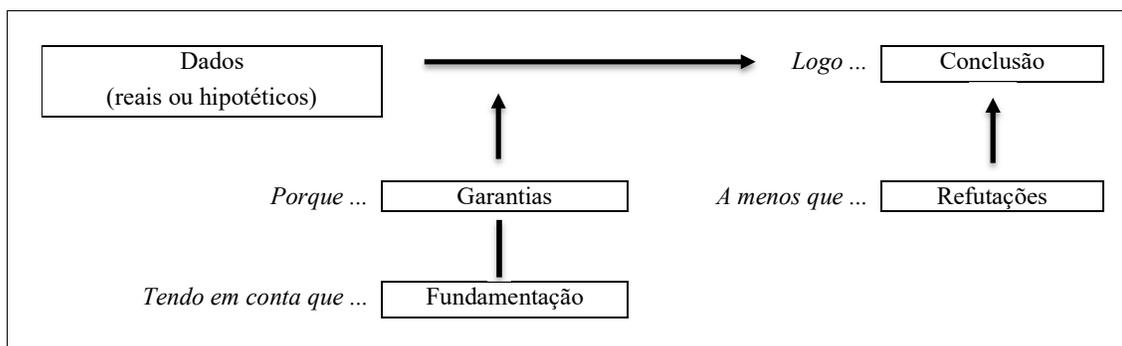
No modelo de Toulmin (2007), um argumento deve conter uma conclusão ou alegação ou formulação; o mérito da alegação deve ser estabelecido, e é gerado a partir de dados reais ou fatos, ou dados hipotéticos, que servem de base para a alegação.

Além dos elementos alegação e dados, os seguintes elementos de um argumento são necessários neste modelo:

- Garantias, que são utilizadas para justificar a razão dos dados serem relevantes para alegação;
- Fundamentação, que são usadas para estabelecer condições gerais que dão apoio à aceitabilidade das garantias, a fim de que os dados e alegações não sejam questionados;
- Refutações, que são as restrições circunstanciais a que a alegação pode ser legitimamente aplicada; e,
- Qualificadores modais, que apoiam a justificativa e a conclusão.

Um esquema simplificado deste modelo está apresentado na Figura 2.

Figura 2 – Esquema de argumento de Toulmin.



Fonte: Adaptado de Toulmin (2007).

Pinochet (2015) argumenta que o modelo criado por Toulmin (2007) surge em um cenário em que a lógica formal descrita e estruturada por Aristóteles passa a ser questionada, entre outros motivos, por uma excessiva simplificação da aplicação da linguagem comum. A

partir de então, surgem os alicerces para a chamada teoria moderna da argumentação ou movimento da lógica informal que visam não dar continuidade a forma aristotélica de construir argumentos, uma vez que o interesse pela retórica é modificado, se privilegia uma linguagem natural para que se estabeleça uma argumentação dialógica. Uma das características do modelo de Toulmin (2007) que traz enfrentamento à forma aristotélica de argumento diz respeito ao foco: enquanto o modelo de Toulmin (2007) tem como foco o conteúdo apresentado pelo argumento, a proposta de Aristóteles tem como foco a estrutura do argumento.

Neste estudo propomos o uso do modelo de argumento apresentado por Stephen Toulmin (2007) por ser um modelo que tem dado resultados promissores para o ensino e para a pesquisa em ensino de ciências (PINOCHET, 2015; SASSERON; CARVALHO, 2011; OLIVEIRA *et al.*, 2009; MOTOKANE, 2015).

### **2.1.2.2 Ensino Fundamental e temas transversais**

As Diretrizes Curriculares Nacionais para Educação Básica, definidas na Resolução nº 4, de 13 de Julho de 2010, são um conjunto de diretrizes que tem por intuito nortear e alicerçar as práticas pedagógicas no país, visando, segundo o próprio documento, “orientar a organização, articulação, o desenvolvimento e a avaliação das propostas pedagógicas de todas as redes de ensino brasileiras” (BRASIL, 2013, p. 6). No seguimento Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Fundamental, regulamentada pela Resolução nº 7, de 14 de Dezembro de 2010, encontram-se os princípios norteadores de ações políticas e pedagógicas para a educação que são os princípios éticos, políticos e estéticos. Dentro dos princípios éticos ressalta-se a importância “de justiça, solidariedade, liberdade e autonomia; de respeito à dignidade da pessoa humana e de compromisso com a promoção do bem de todos, contribuindo para combater e eliminar quaisquer manifestações de preconceito e discriminação” (*id.*, *ibid.*, p. 107). Ao abordar o currículo e discutir que tratamento deve ser dado a este, o documento aponta que “os conhecimentos escolares podem ser compreendidos como o conjunto de conhecimentos que a escola seleciona e transforma, no sentido de torná-los passíveis de serem ensinados, ao mesmo tempo em que servem de elementos para a formação ética, estética e política do aluno” (*id.*, *ibid.*, p. 112). As Diretrizes tratam também sobre as dificuldades dos alunos em importantes períodos que marcam a transição da Educação Infantil para o Ensino Fundamental e, dentro dele, as mudanças que existem entre suas séries iniciais e finais, e do Ensino Fundamental para o Ensino Médio, ressaltando a

importância da efetivação de processos de ensino-aprendizagem que fundamentem e possibilitem boas garantias de sucesso na fase seguinte. Segundo as diretrizes, as articulações nos processos de ensino-aprendizagem devem ser vistas e contempladas “como a necessidade de sistematizar conhecimentos, de proporcionar oportunidades para a formação de conceitos e a preocupação com o desenvolvimento do raciocínio abstrato, dentre outras” (BRASIL, 2013, p. 120).

Já os Parâmetros Curriculares Nacionais (BRASIL, 1998a) foram construídos como uma proposta de orientação do currículo e elaborados com a intenção de promover o exercício da cidadania, o que contempla a necessidade de “acesso ao conhecimento” (*id.*, *ibid.*, p. 9) e certa sincronia do fazer pedagógico com a realidade do ambiente onde a escola está inserida, o que deve contemplar as diversidades de cunho regional e cultural, entre outras. São esses princípios que embasam o currículo das diferentes áreas do conhecimento – Língua Portuguesa, Matemática, Ciências Naturais, História, Geografia, Arte, Educação Física e Língua Estrangeira. Pensando em critérios para a escolha de conteúdos a serem trabalhados no Ensino Fundamental, os Parâmetros Curriculares Nacionais dizem que “os conteúdos devem ser relevantes do ponto de vista social, cultural e científico, permitindo ao estudante compreender, em seu cotidiano, as relações entre o ser humano e a natureza mediadas pela tecnologia, superando interpretações ingênuas sobre a realidade a sua volta” (BRASIL, 1998b, p. 35). A área do conhecimento Ciências da Natureza é dividida em quatro eixos temáticos, que são denominados Terra e Universo, Vida e Ambiente, Ser Humano e Saúde, e Tecnologia e Sociedade (BRASIL, 1998b). O ensino de noções conceituais relacionadas a evolução por seleção natural no Ensino Fundamental que trata este projeto, é prevista no eixo Vida e Sociedade, e prescreve que:

[...] para a apresentação da diversidade da vida, um conceito central neste eixo, privilegiam-se os enfoques ambiental e evolutivo, que podem estar contemplados em um único tema de trabalho ou tratados separadamente, buscando-se o aprofundamento dos conhecimentos. Em diferentes abordagens busca-se o sentido da unidade da vida, seu processo de evolução, por adaptação e seleção natural. É importante que os aspectos evolutivos sejam contemplados em diferentes momentos no ensino fundamental, mesmo que a abordagem não seja profunda e direta. (BRASIL, 1998b, p. 43)

Em consonância com as Diretrizes Curriculares Nacionais, os Parâmetros Curriculares também preveem obstáculos na transição entre o segundo e terceiro ciclo do Ensino Fundamental (séries iniciais e finais) e alerta que os alunos do terceiro ciclo (6º e 7º anos)

costumam se expressar melhor através da oralidade do que através da forma escrita, por este motivo indica

[...] atividades que envolvam participação oral, como debates, dramatizações, entrevistas e exposições espontâneas ou preparadas, atividades em grupo voltadas para a experimentação, observação e reflexão. Entre estas atividades, aquelas de natureza lúdica, gestual e coletiva, ao lado das de desenho, cumprem também a função de minimizar a ruptura até mesmo afetiva do regime de professor de turma. (BRASIL, 1998b, p. 58)

Os Parâmetros Curriculares também indicam que questões de cunho social sejam tratadas em sala de aula como temas transversais de modo a auxiliar na construção cidadã do aluno. Os temas transversais contemplam assuntos que devem ser tratados por mais de uma área do conhecimento para que se possam ter distintas possibilidades de se avaliar e tratar um mesmo tema. Os temas transversais previstos pelos Parâmetros Curriculares Nacionais são Ética, Saúde, Meio Ambiente, Pluralidade Cultural, Orientação Sexual, e Trabalho e Consumo. Os Parâmetros Curriculares Nacionais pressupõem que a ética deve começar na escola havendo uma harmonia entre sua política e suas ações e diz que questões da temática ética podem ser expressas “na construção dos princípios de respeito mútuo, justiça, diálogo e solidariedade” (BRASIL, 1998a, p. 66). Na área das ciências naturais, o desenvolvimento dos temas transversais possibilita ao aluno fazer uso dos conteúdos trabalhados em sala de aula em seu cotidiano, espera-se “dar sentido prático às teorias e aos conceitos científicos trabalhados na escola e de favorecer a análise de problemas atuais” (BRASIL, 1998b, p. 50). As relações descritas entre ciência e ética são colocadas da seguinte forma nos parâmetros “ora diretas, na própria prática de investigação e difusão do conhecimento, ora indiretas, por meio das relações entre ciência e poder, entre ciência e economia” (*id., ibid.*, p. 53).

Com o exposto, percebe-se um esforço para que exista uma alfabetização científica junto a uma formação cidadã, o que é almejada e descrita pelos documentos oficiais. Nesta dissertação, pretendemos que noções conceituais relacionadas a evolução por seleção natural no Ensino Fundamental seja transversalizada com o tema raça e racismo, do ponto de vista sociocultural e científico.

### **2.1.2.3 Educação étnico-racial**

Os investimentos no ensino de ciências muitas vezes se encontram ligados, e de certa forma ganham impulso, quando existe uma demanda política que deseja obter progressos científicos e tecnológicos que impulsionem e deem certa independência a uma nação. Segundo Krasilchik (2000), o ensino de ciências, no Brasil, já teve distintos fins que se moldaram, também, em razão das mudanças sofridas na função social da escola. Quando as políticas eram construídas no sentido de impulsionar o progresso científico, o investimento no ensino visava a formação crítica do cidadão; já, quando as políticas se voltaram para o desenvolvimento econômico, a função da escola passou a sofrer os efeitos destas políticas e foi modificada para formação do trabalhador (KRASILCHIK, 2000). Nos dias de hoje, a educação tem por fim “o pleno desenvolvimento do educando, seu preparo para o exercício da cidadania e sua qualificação para o trabalho”, conforme Art. 2º da Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (BRASIL, 2017).

Krasilchik (2000) aponta que tem sido uma tradição o estado brasileiro encaminhar como deve ser o ensino na educação básica, e como consequência, também o ensino das ciências, através do currículo escolar, com o apoio de instituições que produzem material instrucional para posterior uso. Essa prática, segundo a autora, teve início na década de 60 quando foi criado o Instituto Brasileiro de Educação, Ciência e Cultura (IBECC) e outros centros de referência em importantes capitais brasileiras que produziam materiais instrucionais e equipamentos para experimentação; com o passar dos anos, algumas destas instituições foram extintas ou abraçadas por universidades. Nos dias atuais, existem diversos programas de pós-graduação e diversos grupos de pesquisa que além de produzir materiais para orientar o ensino também discutem os resultados obtidos e os processos que os geraram. Na visão da autora, o fim maior do ensino das ciências deve ser “a aquisição do conhecimento científico por uma população que compreenda e valorize a ciência como empreendimento social” (KRASILCHIK, 2000, p. 90). Já na década de 90, essa autora apontava que o ensino das ciências dependia também de um posicionamento crítico de professores que, independente da linha de ensino que escolhessem seguir, não deixassem de fazer sua crítica sobre o currículo a ser implementado, dele mantendo o que é relevante tanto para a formação do aluno quanto para a formação do estudante-cidadão-trabalhador.

Sobre a relação do professor com a construção do currículo para construção da cidadania, é válido questionar a formação de professores sobre uma educação étnico-racial justa e positiva, em consonância com a Lei nº 10.639, de 09 de Janeiro de 2003 que versa sobre a inclusão obrigatória de estudos sobre a história da cultura afro-brasileira no currículo escolar de estabelecimentos públicos e privados de ensino fundamental e médio, a serem

tratados, preferencialmente, nas áreas de Educação Artística, Literatura e História do Brasil, e de forma transversal nas demais áreas. Verrangia (2016) aponta que uma das alegações dos professores da área das ciências para não incluírem este tema em suas aulas é a falta de material didático e instrucional para nortear estas práticas, e encoraja à produção destes recursos por professores atuantes na área.

Verrangia e Silva (2010, p. 709) conceituam relações étnico-raciais como “aquelas estabelecidas entre os distintos grupos sociais, e entre indivíduos destes grupos, informadas por conceitos e ideias sobre as diferenças e semelhanças relativas ao pertencimento racial destes indivíduos e dos grupos a que pertencem”. Esses autores discutem de que forma o ensino de ciências pode contribuir para a construção de uma relação étnico-racial positiva e cidadã. Para isto, eles indicam 5 (cinco) temáticas possíveis, são elas:

- a) impacto das ciências naturais na vida social e racismo; b) superação de estereótipos, valorização da diversidade e ciências naturais; c) África e seus descendentes e o desenvolvimento científico mundial; d) ciências, mídia e relações étnico-raciais, e) conhecimentos tradicionais de matriz africana e afro-brasileira e ciências (VERRANGIA; SILVA, 2010, p. 707).

As temáticas por eles elencadas que têm maior aproximação com o que tratamos nesta dissertação são o “impacto das ciências naturais na vida social e racismo”, e a “superação de estereótipos, valorização da diversidade e ciências naturais”.

Santos (2004; 2006 *apud* VERRANGIA; SILVA, 2010) aponta que dentro da temática das “ciências naturais na vida social e racismo” se torna relevante o currículo que trata, além de teorias, o contexto em que elas foram desenvolvidas e de que maneira foram utilizados na sociedade, o que proporcionaria uma discussão de como a sociedade interfere na produção científica e de que maneira os avanços científicos refletem na sociedade. Como exemplos de discussão a serem estimuladas, Verrangia e Silva (2010, p. 712) citam a “importância histórica de teorias como a da evolução darwinista, e a da hereditariedade mendeliana na formação de ideias sobre raça, miscigenação, etnia, gênero e sexo, normalidade e defeito, aptidão e inaptidão social, etc”. Já, na temática “superação de estereótipos, valorização da diversidade e ciências naturais” espera-se que o currículo trate sobre a superação de estereótipos calcados em visões traçadas pela sociedade que não encontram, por exemplo, fundamentação científica. Eles sugerem como conteúdo a ser trabalhado no currículo o estudo da evolução biológica de forma mais aprofundada, tratando inclusive sobre a formação dos diferentes grupos humanos.

#### 2.1.2.4 Raça e racismo

Para este trabalho, que pretende ponderar noções de raça e racismo dos pontos de vista científico e sociocultural, trazemos as possibilidades de categorias de um conceito segundo a antropologia, de acordo com Guimarães (2008). Esse autor expõe que, dentro das ciências sociais, os conceitos podem ser categorizados em dois tipos: analítico ou nativo. Como o nome sugere, o conceito categorizado como analítico, “permite a análise de um determinado conjunto de fenômenos, e faz sentido apenas no corpo de uma teoria” (GUIMARÃES, 2008, p. 64); um conceito nativo é aquele “que tem sentido no mundo prático, efetivo, ou seja, possui um sentido histórico, um sentido específico para um determinado grupo humano” (*id.*, *ibid.*, p. 64). O mesmo autor afirma que dificilmente um conceito pode ser interpretado ou compreendido fora do contexto histórico e social, e mais raros são os conceitos que resistem a passagem do tempo, e as mudanças teóricas, sem modificação. Por ter seu sentido modificado com a passagem do tempo, e no contexto histórico em que se encontra, “raça” pode ser considerado um conceito analítico. Esse autor descreve “raça” como um conceito analítico, que pode ser explicado pela biologia genética e pela sociologia.

As discussões atuais sobre raça no Brasil, para Silva e Silva (2005), têm duas forças: a primeira se constitui dentro de uma visão acadêmica; e, a segunda, traz a visão do meio social. Do ponto de vista acadêmico, o conceito de raça vem perdendo a razão de existir, à medida que a ciência traz fatos que descaracterizam e desacreditam sua validade. Mas dentro das delimitações puramente sociais este conceito continua vivo, mesmo que de forma oculta, pois o discurso que prevalece no país é o de miscigenação, o que não admitiria a imposição de diferenças raciais. Então, mesmo à sombra do que seria politicamente esperado, no meio social o conceito de raça ainda é válido.

Passemos a análise do conceito de raça sob os pontos de vista sociocultural e biológico. Quanto a origem etimológica da palavra “raça”, Munanga (2004) aponta que “veio do italiano *razza*, que por sua vez veio do latim *ratio*, que significa sorte, categoria, espécie” (MUNANGA, 2004, p. 17). Segundo esse autor, o conceito de raça era empregado para designar um grupo que tinha um ancestral comum e que por isso compartilhava certos traços físicos. No dicionário de conceitos históricos, o conceito de raça é considerado “o conjunto de atributos biológicos comuns de um determinado grupo” (SILVA; SILVA, 2005, p. 346).

A primeira tentativa de uma classificação racial em diferentes fenótipos humanos foi do antropólogo e médico francês François Bernier, em uma obra por ele publicada em 1684 (STUURMAN, 2000). Essa forma de uso do termo “raça” se apresentaria como o primeiro conceito moderno da palavra. Entre os séculos XVI e XVII o termo “raça” ganha novo sentido, passando também a designar e a distinguir classes sociais: os nobres franceses

intitulados de “francos” formariam a nobreza, aqueles que possuiriam sangue puro, enquanto que a população nativa deste espaço geográfico, os “gauleses”, eram considerados impuros e constituiriam a plebe (MUNANGA, 2004). Esta hierarquização, em que francos teriam mais valor que gauleses, permitiria aos primeiros certos privilégios. Desta maneira, as diferenças de fenótipo não seriam mais utilizadas como base para classificar e distinguir grupos humanos, mas sim, a posição de hierarquização perante a sociedade.

Gonçalves (2015) expõe que esta imposição de hierarquização social de grupos humanos pode ser muito facilmente justificada na obra do filósofo Immanuel Kant. No ensaio *Ideia de uma história universal sob o ponto de vista cosmopolita*, publicado em 1784, Kant faz 9 (nove) proposições para construir uma história humana do desenvolvimento das disposições naturais da espécie pelo uso da razão, segundo um plano da natureza. Tal desenvolvimento pelo uso da razão só seria alcançado pela espécie, e não pelo indivíduo, uma vez que os conhecimentos produzidos por uma geração seriam transmitidos e alargados pela geração seguinte, pois o completo desenvolvimento de um indivíduo da espécie humana não seria alcançado no decurso da vida de um indivíduo desta espécie. Para isso, Kant (1784 *apud* GONÇALVES, 2015) propõe a existência de antagonismos entre os indivíduos, e distanciamentos intelectuais e morais entre eles, balizado pela característica fundamental própria da natureza humana, qual seja, sua “sociabilidade insociável” (quarta proposição no seu ensaio). O desenvolvimento da espécie humana, como desenvolvimento das disposições naturais pelo uso da razão, a conduziria a uma perfeição política e jurídica, uma vez que forçaria a instituição de uma sociedade civil que administrasse o direito em geral para a disciplina e para a paz. Um estado de perfeição e segurança da espécie humana, a partir dos antagonismos de sua natureza, seria atingido por uma “federação de nações” que, em sociedade, internamente regulariam as relações entre os indivíduos, e, externamente, regulariam as relações entre as nações, regulando-se a si mesmos, como “autômatos” (sétima proposição). Para Kant, o grupo humano, à época, que mais se aproximaria da pretendida perfeição, por já estar em estágio de desenvolvimento racional e moral que poderia introduzir às demais nações um processo de construção de “um estado civil mundial de pública segurança estatal”, ou seja, que poderia conduzir o processo de desenvolvimento pelo uso da razão, seria o grupo europeu. Kant coloca aos europeus o dever de “civilizar” os demais povos sobre a Terra, como um verdadeiro “senhor” frente aos seus “vassalos” (*id., ibid.*, p. 183).

Cabe dizer que, mesmo antes da publicação de *A origem das espécies* de Charles Darwin, em 1854, Kant preocupou-se em explicar a existência de distintas raças humanas. Na sua obra *Das diferentes raças humanas*, publicada em 1775, e traduzida para o português por

Alexandre Hahn (HAHN, 2011), Kant encontrou nos escritos de Georges Louis Leclerc, o conde de Buffon, uma explicação lógica para as diferenças entre os grupos humanos. Para Kant, seria a determinação do meio ambiente onde vivem os grupos humanos sob ação de agentes do clima (sol e temperatura) a causa imediata para mudanças físicas nestes grupos, o que permitiria sua classificação em raças (HAHN, 2011; GONÇALVES, 2015). Para Kant, o meio poderia determinar a aparência e a índole dos indivíduos, o que apoiaria a determinação da posição do indivíduo na sociedade, como ilustra o seguinte trecho na sua obra: “o calor úmido é favorecedor do forte crescimento dos animais em geral, e breve, surge o Negro, que está bem adaptado ao seu clima, a saber, é forte, corpulento, ágil; mas, que, ao abrigo do rico suprimento da sua terra natal, [também] é indolente, mole e desocupado” (HAHN, 2011, p. 21).

As ideias iluministas sobre a razão, buscando, na ciência, a verdade e a idealização de uma generalização para o mundo de valores científicos, sociais e morais, também contribuiu para a busca de crenças que pudessem ser seguidos, ou perseguidos por todas as raças, ou grupos humanos. Para Munanga (2004), os iluministas lançam mão de um termo já empregado na História Natural para classificar os indivíduos. Estes anseios, que tiveram como base as ciências naturais, acabaram por lançar mão de teorias racialistas que procuravam, seguindo o que descrevem Silva e Silva, conceituar raça

[...] como um grupo humano cujos membros possuíam características físicas comuns. Tal teoria voltou-se para a crença de que a raça não era apenas definida física, mas moralmente, bem como que as diferenças físicas acarretavam diferenças mentais hereditárias. Assim, a distinção do mundo em raças correspondia à divisão do mundo em culturas, e o comportamento do indivíduo era definido pelo grupo racial ao qual ele pertencia. Além disso, um sistema de valores universal classificaria as raças em superiores e inferiores. (SILVA; SILVA, 2005, p. 347)

De um ponto de vista biológico, Carl Von Linné, o primeiro a utilizar o termo “raça” dentro da biologia, o empregou para classificar plantas e animais. O termo mais tarde seria empregado para categorizar populações humanas que tinham características físicas diferentes da população europeia. Esta classificação não se estenderia apenas a características físicas, mas também atribuiria valores morais e éticos a estas populações.

Segundo Silva e Silva (2005), a teoria racialista ganhou força com a publicação de Charles Darwin sobre a evolução das espécies por seleção natural, pois nela estariam justificadas não somente a existência de diferentes raças humanas, mas também, a supremacia de uma sobre a outra e uma tendência das raças mais evoluídas (no sentido de serem

melhores) suprimir e substituir as demais. Desta forma estavam descritas as raízes da eugenia que não utiliza apenas a cor como fator de classificação entre os seres humanos, mas também o valor qualitativo que cada raça teria dentro de uma escala evolutiva. Os racialistas eugênicos apontam que a raça escolhida pela seleção natural como mais evoluída seria a caucasóide, ou seja, a branca.

Mesmo que a Biologia como ciência tenha contribuído para a construção do conceito científico de raça, é ela a ciência que mais tem contribuído para o esvaziamento deste conceito nos dias atuais, mais especificadamente a Genética (SILVA; SILVA, 2005). Mas, mesmo que o conceito de raça seja considerado inexistente dentro da Biologia, no meio social, este conceito ainda encontra-se enraizado e faz aproximação com o que a antropologia hoje conceitua como etnia. Munanga (2004) coloca que o esvaziamento do conceito de raça do ponto de vista biológico não é sinônimo de equivalência genética, mas mostra que as minúsculas diferenças que ocorrem a nível de DNA não são suficientes para estipular parâmetros de classificação racial. Biologicamente, raça é caracterizado por Pena (2005, p. 323) como um grupo populacional geneticamente diferente, ou seja, uma subespécie. O mesmo autor lembra que apesar de indivíduos possuírem características fenotípicas distintas, tais como cor e espessura do cabelo, tamanho do crânio, entre outras características, apesar de serem expressas também no genoma do indivíduo estas características fenotípicas não são suficientes para a descrição de uma subespécie e, além disso não determinam a moral, a inteligência e outras capacidades dos indivíduos.

Cada um desses traços fenotípicos é controlado por um número bem pequeno de genes diferentes, que representam uma porção ínfima do genoma e são completamente dissociados dos genes que influenciam inteligência, talento artístico, habilidades sociais, predisposição a doenças ou metabolismo de fármacos. (PENA, 2005, p. 323)

Pena (2005) reafirma a ideia do conceito de raça como uma construção social e não biológica ao dizer que as categorias “raciais” humanas não são entidades biológicas claramente definidas e circunscritas, mas construções sociais e culturais fluidas. Pena *et al.* (2000) no artigo denominado “Retrato Molecular do Brasil” aponta que o conceito de raça dentro da Biologia é vazio, justificando que as diferenças fenotípicas nos diferentes grupos humanos são devido a uma adaptação ao meio, sendo fruto da seleção natural, o que não modificou o genoma dos grupos de modo a criar uma subespécie. Apesar de, ainda hoje, o ensino de conceitos relacionados a evolução biológica ser visto como polêmico, é também

uma oportunidade valiosa para o aluno adquirir as primeiras noções sobre este tema oriundas da ciências humanas.

### **2.1.3 Dimensão social-cognitiva**

#### **2.1.3.1 Dificuldades na aprendizagem de evolução biológica**

A Biologia Evolutiva é o estudo da história da vida e dos processos que levam à sua diversidade. Baseada nos princípios da adaptação, no acaso e na história, a Biologia Evolutiva procura explicar todas as características dos organismos, ocupando por isso uma posição central dentro das ciências biológicas. (FUTUYMA, 2002, p. 5)

Com a Biologia Evolutiva, o mundo ganhou uma nova maneira de ser analisado que não tinha seu alicerce sobre ideias fixistas e mecânicas, permitindo o entendimento de que a mudança é uma constante no mundo, não só em termos sociais, mas também no biológico. No entanto, resultados da literatura indicam que a especificidade da construção de conhecimento em Biologia Evolutiva, enquanto ciência, pode acarretar dificuldades de natureza epistemológica na aprendizagem dos conteúdos escolares relativos a esta ciência, uma vez que os alunos trazem conhecimentos empíricos e concepções de ciência com base na experimentação e na predição de resultados (AZEVEDO; MOTOKANE, 2013; VALLE; MOTOKANE, 2016). Isso pode dificultar a aprendizagem de conceitos de Biologia de natureza histórica, tais como evolução biológica, que tem como metodologia científica o uso de narrativas históricas para fornecer explicações coerentes em argumentos científicos com base em observações e comparações entre características de seres vivos.

A importância de como o tema evolução biológica é abordado pelo professor aparece em vários trabalhos da literatura, sendo que transposições didáticas mal sucedidas podem reforçar concepções inadequadas sobre evolução biológica. Concepções errôneas típicas do conceito darwinista de adaptação por seleção natural e do conceito de evolução biológica são compreensões equivocadas que podem ocorrer devido a apropriação semântica (significados) que palavras como “evolução” ou “adaptação” possuem fora do contexto evolucionista, mas que, de alguma forma, são utilizados para explicar eventos no contexto desta teoria, tornando-se obstáculos à construção adequada destes conceitos à luz da Biologia Evolutiva (SEPULVEDA; EL-HANI, 2014). Exemplos de apropriação semântica equivocada do conceito de evolução biológica é dar a entender, ou mesmo ressaltar, que o processo de evolução biológica tem como produto o progresso, que é sempre linear (SANTOS; CALOR, 2007); ou ainda, apresentar o conteúdo de evolução biológica com caráter finalista ou

teleológico (SILVA *et al.*, 2009). Com relação a apropriação semântica do conceito darwinista de adaptação como um evento que leve a evolução biológica, pode aparecer a concepção equivocada de adaptação como um evento que serve para garantir a funcionalidade de um órgão, respondendo, na maioria das vezes, a uma necessidade do meio onde se vive. A compreensão adequada do conceito de adaptação, por exemplo, permite “a construção de uma compreensão do conceito darwinista de adaptação que não incorra numa perspectiva adaptacionista ingênua” (SEPULVEDA; EL-HANI, 2007, p. 10).

Outras dificuldades para a aprendizagem de evolução biológica são devidas a pontos complexos dentro da teoria, como ressaltado por Carneiro (2004 *apud* OLIVEIRA, 2015), que revelam no aluno falta de noção de tempo geológico, dificuldade de abstrair ideias, dificuldade de compreender a passagem do tempo, e dificuldade em observar a seleção natural.

### **2.1.3.2 Formação de conceitos segundo o pensamento de Vigotsky**

Processos de aprendizagem não são diretamente observáveis e, de um ponto de vista do pensamento de Vigotsky, estes processos podem ser influenciados por elementos e relações socioculturais estabelecidas com o meio que envolve o sujeito (VIGOTSKY, 1991; VYGOTSKY, 2001). Assim, o meio a que ficamos expostos e as relações interpessoais estabelecidas podem influenciar processos cognitivos intrapessoais relacionados a processos mentais de aprendizagem, tais como expectativa, atenção, percepção e memória.

Lev Vigotsky (2001) postula que o funcionamento das funções mentais no ser humano é resultado da combinação de quatro fatores ou quatro planos genéticos: a filogênese, a ontogênese, a sociogênese e a microgênese:

- a filogênese, que se refere a história do desenvolvimento da espécie humana, e é de natureza biológica;
- a ontogênese, que se refere a história do desenvolvimento de um indivíduo da espécie ao passar por vários percursos de desenvolvimento característicos da própria espécie, cujos limites e possibilidades são característicos ou determinados pela espécie, tendo, portanto, natureza biológica;
- a sociogênese, que diz respeito a história das formas de desenvolvimento cultural em que o sujeito está inserido que interferem no seu desenvolvimento mental, com limites e possibilidades determinados pela cultura a que o sujeito está inserido; e,

- a microgênese, que está relacionada a história de fenômenos mentais específicos do desenvolvimento do sujeito, característicos das experiências vivenciadas por este sujeito, e portanto, que estabelece possibilidades para trabalhar diferenças entre um sujeito e outro.

A postulação dos planos genéticos, principalmente da sociogênese e da microgênese, permitiram a Vigotsky conceber que a construção de um conceito tem suas bases no contexto social e se caracteriza por ter seu desenvolvimento interpsicológico, ou seja, acontece em meio a relações entre as pessoas e que, por meio da internalização dos significados construídos culturalmente e disseminados socialmente, se tornam intrapsicológicos. Assume-se, com essa concepção, que os significados produzidos pela/na cultura são gerados fora do indivíduo que, por sua vez, os internaliza por processos mentais, ou seja, o indivíduo passa a ter consciência de sua existência, e os torna parte de si.

Ponto interessante na visão de desenvolvimento trazida por Vygotsky (2001) é a chamada tomada de consciência, que segundo seus escritos só é conquistada com o ingresso do indivíduo na vida escolar. Ele salienta que “a instrução escolar induz o tipo de percepção generalizante, desempenhando assim um papel decisivo na conscientização do processo mental por parte da criança” (VYGOTSKY, 2001, p. 214). É a partir da tomada de consciência que uma generalização acontece, ou seja, a formação de um conceito. A formação de um conceito permite a existência de conceitos subordinados e, com isto, uma hierarquização entre eles.

Se a consciência significa generalização, a generalização significa, por seu turno, a formação de um conceito de grau superior que inclui o conceito dado como seu particular. Um conceito de grau superior implica a existência de uma série de conceitos subordinados e pressupõe também uma hierarquia de conceitos com diversos tipos de generalidade. (VYGOTSKY, 2001, p. 216)

Segundo Vigotsky (2001), conceitos são funções psíquicas elevadas que precisam de mediação de símbolos (geralmente palavras) para serem internalizados, porém ele descreve que conceitos verdadeiros passam a se formar após a adolescência. Então, até este período, os indivíduos operam com estruturas cognitivas que se assemelham a conceitos, mas não possuem as mesmas características. Vigotsky (2001) menciona três fases de formação dessa estrutura cognitiva conceitual: formação de motes, pensamento por complexos e elevado nível de abstração.

Assumindo que, nesta dissertação, o público-alvo está situado na faixa etária que compreende a pré-adolescência, é de interesse desta pesquisa compreender, principalmente, a

fase do pensamento por complexos que culmina na formação de pseudoconceitos. Do ponto de vista do pensamento de Vigotsky (2001), até a adolescência os pseudoconceitos são as estruturas cognitivas que permitem aos alunos compreender e utilizar de forma coerente tudo que os cerca.

Para Vigotsky (2001) o pensamento por complexos é um grupamento concreto de objetos ligados por conexões efetivas. No pensamento por complexos acontece uma organização na mente das crianças a partir de impressões subjetivas (que algumas vezes podem fazer sentido apenas para a criança que as está elaborando) ou por relações e impressões que são reais e, por assim dizer, são percebidos de forma muito semelhante por outras pessoas. Dentre as características de um pensamento por complexos, destacam-se o fato deles lidarem com o que é concreto, deixando em segunda instância a abstração e a lógica. O pensamento por complexos pode possuir diversos tipos de ligações que podem unir diversos elementos. O pensamento por complexos se diferencia dos conceito genuínos à medida que “os conceitos agrupam os objetos em função de um atributo, as ligações que unem os elementos de um complexo com o todo e entre si podem ser tão diversas quanto os contatos e as relações existentes na realidade entre os elementos” (VIGOTSKY, 2001, p. 150). É válido salientar que “nos complexos a organização hierárquica está ausente: todos os atributos são funcionalmente equivalentes” (*id., ibid.*, p. 155).

Vigotsky lista a existência de cinco tipos fundamentais de complexos, de acordo com o modo que os agrupamentos de complexos são ligados entre si: o complexo associativo, o conjunto complexo, o complexo em cadeia, o complexo difuso e o pseudoconceito:

- a) O complexo associativo é baseado em qualquer conexão entre objetos de grupos distintos, “o complexo associativo fundamentam-se nas semelhanças existentes ou outras ligações necessárias entre as coisas” (*id., ibid.*, p. 154). As conexões que se formam em um complexo associativo são extremamente flutuantes e os elos que podem vir a ligar objetos distintos podem não ter nenhuma lógica;
- b) O conjunto complexo “baseia-se nas relações entre os objetos, observadas através da experiência prática” (*id., ibid.*, p. 154). Apesar do critério de agrupamento ainda flutuar de forma intensa, a relação e a conexão entre os objetos selecionados ficam um pouco mais evidentes;
- c) No complexo em cadeia, as escolhas realizadas para agrupar objetos possuem uma conexão que é transmitida de uma escolha para outra, embora a conexão entre as escolhas não sejam coerentes. Os elementos se relacionam de forma isolada, onde uma escolha dispara o gatilho para que outra escolha aconteça. O complexo em

cadeia “é uma adjunção dinâmica e sequencial de ligações isoladas numa única, sendo o significado transmitido de um elo para o outro” (VIGOTSKY, 2001, p. 154);

- d) O complexo difuso se caracteriza pela existência de uma semelhança no agrupamento de objetos. Essa semelhança poderá ser tão elástica quanto o responsável pelas escolhas considerar necessário. “O complexo difuso é marcado pela fluidez do próprio atributo que une os seus elementos individuais. Formam-se grupos de objetos ou imagens percentualmente concretos por meio de ligações difusas ou indeterminadas” (*id., ibid.*, p. 157);
- e) Após a fase do complexo difuso se estabelecer, tem início o estágio que precede a formação de conceitos potenciais e genuínos, e se apresenta como um elo entre o pensamento por complexos e a formação de conceitos genuínos ou verdadeiros, que é a fase dos pseudoconceitos. Apesar da formação de pseudoconceitos permitir que as crianças possam agir no mundo de maneira semelhante a um adulto (no que diz respeito a compreensão e aprendizagem, por exemplo), os pseudoconceitos não podem ser considerados conceitos verdadeiros porque sua estrutura psicológica é orientada por aquilo que é concreto e visível, ou seja, as conexões que se formam em um pseudoconceito dependem, em algum grau, de experiências sensoriais. Sobre a importância da formação de pseudoconceitos, (*id., ibid.*, p. 164) salienta que “se não existissem os pseudoconceitos, os complexos da criança seguiriam uma evolução diferente dos conceitos dos adultos e a comunicação verbal entre crianças e adultos não seria possível”. Sendo assim, esta última fase do pensamento por complexos “assegura a compreensão entre crianças e adultos” (*id., ibid.*, p. 165). A fase do pensamento por complexos “dá início à unificação das impressões dispersas; ao organizar elementos discretos da experiência em grupos, cria uma base para futuras generalizações” (*id., ibid.*, p. 180). Mas apenas o fato de generalizações serem possíveis, de alguma forma, não é suficiente para que ocorra a formação de conceitos.

Os conceitos genuínos ou verdadeiros são caracterizados por abstrações, isolamentos, sínteses e análises de situações que, através de símbolos são internalizadas. A concepção de um conceito passa pela capacidade de agrupar objetos usando uma única conexão que não flutua, esta fase da formação de conceitos é chamada de conceitos potenciais que são produto de isolamentos primitivos.

Após a fase de formação de conceitos por complexos, vem a fase de conceitos potenciais e, posteriormente, a fase de conceitos genuínos ou verdadeiros.

Nos conceitos potenciais, o critério para agrupamento de objetos não são voláteis, pelo contrário, permanecem constantes. Quando o critério para o agrupamento já está abstraído, ocorre a construção de conceitos genuínos que são gerados a partir de abstração e pelo desenvolvimento do pensamento por complexos.

Um conceito é considerado genuíno ou verdadeiro quando o critério abstraído pode ser sintetizado e novamente abstraído, se tornando esta abstração um instrumento do pensamento.

De forma geral, Vigotsky (2001) em seus escritos, considera dois tipos de conceitos: os conceitos espontâneos, também chamados de naturais, e conceitos não espontâneos ou conceitos científicos. Em seus estudos percebeu a distinção da gênese de conceitos naturais e científicos. Ele faz algumas considerações sobre os dois tipos de conceitos:

- a) Os conceitos espontâneos e os conceitos científicos tem origens distintas. Conceitos espontâneos tem sua gênese na vida cotidiana, se desenvolvem a partir de experiências concretas, como, por exemplo, a resolução de problemas, o que permite que possam ser experimentados. Os conceitos científicos, por sua vez, se formam a partir do ingresso na vida escolar e, de maneira geral, primeiro são compreendidos para que mais tarde sejam experimentados ou não (VIGOTSKY, 2001);
- b) Os dois tipos de conceitos também possuem distinções em seu desenvolvimento e funcionamento. Conceitos espontâneos são considerados de desenvolvimento ascendente, do concreto para o abstrato, enquanto conceitos científicos se desenvolvem de forma descendente, do abstrato para o concreto. “Dir-se-ia que o desenvolvimento dos conceitos espontâneos da criança se processa de baixo para cima e que o desenvolvimento dos conceitos científicos segue uma trajetória descendente, em direção a um nível mais elementar e concreto” (*id., ibid.*, p. 251).
- c) A forma como um desses conceitos se desenvolve e funciona exerce influência no desenvolvimento e funcionamento do outro. “Ao forçarem lentamente o seu caminho ascendente, os conceitos cotidianos abrem caminho para os conceitos científicos e o seu desenvolvimento descendente” (*id., ibid.*, p. 252). “Os conceitos científicos, por seu turno, fornecem estruturas para o desenvolvimento ascendente dos conceitos espontâneos” (*id., ibid.*, p. 253).

A relação entre a “instrução escolar” (*id., ibid.*, p. 217) e o desenvolvimento do indivíduo possui três visões distintas, além das considerações propostas por ele:

- a primeira visão tem como principal representante Jean Piaget que compreende desenvolvimento e aprendizagem como processos distintos, sendo que o desenvolvimento é como maturação cognitiva e aprendizagem é “considerado um processo puramente externo que não está envolvido ativamente no desenvolvimento” (VIGOTSKY, 2001, p. 53). Neste caso o desenvolvimento e, portanto a maturação, são pré-requisitos para a aprendizagem, mas não são resultado dela. O desenvolvimento está sempre à frente da aprendizagem.
- a segunda visão tem como defensores Willian James e Thorndike, e considera que desenvolvimento e aprendizado expressam o mesmo significado e se desenvolvem de forma paralela. Neste posicionamento, desenvolvimento é visto como “o domínio dos reflexos condicionados” e aprendizagem é “formação de hábito e substituição de respostas inatas” (*id., ibid.*, p. 54);
- a terceira linha de pensamento declara que aprendizado e desenvolvimento são processos distintos, mas que se relacionam e se influenciam mutuamente. Dentro deste posicionamento desenvolvimento é um processo que depende da maturação cognitiva e o aprendizado, por sua vez “é um processo de desenvolvimento” (*id., ibid.*, p. 54), sendo assim aprendizagem e desenvolvimento não coincidem e a aprendizagem impulsiona o desenvolvimento.

Contraopondo essas três visões, Vigotsky (2001) faz importantes considerações sobre a relação entre aprendizado e desenvolvimento:

- a) o aprendizado não ocorre pela utilização direta dos arcabouços mentais arquitetados pelo desenvolvimento do pensamento; “o desenvolvimento dos alicerces psicológicos do pensamento necessários para a aprendizagem das matérias de base não precede seu ensino, mas desabrocha numa contínua interação com os contributos do ensino” (*id., ibid.*, p. 235).
- b) Vigotsky faz uma consideração importante sobre a linha de tempo da relação entre desenvolvimento e aprendizagem afirmando que desenvolvimento e aprendizagem não progredem de forma paralela, mas que em dada circunstância o indivíduo aprende, toma consciência deste aprendizado e deste momento em diante passa a utilizá-lo fazendo com que seu desenvolvimento do pensamento superior ocorra. Confirma, então, que “a curva de desenvolvimento do pensamento superior não coincide com a curva do desenvolvimento escolar; o ensino precede em muito o desenvolvimento” (*id., ibid.*, p. 237).

- c) o aprendizado de instruções escolares não modifica as funções psicológicas elementares ou superiores, mas as estimula. De forma semelhante, o aprendizado de distintas instruções escolares facilita o aprendizado de novas instruções escolares. Então, “as matérias escolares fundamentais atuam como uma disciplina formal, facilitando cada uma delas a aprendizagem das outras; as funções psicológicas por elas estimuladas desenvolvem-se num único processo complexo” (VYGOTSKY, 2001, p. 239).
- d) Durante muito tempo, o nível de desenvolvimento mental de um indivíduo era medido através de problemas que poderiam resolver, e era presumido que “a quantidade de problemas que fosse capaz de resolver sozinho indicaria o nível de seu desenvolvimento mental nesse momento particular” (*id., ibid.*, p. 239). Durante seus estudos, Vigotsky percebeu que certos indivíduos conseguiam ir além dos problemas propostos para seu nível de desenvolvimento mental, com auxílio de indivíduos mais capazes, com isto foi percebido uma zona de desenvolvimento proximal que é “a distância entre o nível de desenvolvimento real, que se costuma determinar através da solução independente de problemas, e o nível de desenvolvimento potencial, determinado através da solução de problemas sob a orientação” (*id., ibid.*, p. 58). Então, para que a aprendizagem escolar seja bem sucedida, ela deve estar além da zona de desenvolvimento real do indivíduo, desta forma, para Vygotsky (2001, p. 242) “o único tipo correto de pedagogia é aquele que segue em avanço relativamente ao desenvolvimento e o guia; devem ter por objetivo não as funções maduras, mas as funções em vias de maturação”.

### **2.1.3.3 Simulações de processos biológicos por meio de jogos**

O uso de simulações de processos e mecanismos biológicos por meio de jogos é importante no ensino de ciências e especificamente, no ensino de evolução biológica, pois, oportuniza aos alunos protagonizar, de maneira simulada, eventos que tomariam tempo considerável para terem seus efeitos percebidos na natureza, por exemplo, a seleção natural. No caso da seleção natural, os efeitos que se espera simular são extinções, modificações e permanência no meio ambiente dos indivíduos que apresentaram melhores condições de sobrevivência em condições ambientais que, com o passar dos anos, se tornam ou podem vir a se tornar hostis para algumas espécies e favorecer outras.

Desta forma, a simulação por meio de jogos pode ser considerada uma estratégia que interfere de maneira positiva na mobilização e motivação do aluno. A literatura tem indicado que estratégias como a utilização de jogos “podem favorecer o alcance de diversos objetivos pedagógicos, relacionados a cognição, afeição, socialização, motivação e criatividade” (REIS *et al.*, 2013, p.3). Outro ponto interessante e importante sobre o uso de jogos e simulações em sala de aula é a descentralização do papel do professor no processo de ensino-aprendizagem abrindo espaço para o aluno atuar como protagonista de sua aprendizagem. Sobre isso, El-Hani expõe que “a escola tende a ser magistrocêntrica: o professor costuma estar no centro do processo de ensino, deixando pouco espaço para a atividade do estudante” e que “a prevalência de dificuldades de aprendizagem e concepções equivocadas mostra a pertinência de se explorar novas maneiras de ensinar evolução” (EL-HANI, 2017).

## 2.2 Estudos relacionados

Nos parágrafos que seguem são apontados os trabalhos que se relacionam de forma direta ou indireta com a abordagem metodológica desta dissertação e com os princípios que adotamos para nortear a intervenção do qual depende esta pesquisa. Sendo assim, os trabalhos aqui mencionados são exemplos de aplicações sistematizadas dos meios que constroem este estudo e oferecem um embasamento teórico-metodológico para o mesmo. Os trabalhos aqui apresentados podem ser classificados em: os que tratam da metodologia de pesquisa; e, os que se referem aos princípios que orientam a pesquisa e a intervenção didática.

Quanto ao uso da metodologia de pesquisa baseada em *design* (*Design-based research*), Rios *et al.* (2015) apresentam o processo de construção de uma sequência didática para o ensino de mecanismos de transmissão de caracteres hereditários monogênicos autossômicos utilizando a referida metodologia, em que a sequência construída é entendida como um protótipo que, ao ser posto em prática, testou os princípios de *design* que nortearam as ações da sequência. Ao término da prototipagem, os princípios que encaminhavam a intervenção foram validados, mas não foi descartada a necessidade de ajustes para um novo ciclo de ações que venha a utilizar os mesmos princípios e a mesma intervenção. O trabalho de Rios *et al.* (2015) se relaciona com esta dissertação por se basear em princípios de *design* que norteariam o projeto da intervenção, mas a proposta de intervenção destes autores foi exposto a apenas um ciclo de aplicação, enquanto o processo de prototipagem nesta dissertação passa pela avaliação de professores de ciências do Ensino Fundamental (primeiro ciclo) e, após, por alunos do Ensino Fundamental (segundo ciclo). Sarmiento *et al.* (2013)

relatam ganho de aprendizagem ao utilizar uma sequência didática utilizando a metodologia *design-based research* para o ensino sobre metabolismo energético. Um dos princípios de *design* utilizado por Sarmiento *et al.* (2013) é o uso de textos de divulgação científica para contextualizar o tema da proposta de intervenção didática construída. O uso deste princípio de *design* (uso de textos de divulgação científica) se assemelha ao uso de narrativas e textos históricos e da argumentação que pretende nesta dissertação, que além de buscar contextualizar o conteúdo a ser desenvolvido também deseja aproximar os alunos de uma das formas de como a ciência se constitui.

A visão de desenvolvimento e aprendizagem que esta dissertação assume se alinha a perspectiva do pensamento de Vigotsky. Moura *et al.* (2016) descrevem as contribuições trazidas por Vigotsky para a compreensão sobre o desenvolvimento humano dentro dos planos genéticos, mostrando que dentro da perspectiva dos estudos realizados por Vigotsky e seus colaboradores o desenvolvimento cognitivo humano não depende apenas de atribuições biológicas, mas também sofre interferência do meio sociocultural a que cada indivíduo tem acesso, embora não seja modelada apenas por ele. Andrade e Smolka (2012) através de uma revisão bibliográfica buscaram compreender o desenvolvimento humano a luz da teoria de Vigotsky e salientaram que o indivíduo se desenvolve de maneira global, tendo como base as compensações feitas por indivíduos com algum grau de deficiência para seu desenvolvimento e aprendizagem. Sepúlveda *et al.* (2009) analisaram uma sequência didática sobre o ensino de evolução utilizando a perspectiva sócio histórica de Vigotsky. Desse trabalho resultaram algumas orientações para aperfeiçoar o ensino de evolução biológica, principalmente no que diz respeito a formação de perfis conceituais para o conceito de adaptação que, segundo literatura estudada, é importante para a compreensão do conceito de seleção natural.

No blog Darwinianas encontra-se o artigo *Simulando a seleção natural na sala de aula* em que El-Hani (2017) relata o uso de uma simulação computacional e um jogo simulado em que acontece a simulação de seleção natural; as duas situações foram postas à prova com alunos do Ensino Superior. Apesar do autor não relatar diferença de ganho de aprendizagem quando se usou a simulação computacional e o jogo que se efetiva por meio de simulação, relata a importância valiosa das duas propostas de simulação. É em função da importância que o autor delega às simulações que se pretende utilizá-la, de uma forma adaptada, em uma sequência didática no Ensino Fundamental. Machado *et al.* (2013) descrevem a utilização do jogo dos Clipsitacédeos, um jogo simulado, como uma estratégia de aprendizagem de conceitos importantes para a compreensão da evolução biológica. O jogo foi incorporado na sequência didática de turmas de Ensino Médio e o desempenho destas turmas

foi comparado com o ganho de aprendizagem de turmas em que o jogo não foi utilizado. Apesar da diferença de metodologia utilizada entre as aulas das duas turmas, não se constatou diferenças relevantes na aprendizagem. Mori *et al.* (2006) apresentam e caracterizam um outro jogo que envolve uma simulação. Os autores indicam o uso deste jogo para reforçar o conceito de seleção natural, ou mesmo sensibilizar e motivar o aluno para o aprendizado que se seguirá. O artigo não indica em que nível de ensino o jogo deve ser utilizado.

Sobre o uso de história e filosofia da ciência, Ortiz e Silva (2016) investigaram uma proposta de ensino em que buscavam contextualizar a descoberta da estrutura do DNA incluindo o episódio ocorrido com Rosalind Franklin, em contraste com uma maneira mais tradicional de tratar o mesmo conteúdo. O estudo revelou que, apesar das dificuldades de incluir a história e filosofia da ciência na proposta de ensino, esta prática deve ser encorajada. Raicik e Peduzzi (2016) analisam como esta estratégia de contextualização e ensino é tratada nos livros didáticos, especificamente a questão das descobertas científicas a qual os autores consideraram ser abordada de maneira inadequada, mas não deixam de salientar que ao fazer uso de tal estratégia entram em consonância com os documentos oficiais que recomendam a contextualização histórica e social de fatos científicos.

Outra estratégia que visa ampliar e incluir os alunos no contexto de como a ciência é produzida é o uso da argumentação, considerada uma forma de produzir e difundir conhecimentos científicos. Para tanto, Silva e Silva (2016) relatam uma experiência para desenvolver pensamentos de alta ordem, como a argumentação, utilizando o modelo de argumentação de Toulmin, para que os alunos aprendessem a criar argumentos a partir de textos e materiais previamente selecionados pelo professor. Como resultado, o trabalho demonstrou que para se ter melhor compreensão sobre argumentação, bem como melhores argumentos, é necessária certa constância com esta estratégia de trabalho.

Em termos de temas transversais ao ensino de temas de Biologia, Verrangia (2016), durante formação continuada, questionou os professores de que forma a ciência poderia contribuir no combate ao racismo e que práticas tinham ou recomendariam para evitar este tipo de comportamento. O estudo aponta a necessidade de que os professores tenham consciência de que são agentes importantes para uma educação científica étnico-racial. Assim, o estudo se relaciona com o projeto ao apontar a importância da participação dos professores no ensino de ciências que vise uma educação étnico-racial, com foco na criação e avaliação deste tipo de prática. Souza e Ayres (2016) tiveram como objetivo de um trabalho conhecer de que forma os professores de ciências e Biologia do estado do Rio de Janeiro, em escolas públicas e particulares, tratavam as diferenças em suas aulas e com isto, de maneira indireta,

as relações étnico-raciais. De forma geral, o trabalho revelou que os professores não costumam trabalhar temáticas étnico-raciais nas aulas de ciências, e que a grande maioria dos professores não identificava questões de racismo dentro da ciência, nas suas aulas e nas escolas onde atuam, mas mesmo assim listaram conteúdos dentro do componente curricular Ciências que acreditavam serem adequados para discutir questões étnico-raciais, entre eles genética e evolução. Verrangia e Silva (2010) escreveram um trabalho que tinha por objetivo articular ensino de ciências, cidadania e relações étnico-raciais. O trabalho gerou seus dados a partir de pesquisa bibliográfica, momentos de discussões e debates durante formação continuada de professores e almejou contribuir para o debate do ensino de ciências como um construto social que tem, como um dos seus objetivos, dar condições para a formação de cidadãos que contribuam para a construção de uma sociedade justa e igualitária no que tange a eliminação de desigualdades.

### 2.3 Princípios orientadores do *design* do protótipo de sequência didático-pedagógica

Neste estudo, para orientar a construção da intervenção para o ensino de evolução biológica com viés sobre raça, elegemos alguns princípios ou critérios que justificam as nossas escolhas em razão do tema de ensino e suas características epistemológicas, didático-pedagógicas e social-cognitivas. Princípios estruturantes de intervenções educacionais são princípios de *design* instrucional, que “são enunciados heurísticos construídos com a intenção de orientar o planejamento de intervenções educacionais ao dispor informações sobre características e atividades que as podem tornar efetivas e funcionais” (RIOS *et al.*, 2015, p. 03).

Os princípios que entendemos poder conduzir de forma efetiva e funcional o ensino de evolução biológica transversalizada por noções de raça, são:

- **1º princípio:** Com fundamento no pensamento histórico-cultural de Lev S. Vigotsky, compartilhamos da concepção de que a aula consiste de um ambiente social, que envolve processos colaborativos e cooperativos, e de que a aprendizagem se dá por meio da internalização de conhecimentos e experiências partilhadas neste meio. Assim, a intervenção didático-pedagógica que construímos teve como um de seus princípios uma **abordagem colaborativa e cooperativa** para o ensino e a aprendizagem;

- **2º princípio:** Acreditamos que ensinar conceitos de Biologia Evolutiva buscando aproximações aos métodos desta ciência é também uma forma de contribuir para o desenvolvimento do raciocínio hipotético e da argumentação. Entendemos que o **uso das narrativas históricas combinando o uso da argumentação como estratégia de ensino** é capaz de promover a compreensão do liame entre evidências (dados ou hipóteses) e conclusões por meio de raciocínios argumentativos. Assim, o uso de uma abordagem histórica, além de instrumento motivador, também poderá facilitar a aprendizagem das ideias sobre evolução biológica dentro do contexto histórico científico em que os fatos ocorreram, e, combinada a argumentação, poderá contribuir para desenvolver raciocínios hipotéticos, além de promover novas compreensões sobre ciência;
- **3º princípio:** Por compreender que o uso do raciocínio argumentativo faz parte da construção do trabalho científico da Biologia Evolutiva, a intervenção didático-pedagógica que pretendemos deve ter atividades que sejam **simulacros de processos biológicos**, colocando o aluno em situação simulada de protagonismo em um evento histórico que tenha contribuído para a construção de novas ideias;
- **4º princípio:** Por entender que o conceito biológico de raça tenha se esvaziado, mas ainda persistindo representações sobre “raça” em contextos socioculturais, o estudo de ideias da biologia evolutiva nos parece momento pedagógico importante para contribuir com a formação cidadã, além de momento adequado para se estudar conceitos que deixaram de ser relevantes cientificamente, como o conceito biológico de raça, enfatizando que a ciência é uma construção humana em constante progresso. Nesse sentido, a dissertação trata sobre o ensino de evolução biológica, também terá o **tema transversal “raça”**. (EL-HANI, 2017);
- **5º princípio:** Com interesse no processo de ensino-aprendizagem de conceitos científicos, a **aula expositiva-dialogada** é uma estratégia didática em que se espera que prevaleça o diálogo entre professor e aluno, o que deve tornar possível para o aluno expor seus conhecimentos prévios, questionar e ponderar sobre determinado assunto com o professor e, para o professor, comunicar os conhecimentos necessários para o desenvolvimento do aluno, contextualizando com seus conhecimentos dentro do objetivo de cada aula.

### 3 FASE DE PROTOTIPAGEM: PLANEJAMENTO DO PROTÓTIPO

#### 3.1 Descrição geral do protótipo de sequência didático-pedagógica

Esta seção relata o primeiro protótipo de uma sequência didático-pedagógica para o ensino de evolução biológica para o Ensino Fundamental, orientado pelos 5 princípios de *design* elaborados anteriormente que, resumidamente, são: 1º) uso de abordagem colaborativa e cooperativa; 2º) uso de narrativas históricas e argumentação; 3º) uso de simulacros de processos biológicos por meio de jogos; 4º) uso do tema transversal “raça”; 5º) uso de exposição dialogada.

A sequência didática idealizada compreende 8 atividades, totalizando 11 horas-aula, planejadas a partir de princípios orientadores, como mostra o Quadro 1.

Quadro 1 – Atividades, horas-aula e princípios orientadores da sequência didática.

(continua)

Atividade	Horas-aula	Principal Princípio(s) orientador(es)
Atividade 1: Vivendo num mundo fixo: retomada das teorias anteriores a Darwin (Fixismo/Criacionismo; Transmutacionismo de Lamarck)	1	Narrativas histórias e argumentação Exposição dialogada
Atividade 2: Será que o mundo foi sempre igual? Aprofundando a teoria de Lamarck	2	Tema transversal “raça” Exposição dialogada
Atividade 3: Um mundo que muda: ideias trazidas por Darwin e Wallace	1	Exposição dialogada
Atividade 4: Simulando a adaptação biológica influenciada pela seleção natural: o jogo da camuflagem	2	Colaboração e cooperação Exposição dialogada
Atividade 5: Do jogo para o papel: trabalhando conceitos de seleção natural e adaptação	1	Exposição dialogada

Quadro 1 – Atividades, horas-aula e princípios orientadores da sequência didática.

(conclusão)

Atividade 6: Simulando a adaptação biológica influenciada pela seleção natural: o jogo do bico eficiente	1	Colaboração e cooperação Exposição dialogada
Atividade 7: A biodiversidade humana e uma forma nada comum de observá-la	1	Tema transversal “raça” Exposição dialogada
Atividade 8: Por que somos diferentes? E o que a seleção natural tem a ver com isso?	2	Tema transversal “raça” Exposição dialogada

Fonte: Autora (2020).

Com base no 1º e 3º princípios, que se referem ao uso de abordagem colaborativa e cooperativa para o ensino e a aprendizagem, as atividades que são previstas para acontecer utilizando simulação de processos biológicos por meio de jogos utilizará a estratégia de equipes de trabalho. Isso se dará em duas atividades, Atividade 4 e Atividade 6, em que trabalharão com jogos. A concepção de equipe requer partilha de responsabilidades para a consecução de metas sendo, neste aspecto, diferente da concepção de trabalho em grupo. Além disso, em processos colaborativos se compartilham esforços e responsabilidades na realização de tarefas na expectativa de alcançar metas comuns a todos os envolvidos; neste sentido, a cooperação de cada um, de acordo com habilidades e competências individuais, é fundamental para se alcançar melhores resultados num trabalho em equipe.

O 2º princípio se refere ao uso de narrativas históricas e uso de argumentos, previsto nas Atividades 1 e 7.

O 4º princípio se refere a estudos sobre “raça”, planejados nas Atividades 2, 7 e 8.

O 5º princípio da aula expositiva-dialogada é recorrente e necessária em todas as atividades.

Basicamente todas as atividades requerem uso de tecnologias de informação e comunicação. Como forma de apresentar uma visão geral da sequência didática o Quadro 2 apresenta o tema, os conteúdos que se pretende ensinar, a duração estimada, os conteúdos necessários aos alunos para facilitar o aprendizado, e os objetivos de ensino e de aprendizagem.

Quadro 2 – Objetivos e duração prevista da implementação da sequência didática.

(continua)

Tema	Evolução biológica	
Conteúdos específicos	Seleção natural e adaptação	
Duração	11 horas-aula (50 min cada)	
Conteúdos pré-requisitos	Classificação e diversidade dos seres vivos; relações ecológicas (predação)	
Objetivos de ensino	Geral	Proporcionar um ambiente em que todos os envolvidos possam interagir entre si e socializar significados científicos sobre evolução biológica, além de refletir sobre questões em torno da tema que englobe “raça”.
	Específicos	<ul style="list-style-type: none"> <li>a) Apresentar a visão fixista do mundo a partir de textos históricos;</li> <li>b) O professor deverá expor de forma mais aprofundada os princípios trazidos por Lamarck sobre a diversificação das espécies;</li> <li>c) Utilizar um tema transversal para discutir sobre a importância da biodiversidade entre os seres;</li> <li>d) Proporcionar cenários que possibilitem vivenciar situações que ocorrem com as espécies na natureza quando a disponibilidade de alimento varia conforme as mudanças ambientais;</li> <li>e) Perceber a adaptação como um meio que delimita e norteia a ação da seleção natural;</li> <li>f) Compreender a ação da hereditariedade como único meio possível, dentro da teoria da evolução biológica, de transmissão de características físicas observáveis;</li> <li>g) Apontar a diversidade dentro da espécie humana;</li> <li>h) Perceber como a biodiversidade humana (quanto a sua apresentação física e cultural) foi tratada nos séculos passados;</li> </ul>

Quadro 2 – Objetivos e duração prevista da implementação da sequência didática.

(conclusão)

		i) Proporcionar momento de reflexão sobre questões que envolvem a biodiversidade humana percebidas, geralmente, como raça e racismo.
Objetivos de aprendizagem	Geral	Proporcionar a compreensão do processo de seleção natural como mecanismo responsável pela biodiversidade existente no planeta.
	Específicos	<p>a) Aprender a se desenvolver cognitivamente utilizando diferentes ferramentas de ensino, como leitura, compreensão e interpretação de textos, aulas expositivas dialogadas, conversas orientadas entre seus pares, utilização de recursos audiovisuais, jogos simulados, entre outras.</p> <p>b) Articular a linguagem e o pensamento a partir da fala socializada, compreensão e formulação de argumentos.</p> <p>c) Compreender a ciência como uma construção humana que necessita de sujeitos atuantes em sua produção, o que descarta a possibilidade de sua neutralidade.</p> <p>d) Posicionar-se de maneira ética e questionadora frente a situações que envolvam qualquer tipo de desumanidade.</p> <p>e) Desenvolver um pensamento generalizante estabelecendo uma forte relação entre o pensamento e a linguagem.</p>

Fonte: Autora (2020).

### 3.2 Planejamento das atividades

#### 3.2.1 Atividade 1: Vivendo num mundo fixo: retomada das teorias anteriores à Darwin e Wallace

Esta atividade está descrita no Quadro 3 que, de início, apresenta uma visão e imagem fixista do mundo e mostra como esta se modificou a partir da difusão dos estudos de Darwin e Wallace. Das estratégias utilizadas para a elaboração desta atividade, estão inclusas a

utilização da história e filosofia da ciência através de narrativas e textos históricos que apontem esses fatos científicos e o emprego da argumentação.

A avaliação acontecerá por meio da análise de questões que serão entregues em duas fichas (Apêndice A) para conhecer: a visão dos alunos sobre a formação da biodiversidade do planeta antes da exposição do assunto; se tinham algum conhecimento sobre a formação científica da biodiversidade; e, para conhecer que argumentos os alunos utilizariam para tornar a ideia de fixismo aceitável.

Quadro 3 – Planejamento didático para a Atividade 1.

(continua)

Atividade 1: Vivendo num mundo fixo: retomada das teorias anteriores a Darwin e Wallace (Aula 1)	
Duração	1 hora-aula (50 min)
Objetivos de ensino	- Apresentar a visão fixista do mundo a partir de textos históricos.
Estratégias	- Exposição dialogada, seguida de conversa orientada; - Uso de história e filosofia da ciência; - Uso de argumentação. - Uso de tecnologias de informação e comunicação (slides, projetor multimídia).
Recursos	- Textos históricos; - <i>Slides</i> com as ideias gerais sobre o assunto; - Projetor multimídia e quadro branco; - Fichas impressas com questionamentos para análise e avaliação.
Objetivos de aprendizagem	- Conhecer como a forma fixista de compreender a biodiversidade começou a ser transformada, bem como alguns dos sujeitos ativos neste processo e seus argumentos para sustentar uma nova visão; - Conhecer a visão de mundo sobre a biodiversidade antes da teoria da Evolução descrita por Darwin e Wallace.
Dinâmica	- Descrição geral: Apresentação da visão que se tinha sobre a diversidade dos seres vivos, antes de se conhecer a teoria de evolução dos seres vivos. Esta apresentação poderá ser feita a partir da narrativa e/ou leitura de textos históricos que ilustrem essa visão.

Quadro 3 – Planejamento didático para a Atividade 1.

(conclusão)

	<p>- Ações previstas:</p> <p>Dar início a conversa orientada sobre o seguinte questionamento:</p> <p>1) Como você acredita que surgiram as diferentes espécies que povoam o planeta Terra?</p> <p>Expor e dialogar com alunos, sobre a perspectiva de um mundo relativamente novo e sem mudanças passadas ou futuras. Apontar novas possibilidades de perceber o mundo e sua biodiversidade. Em uma nova rodada de conversa, verificar os pontos conhecidos e desconhecidos pelos alunos sobre a exposição realizada pela professora, fazendo o seguinte questionamento:</p> <p>2) Você pensava que as diferentes espécies existentes no planeta Terra surgiram como exposto pela professora?</p> <p>A professora solicita que os alunos respondam a questão:</p> <p>3) Como um cientista fixista argumentaria sobre sua visão de mundo?</p> <p>Após este momento a aula se encerra.</p>
Instrumentos de avaliação	<p>- Ao iniciar a aula, será solicitado que o aluno responda a questão 1 na Ficha 1 (Apêndice A); após, as fichas serão recolhidas pela professora;</p> <p>- Ao final da aula, será solicitado que os alunos respondam às questões 2 e 3 na Ficha 2 (Apêndice A); essas fichas serão recolhidas ao término da aula.</p>

Fonte: Autora (2020).

### 3.2.2 Atividade 2: Será que o mundo foi sempre igual? Aprofundando a teoria de Lamarck

A primeira vez que a questão transversal, raça e racismo, aparece na proposta é na Atividade 2, apresentada no Quadro 4. Como forma de expor o tema transversal, será utilizado um curta-metragem de animação denominado *Menina Bonita do Laço de Fita*, com cerca de 7 min de duração, adaptado da obra homônima de Ana Maria Machado (2011). O roteiro de animação adaptado do livro tem licença padrão YouTube (MENINA, 2014).

O livro de Ana Maria Machado *Menina Bonita do Laço de Fita*, com ilustrações de Claudius, recebeu vários prêmios de literatura infantil justamente por tratar de duas temáticas importantes já na época em que foi lançado, no ano de 1986: a diferença entre os seres como

algo positivo e a construção de uma visão positiva da figura do negro, principalmente dentro da literatura. Segundo França (2008), a literatura infanto-juvenil escrita entre 1950 e 1975 não prestou grandes serviços para desconstruir estereótipos sobre negros e índios, mas sim, reforçou a compreensão de que na sociedade existiam (existem) certos indivíduos que deviam ser considerados como modelos por serem neutros e normais; estes indivíduos possuíam (possuem) como característica terem a pele de cor branca.

O curta-metragem animado *Menina Bonita do Laço de Fita* dá vida à obra de Ana Maria Machado e, de maneira geral, traz toda a discussão e problematização apresentada no livro. Ressalvamos, no entanto, que no texto escrito de Ana Maria Machado há uma passagem que faz menção ao nome do livro, e que não é contemplada no curta-metragem: no livro se pode ler “Ainda por cima, a mãe gostava de fazer trancinhas no cabelo dela e enfeitar com um laço de fita colorida” (MACHADO, 2011, p. 4). Contudo, a beleza e inteligência atribuídas à menina, em análise realizada por França (2008), na nossa visão, são mantidas.

No que tange o ensino de ciências, especificamente, o ensino de evolução biológica, o livro e o curta-metragem, no que dizem respeito às ações realizadas pelo coelho, podem ser analisadas sob a perspectiva de não-fixismo de mundo e formação da biodiversidade trazida por Lamarck, como a ideia de uso e desuso e transmissão de caracteres adquiridos. A utilização do curta-metragem traz a possibilidade de levantar questões que podem servir para avaliar a aprendizagem dos alunos sobre as ideias colocadas por Lamarck e inferir como os alunos percebem as relações étnico-raciais (Apêndice B).

#### Quadro 4 – Planejamento didático para a Atividade 2.

(continua)

Atividade 2: Será que o mundo foi sempre igual? Aprofundando a teoria de Lamarck (Aulas 2 e 3)	
Duração	2 horas-aula (100 min)
Objetivos de ensino	- O professor deverá expor de forma mais aprofundada os princípios trazidos por Lamarck sobre a diversificação das espécies; - Utilizar um tema transversal para discutir sobre a importância da biodiversidade entre os seres.
Estratégias	- Exposição dialogada, seguida de conversa orientada; - Uso de tecnologias de informação e comunicação (filme de animação, slides, projetor multimídia).

Quadro 4 – Planejamento didático para a Atividade 2.

(continuação)

Recursos	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Texto de apoio;</li> <li>- <i>Slides</i> com as ideias gerais sobre o tema;</li> <li>- Projetor multimídia e quadro branco;</li> <li>- Uso de uma adaptação animada na forma de filme de curta-metragem do texto literário “Menina bonita do laço de fita”, de Ana Maria Machado com ilustrações de Claudius. Disponível em: &lt; <a href="https://www.youtube.com/watch?v=UHR8SXhQv6s">https://www.youtube.com/watch?v=UHR8SXhQv6s</a> &gt;. Acesso em: 13 mai. 2018.</li> <li>- Fichas impressas com o questionamento para avaliação.</li> </ul>
Objetivos de aprendizagem	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Conhecer e identificar os princípios trazidos pela visão de biodiversidade proposta por Lamarck;</li> <li>- Perceber a importância da valorização de cada ser, com suas diferenças não sendo consideradas como estigma.</li> </ul>
Dinâmica	<p>- Descrição geral:</p> <p>Apresentação dos estudos de Lamarck sobre a origem da diversidade dos seres vivos, bem como suas premissas. É importante ressaltar quais dessas ideias foram bem fundamentadas e utilizadas por outros pesquisadores, tal como Darwin, para embasar novos estudos, e quais foram superadas. Esta apresentação pode ocorrer de forma expositiva-dialogada. Aproveitando outras possibilidades de discussão de aplicação dos princípios de Lamarck, será utilizado um curta-metragem animado, adaptado do livro “A menina bonita do laço de fita” escrito por Ana Maria Machado, para explorar o tema transversal “raça”.</p> <p>- Ações previstas:</p> <p>Iniciar diálogo com os alunos através do questionamento:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Se o mundo e as espécies que existem nele não foram sempre da mesma maneira, como ele se modificou?</li> </ol> <p>Partindo de algumas respostas, ou da falta delas, dar início a exposição buscando mostrar o início de uma mudança do pensamento fixista através dos estudos de Lamarck. É relevante também levantar pontos nos quais as ideias deste cientista foram assertivas e onde se mostraram equivocadas, e</p>

Quadro 4 – Planejamento didático para a Atividade 2.

(continuação)

	<p>por quê. Entregar aos alunos um texto de apoio que contenha conceitos e informações importantes sobre os estudos desenvolvidos por Lamarck.</p> <p>Como uma forma de sintetizar e sistematizar o que foi estudado, listar no quadro branco, a partir do que for sendo apontado pelos alunos, as contribuições dadas por Lamarck para que a visão sobre como a biodiversidade se constituiu fosse transformada. Após esse momento, os alunos assistirão ao filme de animação de curta-metragem. Antes de assistirem ao curta, eles serão alertados que deverão responder alguns questionamentos ao término da sessão. Logo após os alunos assistirem ao curta-metragem, e antes de responderem aos questionamentos a professora deve questionar os alunos se estes já conheciam o curta-metragem, ou mesmo, se já haviam ouvido a história, ou lido o livro do qual o curta-metragem se baseou e, se a história já havia sido apresentada em outro contexto que não em aulas de ciências.</p>
Instrumentos de avaliação	<p>- Antes de dar início a apresentação a animação de curta-metragem será solicitado ao aluno que responda a questão 1) na Ficha 1 (Apêndice B); após, a professora recolherá as fichas contendo as respostas dos alunos a essa questão;</p> <p>- Ao final da aula, e após os alunos assistirem a animação de curta-metragem, será solicitado que eles respondam e entreguem ao professor ao final da aula a Ficha 2 (Apêndice B) os seguintes questionamentos:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>2) Que crenças trazidas por Lamarck puderam ser observadas durante o filme assistido?</li> <li>3) Por que o coelho, durante suas diversas tentativas de modificar sua cor utilizando fatores externos, não conseguiu atingir seu objetivo?</li> <li>4) Haveria alguma possibilidade do coelho conseguir transformar a sua cor? Por quê?</li> <li>5) Por que o coelho conseguiu ter filhos na cor desejada?</li> <li>6) Na sua opinião, qual a importância de existir diversidade na cor de coelhos?</li> <li>7) Qual seria o motivo do coelho branco desejar ser preto?</li> </ol>

Quadro 4 – Planejamento didático para a Atividade 2.

(conclusão)

	8) Na sua opinião o coelho seria beneficiado ou prejudicado por desejar ser da cor preta? Por quê?
--	--

Fonte: Autora (2020).

### 3.2.3 Atividade 3: Um mundo que muda: ideias trazidas por Darwin e Wallace

No Quadro 5 está descrita a proposta para a Atividade 3, que apresenta e começa a discutir as ideias de Wallace e Darwin, e como estas se apresentam como uma forma de contestar uma visão fixista de mundo e sua biodiversidade, ou mesmo superar o que foi trazido por Lamarck ao apresentarem um mecanismo que sustenta e justifica a forma como acreditam que a biodiversidade de seres aconteceu. Ou seja, eles acreditam que a biodiversidade existente é fruto de uma descendência com modificação (conhecida como evolução) que se dá através de um mecanismo conhecido como seleção natural. Para que se possa discutir e apresentar este assunto, será utilizado texto de apoio, entre outros recursos, e a avaliação acontecerá por meio de questões que serão entregues aos alunos em uma ficha ao final da aula (Apêndice C).

Quadro 5 – Planejamento didático para a Atividade 3.

(continua)

Atividade 3: Um mundo que muda: ideias trazidas por Darwin e Wallace (Aula 4)	
Duração	1 hora-aula (50 min)
Objetivos de ensino	<ul style="list-style-type: none"> <li>- O professor deverá apresentar a adaptação como um processo que delimita e norteia a ação da seleção natural;</li> <li>- Apresentar a hereditariedade como única forma possível, dentro da teoria da evolução biológica darwinista, de transmissão de características físicas observáveis.</li> </ul>
Estratégias	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Exposição dialogada, seguida de conversa orientada;</li> <li>- Uso de tecnologias de informação e comunicação (slides, projetor multimídia).</li> </ul>
Recursos	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Texto de apoio;</li> <li>- <i>Slides</i> com as ideias gerais sobre o tema;</li> <li>- Projetor multimídia e quadro branco;</li> <li>- Ficha impressa com o questionamento para avaliação.</li> </ul>
Objetivos de	- Reconhecer a seleção natural como o mecanismo, proposto por Darwin e

Quadro 5 – Planejamento didático para a Atividade 3.

(conclusão)

aprendizagem	Wallace, que garante a biodiversidade do planeta, dentro da ideia de evolução biológica por meio da hereditariedade.
Dinâmica	<p>- Descrição geral:</p> <p>Apresentação dos estudos de Darwin e do mecanismo descrito na obra “Origem das espécies” para explicar a diversidade dos seres vivos.</p> <p>- Ações previstas:</p> <p>A fim de dar início ao diálogo junto aos alunos, a professora lança o seguinte questionamento:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Se os seres vivos não foram sempre da mesma forma, como eles se modificaram?</li> </ol> <p>Usando esta pergunta, a professora dará início a exposição das ideias trazidas por Darwin e Wallace sobre a origem da biodiversidade e, quando necessário, fará contrapontos e comparações com as ideias trazidas por Lamarck. A professora também fará uma exposição dialogada sobre o principal mecanismo que permite a evolução biológica ocorrer: a seleção natural por meio de adaptação.</p>
Instrumentos de avaliação	<p>- Ao final da aula, os alunos devem responder perguntas semelhantes a estas, na Ficha 1:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Você já ouviu falar em alguma espécie que tenha entrado em extinção? Qual?</li> <li>2) Você saberia apontar a(s) causa(s) que levaria(m) uma espécie a deixar de existir que não envolvesse, direta ou indiretamente, a ação humana?</li> <li>3) Você costuma observar que entre indivíduos de uma mesma espécie existem diferenças de tamanho, coloração, alimentação, comportamento, entre outras coisas?</li> </ol> <p>As respostas a essas questões serão entregues ao professor no final da aula.</p>

Fonte: Autora (2020).

### 3.2.4 Atividade 4: O jogo da camuflagem

Nesta atividade, cujo planejamento está apresentado no Quadro 6, faz-se uso da estratégia de simulação através de um jogo e da estratégia do trabalho em equipe com o objetivo de simular um processo de adaptação favorecido pela seleção natural que ocorrem com as espécies na natureza. Na natureza, predadores competem por alimento. Na simulação desta atividade, o aluno fará o papel de “predador”. Assim, para que a situação apresentada possa simular o processo biológico pretendido, o jogo apresenta-se com o importante papel didático de colocar o aluno em movimento, impelindo-o a competir e ser bem sucedido, tal como um “predador” para conseguir o alimento. A combinação dessas duas estratégias permitirá com que o aluno reflita sobre as condições do ambiente que atuam selecionando indivíduos que lá vivem, e o processo de adaptação que ocorre sob essa influência.

Quadro 6 – Planejamento didático para a Atividade 4.

(continua)

Atividade 4: Simulando a adaptação biológica favorecida por seleção natural: o jogo da camuflagem (Aulas 5 e 6)	
Duração	2 horas-aula (100 min)
Objetivos de ensino	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Oportunizar momento de reflexão, através de um jogo simulado, sobre a influência da adaptação no tempo de permanência de cada indivíduo em determinado ambiente.</li> <li>- Facilitar a compreensão da passagem do tempo como elemento de extrema relevância para que modificações e/ou padrões fenotípicos sejam percebidos.</li> </ul>
Estratégias	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Simulação por meio de um jogo;</li> <li>- Trabalho em equipe;</li> </ul>
Recursos	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Uso de tecnologias de informação e comunicação (slides, projetor multimídia);</li> <li>- Cenário para a simulação do ambiente biológico (tapete, massa de <i>biscuit</i>, pinça);</li> <li>- Cronômetro;</li> <li>- Projetor multimídia e quadro branco;</li> <li>- <i>Slides</i> e projetor multimídia para a apresentação das regras do jogo;</li> <li>- Cartelas para tomada de dados do jogo;</li> </ul>

Quadro 6 – Planejamento didático para a Atividade 4.

(continuação)

	- Ficha com questionamentos para análise e avaliação.
Objetivos de aprendizagem	<p>- Perceber a influência, favorável ou não, de um ambiente na taxa de vida de um indivíduo.</p> <p>- Perceber a adequação existente entre a cor e o tamanho dos indivíduos que permanecem mais tempo sem sofrer predação.</p> <p>- Perceber que tipos de modificações são interessantes para a sobrevivência dos indivíduos em determinado ambiente.</p> <p>- Relacionar o sucesso na camuflagem com a permanência ou extinção de qualquer espécie em determinado ambiente.</p>
Dinâmica	<p>- Descrição geral:</p> <p>Através do uso de um jogo que simula o processo de adaptação favorecido pelo mecanismo de seleção natural, proporcionar aos alunos uma forma ativa de construir noções sobre adaptação e seleção natural</p> <p>- Ações previstas:</p> <p>Os alunos participarão de um jogo que simula a predação de lagartas em um determinado ambiente.</p> <p>As lagartas, de dois tamanhos e duas cores diferentes, serão dispostas sobre um tapete que, sob predação, beneficia as que possuem cor semelhante a ele (tapete) e as que tem menor tamanho, e expõem, deixando mais visível, as de cor diferente do ambiente simulado, e de maior tamanho. O mecanismo da seleção natural favorece os indivíduos (lagartas) que tem vantagem neste ambiente, no caso as lagartas rosas de menor tamanho, colocando o processo adaptativo sob a influência deste mecanismo. Antes de iniciar o jogo, os alunos serão questionados sobre:</p> <p>1) Quais lagartas (rosas ou verdes, pequenas ou grandes) serão capturadas em maior número durante as rodadas de predação?</p> <p>Assim fazendo como forma de estimulá-los para a participação no jogo.</p>
Instrumentos de avaliação	<p>Após o jogo, os alunos responderão as seguintes questões, com base em Gastal (2010), cujas respostas serão entregues ao professor ao final da aula:</p> <p>1) Que lagartas foram mais predadas?</p>

## Quadro 6 – Planejamento didático para a Atividade 4.

(conclusão)

	<p>2) A introdução de um novo predador, “cego” para as cores, poderia interferir no que está acontecendo neste ambiente? De que forma?</p> <p>3) Quais fatores, relativos as lagartas, foram determinantes para que uma população sofresse maior predação que a outra?</p> <p>4) Quais elementos, do ambiente, foram importantes para a permanência de um dos grupos de lagartas no ambiente em que estavam?</p> <p>5) Tente elaborar uma explicação para o fato de um grupo de lagartas ser mais predado do que o outro.</p>
--	---

Fonte: Autora (2020).

Ressalta-se que, nesta proposta, este será o primeiro momento que os alunos terão contato com os conceitos científicos de seleção natural e adaptação. A simulação aqui proposta é baseada num jogo sugerido por Gastal (2010) que não atribui nenhum nome a ele. Nesta proposta, o denominaremos de “jogo da camuflagem”.

Na sua forma original, a autora utilizou como recursos para a confecção do jogo: (a) massa de modelar, em duas cores, para confeccionar 20 (vinte) lagartas, sendo 10 (dez) de cada cor; (b) cartolina para simular o local onde vivem as lagartas, escolhida em uma das cores que foram produzidas as lagartas com massa de modelar; e, (c) algum instrumento que marque o tempo (relógio ou cronômetro). A proposta da autora é que o jogo aconteça com equipes de 3 (três) alunos, de modo que, em cada equipe, um dos alunos simule a ação de um predador (ave, sapo, etc.), um outro joga as lagartas sobre a cartolina, e um terceiro fica responsável por marcar o tempo para predação das lagartas. A cada ciclo de predação, a função de cada um dos alunos da equipe pode ser alterada, por exemplo, um aluno que simulou a atuação do predador pode ficar responsável pela marcação do tempo. A sugestão de tempo de predação para cada ciclo é de 3 segundos. Assim, o “predador”, utilizando as mãos, tem 3 segundos para pegar o maior número possível de lagartas. Essa etapa do jogo é denominada de predação 1 e, ao seu término, as lagartas que foram predadas devem ser separadas por cores e contadas, e os resultados devem ser anotados em uma tabela. As duas últimas ações (predação e contagem), devem ser repetidas (a autora sugere 10 repetições) e todas as lagartas retiradas por predação devem ser recolocadas a cada nova predação. Ao final das repetições, se adiciona o número de lagartas capturadas por grupos de cor, a fim de saber qual dos tipos de lagarta foi capturada mais vezes.

De posse desses resultados, a intenção é estabelecer conexões que mostrem como a cor de cada indivíduo interfere de forma positiva ou negativa na sua permanência no meio ambiente, auxiliando a perceber como funciona o mecanismo da seleção natural. Nesse sentido, a relevância do jogo não é apresentar ganhadores ou perdedores, mas refletir acerca da sobrevivência dos diferentes tipos de lagarta.

Gastal (2010) sugere outra possibilidade de se realizar esta atividade, propondo, em cada rodada de predação, não recolocar as lagartas que foram pegas. Então, nesta segunda proposta, cada ciclo de predação seria compreendido como uma sequência temporal da anterior, em que seria possível observar que as lagartas que possuem a mesma cor da cartolina levariam mais tempo para serem predadas. O que se espera que seja concluído é que, com o passar do tempo, a população de lagartas com a mesma cor de cartolina levaria mais tempo para ser extinta, enquanto a de cor diferente se extinguiria primeiro.

Com base no que foi descrito, algumas adequações foram propostas neste estudo. As lagartas sejam construídas com massa de *biscuit* nas cores rosa e verde e em dois diferentes tamanhos: as lagartas consideradas “grandes” foram construídas com 3 cm e as “pequenas” com 1 cm, e devem ser retiradas do seu ambiente (tapete felpudo na cor rosa) com uma pinça (idêntica para cada equipe), durante o tempo de 3 s por ciclo de predação. O jogo acontece segundo a primeira e a segunda possibilidades descritas nesta seção. Como forma de estimular a participação dos alunos no jogo, se solicita no início da atividade que estes elejam quais lagartas (rosas ou verdes, pequenas ou grandes) serão capturadas em maior número durante as rodadas de predação. As informações geradas, ao final de cada ciclo de predação, devem ser anotadas em uma cartela adaptada em relação aquela apresentada por Gastal (2010), que inclui o tamanho das lagartas além da sua cor. O Apêndice D apresenta a cartela a ser utilizada pelos alunos para a coleta de informações do jogo.

A partir dos dados coletados pelas equipes, serão lançadas as seguintes questões (Apêndice E), sendo que as duas primeiras questões foram retiradas do trabalho da autora com as devidas adaptações (GASTAL, 2010, p. 112):

- 1) Que lagartas foram mais predadas? As verdes ou as rosas?
- 2) A introdução de um novo predador, “cego” para as cores, poderia interferir no que está acontecendo neste ambiente? De que forma?
- 3) Quais fatores, relativos as lagartas, foram determinantes para que uma população sofresse maior predação que a outra?
- 4) Quais elementos, do ambiente, foram importantes para a permanência de um dos grupos de lagartas no ambiente em que estavam?

- 5) Tente elaborar uma explicação para o fato de um grupo de lagartas ter sido mais predado do que o outro.

### 3.2.5 Atividade 5: Do jogo para o papel: trabalhando conceitos de seleção natural e adaptação

Com a Atividade 4 se espera que os alunos tenham elaborado as primeiras noções sobre adaptação e seleção natural.

Com a Atividade 5, o professor usará um texto de apoio relacionando os conceitos nele contidos com as ações e consequências percebidas no jogo simulado. Além da contextualização feita a partir do jogo simulado, o professor poderá fazer uso de exemplos que podem ser encontrados nos livros didáticos, como o caso relatado na Inglaterra, durante a revolução industrial em que a população de mariposas pretas passou a ser maior do que a de mariposas brancas em razão de uma mudança no ambiente. Pois, se antes o meio ambiente contrastava com as mariposas pretas favorecendo a sua predação, com o advento da Revolução Industrial e, com isto, com o uso e a queima de combustíveis que liberavam fuligem no ar, o ambiente passou a favorecer a predação das mariposas brancas, por que estas passaram a contrastar com o ambiente. Como consequência, foi observada mudança no número populacional nos dois tipos de mariposas. A Atividade 5 é descrita no Quadro 7. A coleta de informações sobre as noções construídas até aqui pelos alunos sobre seleção natural e adaptação será feita através de uma ficha (Apêndice F).

Quadro 7 – Planejamento didático para a Atividade 5.

(continua)

Atividade 5: Do jogo para o papel: trabalhando conceitos de seleção natural e adaptação (Aula 7)	
Duração	1 hora-aula (50 min)
Objetivos de ensino	- Elucidar e tornar perceptível os conceitos trabalhados durante a simulação.
Estratégias	- Exposição dialogada, seguida de conversa orientada.
Recursos	- Texto de apoio; - Ficha impressa com o questionamento para análise e avaliação.
Objetivos de aprendizagem	- Relacionar o jogo simulado com os conceitos apresentados de maneira formal no texto de apoio.
Dinâmica	- Descrição geral:

Quadro 7 – Planejamento didático para a Atividade 5.

(conclusão)

	<p>Elucidar os conceitos experimentados na simulação através da leitura de texto apoio.</p> <p>- Ações previstas:</p> <p>Os alunos farão a leitura de texto que trata sobre os conceitos experimentados durante a simulação da aula anterior. Logo após, através do estabelecimento de diálogo sobre o texto, o professor deverá fazer com que os alunos encontrem relações entre suas ações na simulação e os conceitos lidos no texto.</p>
Instrumentos de avaliação	<p>Ao final da aula, os alunos receberão uma ficha (Apêndice F) com as seguintes questões:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) De que forma podemos perceber que os indivíduos melhor adaptados tiveram maior sucesso em permanecer no ambiente em que viviam?</li> <li>2) Percebendo que a seleção natural é o mecanismo que garante a biodiversidade dos seres vivos, o que é esperado que ocorra com a população de lagartas?</li> </ol> <p>A ficha será recolhidas pelo professor servindo para análise e avaliação.</p>

Fonte: Autora (2020).

### 3.2.6 Atividade 6: O jogo do bico favorecido

Quando Darwin passou pela América do Sul, nas Ilhas Galápagos, em sua viagem com o navio *Beagle*, entre 1831 a 1836, percebeu que pássaros destas ilhas, que eram chamados de tentilhões pelos naturalistas que já haviam estudado a região, possuíam bicos diferentes e suas dietas alimentares também era distintas (NATIONAL, 2009). Unindo esta observação com outras que ele havia feito a caminho das Ilhas Galápagos, notou que uma espécie poderia dar origem a outra, e sistematizou seus argumentos para os fatos observados em torno da hipótese do mecanismo de seleção natural (DARWIN, 2014).

Apresentados de modo sucinto os fatos históricos que levaram a sistematização do conceito de seleção natural, a simulação em forma de jogo que será utilizada para o desenvolvimento a Atividade 6, descrita no Quadro 8, almeja recriar um ambiente semelhante ao observado por Darwin, para facilitar a compreensão do mecanismo da seleção natural.

Quadro 8 – Planejamento didático para a Atividade 6.

(continua)

Atividade 6: Simulando a adaptação biológica influenciada pela seleção natural: o jogo do bico eficiente (Aula 8)	
Duração	1 hora-aula (50 min)
Objetivos de ensino	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Criar um ambiente favorável a um contexto histórico onde se reconhece o processo de adaptação de pássaros em razão da busca por alimento.</li> <li>- Proporcionar condições, através de um jogo simulado, para que o aluno perceba que o sucesso na busca por alimento em um determinado ambiente e a permanência, extinção ou reprodução de qualquer espécie neste ambiente está sob a influência do mecanismo da seleção natural.</li> </ul>
Estratégias	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Simulação por meio de um jogo;</li> <li>- Trabalho em equipe;</li> <li>- Uso de tecnologias de informação e comunicação (slides, projetor multimídia).</li> </ul>
Recursos	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Projetor multimídia e quadro branco;</li> <li>- <i>Slides</i> e projetor multimídia para a apresentação das regras do jogo;</li> <li>- Ficha com atividades</li> <li>- Painel alusivo ao jogo;</li> <li>- Três <i>clips</i> de diferentes tamanhos (pequeno, médio e grande);</li> <li>- Pinhas;</li> <li>- Bolas de gude;</li> <li>- Miçangas;</li> <li>- Amendoins;</li> <li>- Grãos de milho;</li> <li>- Grãos de feijão.</li> </ul>
Objetivos de aprendizagem	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Perceber a adequação existente entre o bico e o tipo de alimento que cada “pássaro” consome;</li> <li>- Perceber que tipos de ações são importantes para a sobrevivência dos indivíduos em determinado ambiente;</li> <li>- Relacionar a capacidade entre o sucesso na busca de alimento e a permanência, extinção ou reprodução de qualquer espécie.</li> </ul>

Quadro 8 – Planejamento didático para a Atividade 6.

(continuação)

	- Perceber o processo de adaptação e o mecanismo de seleção natural que está influenciando o que acontece com os “pássaros”.
Dinâmica	<p>- Descrição geral:</p> <p>Os alunos serão divididos em 3 (três) grupos, conforme descrição feita do jogo e, ao termino deste, farão atividades com o propósito de refletir sobre a atividade realizada.</p> <p>- Ações previstas:</p> <p>Os alunos formarão grupos conforme semelhança de resposta ao questionamento:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Qual dos pássaros conseguirá se manter no ambiente, o de bico pequeno, de bico médio ou de bico grande?</li> </ol> <p>Em seguida, cada grupo escolhe um representante para participar do jogo. Conforme as ações do jogo vão acontecendo, o jogador (“pássaro”) de cada equipe poderá se manter, ser extinto ou ainda um novo jogador pode ser adicionado (a quantidade de alimento recolhida garantiu sua reprodução). Enquanto o jogo vai acontecendo, a professora, com o auxílio de outros alunos, marcará o tempo e manipulará os objetos (figuras de pássaros) no painel para que todos os alunos possam acompanhar o jogo. Concluído o jogo os alunos responderão as seguintes questões (Ficha 1, Apêndice G):</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Descreva o tipo de ferramenta utilizada pelo seu grupo na busca pelo alimento.</li> <li>2) Que tipo de alimento foi recolhido com maior sucesso pela sua ferramenta? Qual motivo pode ser apontado para o sucesso em recolher este tipo de alimento e não outro?</li> <li>3) Que tipo de “pássaro” lhe pareceu melhor adaptado para “comer” grãos de milho? Por quê?</li> <li>4) Que tipo de “pássaro” lhe pareceu mais adaptado para “comer” pinhas e bolas de gude? Por quê?</li> <li>5) Que tipo de “pássaro” lhe pareceu mais adaptado para “comer” amendoim e miçangas? Por quê?</li> </ol>

Quadro 8 – Planejamento didático para a Atividade 6.

	<p>1) Se houvesse uma seca no ambiente que diminuísse a oferta de pinhas como forma de alimento, que “pássaro” teria maior chance de entrar em extinção? Que “pássaro” teria maior chance de sobreviver?</p> <p>2) Essas questões serão respondidas modo a levar a reflexão sobre as ações que ocorreram durante jogo e conceitos nele envolvidos.</p>
Instrumentos de avaliação	Cada aluno será avaliado conforme sua participação no jogo, e pela entrega da Ficha 1 (Apêndice G) proposta para ser respondida após o término do jogo.

Fonte: Autora (2020).

A Atividade 6 inclui uma adaptação do jogo dos Clipsitacídeos, que pode ser encontrada em artigos de Vargens e El-Hani (2011), Machado *et al.* (2013) e Reis *et al.* (2013), que é indicado para ser utilizado em aulas do Ensino Médio e Ensino Superior. Para o Ensino Fundamental, a atividade sugerida no livro didático de Ensino Fundamental Projeto Araribá Ciências (CARNEVALLE, 2014, p. 59) possui características semelhantes a atividade apresentada nos artigos acima citados, porém, de forma simplificada, enfatizando que animais de bicos diferentes buscam alimentos diferentes.

Nesta dissertação, a proposta foi realizar uma combinação do que se considera relevante nas duas atividades, originando uma atividade de simulação por meio de jogo, adaptado a realidade em que se deseja implementá-la. Da atividade descrita por Carnevalle (2014), se utiliza o contexto simplificado em que o jogo simulado ocorre, e o ato de instigar o aluno a se envolver na atividade perguntando a ele, por exemplo:

- a) Por que as aves podem possuir uma grande diversidade (quanto a forma ou tamanho) de bicos?
- b) Que tipo de característica alimentar pode ser atribuída a determinada ave por possuir um tipo específico de bico?

Carnevalle (2014), sugere que se faça uso, ao final do jogo, de questionamentos que levam a reflexão e auxiliem na tomada de consciência dos conceitos de adaptação e seleção natural. A partir dos dados coletados e das observações feitas durante o jogo simulado, a autora propõe os seguintes questionamentos que serão apresentados aqui já de maneira adaptada e como uma ficha no Apêndice G. São eles:

- 1) Descreva o tipo de ferramenta utilizada pelo seu grupo na busca pelo alimento.

- 2) Que tipo de alimento foi recolhido com maior sucesso pela sua ferramenta? Qual motivo pode ser apontado para o sucesso em recolher este tipo de alimento e não outro?
- 3) Que tipo de “pássaro” lhe pareceu melhor adaptado para “comer” grãos de milho? Por quê?
- 4) Que tipo de “pássaro” lhe pareceu mais adaptado para “comer” pinhas e bolas de gude? Por quê?
- 5) Que tipo de “pássaro” lhe pareceu mais adaptado para “comer” amendoim e miçangas? Por quê?
- 6) Se houvesse uma seca no ambiente que diminuísse a oferta de pinhas como forma de alimento, que “pássaro” teria maior chance de entrar em extinção? Que “pássaro” teria maior chance de sobreviver?

Quanto a atividade sugerida por Vargens e El-Hani (2011), Machado *et al.* (2013) e Reis *et al.* (2013), este projeto se utilizará, principalmente, da dinâmica, a qual permite criar um ambiente em que um tipo de alimento se torne cada vez mais escasso, dificultado que determinado tipo de pássaro obtenha a quantidade de alimento necessária pra se manter no jogo, enquanto outro modelo tem sua permanência facilitada por uma boa oferta de alimento. As situações de restrição ou abundância de alimento é importante porque facilita a percepção da importância de uma adaptação biológica eficiente e da ação do mecanismo da seleção natural.

Para tanto, os alunos representarão o papel de “pássaros” em busca de alimento. Como forma de simbolizar os diferentes tipos de bico destes pássaros, os alunos farão uso de três diferentes tamanhos de *clips* para apanhar o “alimento”, que, por sua vez, serão representados por grãos, sementes e outros materiais, tais como amendoins, milho, feijão, pinhas, bolas de gude e miçangas de diferentes tamanhos. Conforme a busca por alimento vai progredindo, os pássaros podem permanecer no ambiente, serem extintos ou ainda se reproduzir. Como no jogo, inicialmente, apenas três jogadores (“pássaros”) participam diretamente das tentativas de apanhar o alimento, incluiremos o uso de um painel representando o ambiente onde estes pássaros habitariam, em que se pode retirar e colocar gravuras de pássaros conforme aconteçam as ações do jogo. Os modelos dos pássaros são baseados na gravura de Charley Harper denominada “Os tentilhões de Galápagos”. Esta atividade adaptada foi nomeada de “o jogo do bico favorecido” e deve ser implementada seguindo as etapas que serão descritas.

Antes de ar início efetivamente ao jogo, é interessante estimular a curiosidade dos alunos pelas ações que compõem a atividade fazendo os questionamentos a) e b) mencionados

anteriormente. Para dar início ao jogo os alunos se dividem em três grupos, e, como critério para escolha de grupo, responderão ao questionamento: Qual pássaro terá maior possibilidade de permanecer no ambiente em que vive: o de bico pequeno, o de bico médio ou o de bico grande? Os alunos formarão os grupos por semelhança de resposta; os grupos permanecerão com os mesmos componentes até o término do jogo.

Cada grupo indicará um jogador para representar o tipo de pássaro escolhido. Na etapa 1 os “pássaros” (jogadores) terão 6 s para coletar, em uma bandeja previamente preparada, seu alimento, grãos e outros materiais que possuem pontuações distintas, e depositá-los em seu respectivo recipiente, que após o término do tempo estipulado serão contados e computarão pontos conforme tabelas encontradas no Apêndice H. Ao término da contagem se saberá se os “pássaros” serão extintos, permanecerão no ambiente ou se ocorrerá reprodução.

Dentro deste mesmo padrão ocorrerão as etapas 2 e 3, cada etapa com sua própria tabela de pontuação, sendo que os “pássaros” que não coletarem alimento suficiente para permanecer no ambiente serão eliminados do jogo, os que coletarem alimento suficiente para permanência no ambiente se manterão no jogo, passando para a próxima rodada, e aqueles que coletaram alimento suficiente para se reproduzir, além de seguirem para a próxima etapa devem receber mais um *clip* e, portanto, o grupo deverá escolher mais um aluno para representar o pássaro na próxima etapa do jogo.

Durante cada etapa, os jogadores deverão recolher apenas 1 (um) alimento por vez. A estrutura deste jogo simulado foi pensada para que ao final dele seja perceptível que um tipo de pássaro fica favorecido na busca de determinados tipos de alimento. Os alunos não devem saber com antecedência o valor da pontuação de cada tipo de alimento, pois esta informação poderá interferir no modo como os alunos jogadores (“pássaros”) buscarão as sementes. Com a finalidade de auxiliar os alunos a contabilizar os pontos conquistados ao final de cada período de busca pelo alimento, e compreender as regras do jogo, o professor terá preparado uma apresentação de *slides* com estas informações.

### **3.2.7 Atividade 7: A biodiversidade humana e uma forma nada comum de observá-la**

A Atividade 7, exposta no Quadro 9, quer causar certo estranhamento e ao mesmo tempo alertar sobre a forma como as pessoas consideradas diferentes eram tratadas a dois séculos atrás. Este cenário auxilia a tratarmos pela segunda vez, do tema transversal raça e racismo, incluindo neste contexto como as populações tradicionais brasileiras (índios) eram vistas em comparação a sociedade considerada verdadeira na época. Para apresentar estas

situações, utilizaremos uma narrativa histórica que relata como aconteceu a Exposição Antropológica Brasileira no ano de 1822 no Rio de Janeiro (MARCOLIN, 2010), e um vídeo chamado “A época bizarra dos zoológicos humanos” que mostra a existência de zoológicos humanos na Europa e Estado Unidos, disponibilizado no canal do YouTube “O Curioso” (A ÉPOCA, 2015), postado para visualização e uso com a licença padrão do YouTube. Ao concluírem a primeira parte da atividade (ler o texto e assistir ao vídeo) os alunos responderão alguns questionamentos (Apêndice I) que trazem algumas reflexões sobre ética.

Quadro 9 – Planejamento didático para a Atividade 7.

(continua)

Atividade 7: A biodiversidade humana e uma forma nada comum de observá-la (Aula 9)	
Duração	1 hora-aula (50 min)
Objetivos de ensino	- Provocar discussão sobre o tratamento dado ao que era compreendido como diferente.
Estratégias	- Roda de conversa - Uso de tecnologias de informação e comunicação (vídeo, projetor multimídia)
Recursos	- Texto histórico e argumentação; - Vídeo que mostra a existência de “zoológicos” humanos. Disponível em: < <a href="https://www.youtube.com/watch?v=3xwy_AsIIjE">https://www.youtube.com/watch?v=3xwy_AsIIjE</a> >. Acesso em 13 mai. 2018. - Folha de registro para escrita do texto que representa o que pensa a turma sobre o assunto tratado.
Objetivos de aprendizagem	- Ter o entendimento que toda relação entre seres humanos deve ser alicerçado pela ética. - Reconhecer atitudes éticas com que todo indivíduo deveria ser tratado.
Dinâmica	- Descrição geral: A partir da visualização de uma vídeo, discutir maneiras de lidar com a diversidade nos seres humanos.  - Ações previstas: Os alunos assistirão a um vídeo que mostra a existência de estruturas

Quadro 9 – Planejamento didático para a Atividade 7.

(conclusão)

	<p>semelhantes a zoológicos no final do século XIX que expunham a rotina dos seres humanos vistos como diferentes, exóticos, ou que ainda eram considerados selvagens. Após assistirem ao vídeo, os alunos farão a leitura de um texto histórico em que é relatada a ida de populações tradicionais brasileiras (índios) para um destes zoológicos. Ao término destas atividades, se iniciará uma roda de conversa, em que, se procurará compreender como os alunos percebem este tipo de atitude frente ao que é considerado estranho ou diferente. Para dar início a conversa, se pode utilizar questões provocadoras, tais como:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Você conhecia a existência destes “zoológicos” humanos?</li> <li>2) Você faria uma visita a um destes “zoológicos”?</li> <li>3) Se seres extraterrestres chegassem à Terra, o que você acharia se nós humanos, os tratássemos como os indivíduos do vídeo que assistimos foram tratados? Se nós, seres humanos, fossemos levados a outro planeta, e fossemos colocados em exposição, o que você acharia disto? Por quê?</li> </ol> <p>Como forma de registrar a atividade, a turma escolherá um relator, que irá registrar no papel as principais ideias sobre a temática apresentada.</p>
Instrumentos de avaliação	Será avaliada a participação dos alunos na roda de conversa por meio de observação e da análise do texto de autoria da turma.

Fonte: Autora (2020).

### 3.2.8 Atividade 8: Por que somos diferentes? E o que a seleção natural tem a ver com isso?

A Atividade 8, detalhada no Quadro 10, tem como finalidade buscar combater em cada indivíduo (em si), e nos outros, por meio de diálogo e argumentação, atitudes que possam ser consideradas ofensivas. Para discutir essa temática, elucidaremos, à luz da ciência, especificamente sob o mecanismo da seleção natural, que fatores foram importantes para que seres humanos tenham cor de pele distintas, e, para isso será usado um artigo publicado no *blog* Darwinianas intitulado “Uma questão de pele” de autoria de Meyer (2017) em que se argumenta sobre esta temática.

Considerando necessário conceituar racismo e, ao mesmo tempo distingui-lo do conceito de raça, se fará uso de uma vídeo-aula produzida pelo canal Nerdologia denominado “Racismo”(RACISMO, 2015), postado sob licença padrão do YouTube, que trata de conceituar raça, sobre o ponto de vista sociológico e apresentar e contextualizar o conceito de racismo e explicar de que forma atitudes consideradas racistas afetam de maneira negativa uma parcela importante da sociedade.

Com o propósito de provocar reflexão sobre o texto lido e a vídeo-aula assistida, os alunos responderão a duas questões (Apêndice J), sendo que a última servirá, também como instrumento de avaliação.

Quadro 10 – Planejamento didático para a Atividade 8.

(continua)

Atividade 8: Por que somos diferentes? E o que a seleção natural tem a ver com isso? (Aulas 10 e 11)	
Duração	2 horas-aula (100 min)
Objetivos de ensino	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Auxiliar na construção da ideia de que o racismo, ou qualquer outra forma de sub-julgar qualquer indivíduo, não deve ser vista com normalidade.</li> <li>- Auxiliar na distinção entre o conceito de raça e racismo;</li> <li>- Apresentar aos alunos aporte teórico, para que tenham noção de como os distintos tons de pele dos seres humanos tem sua gênese na seleção natural.</li> </ul>
Estratégias	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Leitura de texto;</li> <li>- Uso de tecnologias (vídeo, projetor multimídia).</li> </ul>
Recursos	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Vídeo sobre racismo do canal Nerdologia (cerca de 7 min). Disponível em: &lt; <a href="https://www.youtube.com/watch?v=qip5YJw-f9c">https://www.youtube.com/watch?v=qip5YJw-f9c</a> &gt;. Acesso: 11 mai. 2018.</li> <li>- Texto <i>Uma questão de pele</i> retirado do blog Darwinianas. Disponível em: &lt; <a href="https://darwinianas.com/2017/11/21/uma-questao-de-pele/">https://darwinianas.com/2017/11/21/uma-questao-de-pele/</a> &gt;. Acesso em 13 maio. 2018.</li> </ul>
Objetivos de aprendizagem	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Diferenciar classificação por atributos físicos de classificação que remeta a algum juízo de valor;</li> <li>- Perceber o sentido da palavra “raça” dentro de diferentes contextos;</li> <li>- Perceber a seleção natural como o mecanismo que deu origem aos</li> </ul>

Quadro 10 – Planejamento didático para a Atividade 8.

(conclusão)

	diferentes tons de pele encontrados nos seres humanos.
Dinâmica	<p>- Descrição geral:</p> <p>Os alunos assistirão a um vídeo com a temática racismo e, após, lhes será apresentado um texto que explica porque os seres humanos apresentam coloração de pele distinta à luz do mecanismo da seleção natural.</p> <p>- Ações previstas:</p> <p>Assistir ao vídeo, fazer a leitura do texto e responder às questões:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Qual sua visão sobre fazer julgamento sobre o homem por suas características físicas? Por quê?</li> <li>2) Após o texto lido na aula de hoje, como você explicaria a diferença na cor da pele entre as pessoas?</li> </ol>
Instrumentos de avaliação	Será avaliada a participação dos alunos durante a aula e a resposta à questão (b) da ficha.

Fonte: Autora (2020).

## **4 FASE DE PROTOTIPAGEM: IMPLEMENTAÇÃO DO PROTÓTIPO**

### **4.1 Metodologia de implementação**

#### **4.1.1 Participantes e ambientes da pesquisa**

##### **4.1.1.1 Escola AK**

A primeira escola onde foi realizada a aplicação é mencionada neste trabalho como AK, localizada na área sudoeste da cidade e foi fundada entre os anos de 1983 e 1984 (os documentos da escola não trazem precisão da data) juntamente com um núcleo habitacional e atende, quase que exclusivamente, alunos que moram naquela região. Esta escola pública, municipal, atende todo o ensino fundamental no ensino regular (diurno) e na modalidade EJA (Educação de Jovens e Adultos) à noite. A equipe diretiva é constituída por uma diretora, uma vice-diretora, uma supervisora, uma orientadora e à noite com uma coordenadora de EJA. O número de alunos na escola é de cerca de 350 alunos.

Para a aplicação da sequência didática, além do comprometimento da direção da escola, foi preciso colaboração e permissão da professora de ciências da turma, isto foi necessário pois durante o ano letivo de 2018 havia apenas uma turma de 7º ano. O grupo de professores que vinha ministrando aulas com a turma de 7º ano a descreve como uma turma difícil de trabalhar, pois os alunos mostravam-se indisciplinados e com pouco interesse pelas aulas.

Quando iniciada a aplicação (em 25/06/2018, Quadro 11), dos 28 alunos matriculados nessa turma, 22 deles eram frequentes (com faixa etária média de 12,7 anos) e este número não se manteve até o final da aplicação por alguns deles terem trocado de modalidade de ensino, trocado de escola ou simplesmente por ter deixado de frequentar as aulas; também compõe a turma um aluno que necessita de atendimento educacional especializado por ter diagnóstico de TDAH (Transtorno de Déficit de Atenção e Hiperatividade).

Desses 22 alunos, apenas 05 deles (com média de idades de 12,4 anos) participaram de todas as atividades e expressaram a vontade de participar da pesquisa, entregando também o termo de consentimento livre e esclarecido assinado pelos seus pais ou responsáveis, e foram denominados neste estudo de “participantes”.

O cronograma desta intervenção previa 11 horas-aula (conforme delineado no Quadro 2), no entanto a implementação da sequência didática aconteceu em 12 horas-aula, iniciando

no dia 25/06/2018 e finalizando no dia 19/07/2018. As aulas aconteceram no turno da tarde. O cronograma realizado está apresentado no Quadro 11.

Quadro 11 – Cronograma de implementação da sequência didática na escola AK.

Atividade	Aula(s)	Título	Ano 2018
1	1 e 2	Vivendo em um mundo fixo: retomada das teorias anteriores a Darwin (Fixismo/Criacionismo; Transmutacionismo de Lamarck)	25/06/18
2	3 e 4	Será que o mundo foi sempre igual? Aprofundando a teoria de Lamarck	26/06/18
3	5	Um mundo que muda: as ideias trazidas por Darwin e Wallace	09/07/18
4	6 e 7	Simulando a adaptação biológica influenciada pela seleção natural: o jogo da camuflagem	
5	8	Do jogo para o papel: trabalhando os conceitos de seleção natural e adaptação	10/07/18
6	9 e 10	Simulando a adaptação biológica influenciada pela seleção natural: o jogo do bico eficiente	17/07/18
7	11	A biodiversidade humana e uma forma nada comum de observá-la	18/07/18
8	12	Por que somos diferentes? E o que a seleção natural tem a ver com isso?	19/07/18

Fonte: Autora (2020).

No Quadro 12 se encontram informações sobre os participantes (idade e sexo) que concordaram e obtiveram permissão de seus responsáveis para participar da pesquisa, de acordo com o termo de consentimento livre e esclarecido (Apêndice K). Cada participante foi identificado por um código (AK2, AK5, AK21, AK22, AK23).

Quadro 12 – Dados dos participantes da pesquisa da escola AK.

(continua)

Participante	Idade (anos)	Sexo	
1	AK2	12	Feminino
2	AK5	12	Feminino

Quadro 12 – Dados dos participantes da pesquisa da escola AK.

(conclusão)

3	AK21	13	Feminino
4	AK22	12	Feminino
5	AK23	13	Feminino

Fonte: Autora (2020).

Vale a pena ressaltar que durante os dias de aplicação da sequência didática nenhuma professora da turma, nem mesmo a professora titular do componente curricular Ciências, permaneceu na sala. Quando havia necessidade de usar projetor as aulas aconteciam na sala multimídias e quando não havia necessidade desse tipo de tecnologia as aulas aconteciam na sala de aula que era utilizada pela turma. Durante o uso da sala multimídias os participantes tinham liberdade de escolher onde e como sentavam, geralmente optando por posicionar as cadeiras em forma de “U” com pelo menos duas fileiras. Este tipo de posicionamento possibilitou aos alunos ouvir e perceber os outros além de trocar informações entre si. Nos dias em que permanecemos na sala de aula, com exceção dos dias de aplicação do questionário opinário, os alunos se dispuseram na sala de aula formando duplas ou em dias em que estavam previstos jogos ficavam em “U”, em duplas ou dispostos em equipes.

#### 4.1.1.2 Escola AKG

A segunda escola em que ocorreu a aplicação, da mesma forma que a primeira, também é uma escola pública municipal. Durante o dia o prédio abriga o ensino fundamental e durante à noite funciona como escola técnica; é importante destacar que existem distintas equipes administrativas que atendem ao ensino fundamental e ensino técnico. Para esta pesquisa cabe descrever que a equipe diretiva que dá conta do ensino fundamental é constituída por um diretor, uma vice-diretora, uma supervisora e uma orientadora. Esta escola é localizada no centro da cidade e atende alunos de diversos bairros, e da zona rural do município que se deslocam até a escola; esta escola nem sempre foi pública; a escola passou a ser posse do município no ano de 2001. Nesta pesquisa está sendo referida como AKG.

No ano letivo de 2018 a escola AKG contava com duas turmas de 7º (sétimo) ano; a turma que tinha disponibilidade de realizar a aplicação era a do turno da tarde, chamado de 7º azul. No momento em que fui até a escola para saber se existiria a possibilidade de realizar a atividade com esta turma fui muito bem recebida, a escola, e principalmente a direção, estava disponível para tratar da temática a que esta sequência didática se propunha a discutir. Então,

o cronograma de aplicação da sequência didática não estaria vinculado necessariamente as aulas de Ciências, mas sim seria itinerante nas aulas nos dias de quinta e sexta-feira. Também coube o alerta, por parte do diretor, de que não seria fácil trabalhar com a turma.

No diário de classe a turma é constituída por 35 alunos, porém participaram da pesquisa 05 deles, mediante a entrega do termo de consentimento livre e esclarecido devidamente assinado, que nesta pesquisa figuram como AKG1, AKG12, AKG27, AK29 e AKG32 com média de idades de 13 anos. No Quadro 13 mostra informações sobre a idade e o sexo dos participantes desta escola.

Quadro 13 – Dados dos participantes da pesquisa da escola AKG.

Participante		Idade (anos)	Sexo
1	AKG1	13	Feminino
2	AKG12	14	Masculino
3	AKG27	12	Feminino
4	AKG29	13	Feminino
5	AKG32	13	Masculino

Fonte: Autora (2020).

A exemplo da escola AK, também na escola AKG foi necessário adequar o cronograma de aplicação. Inicialmente esse cronograma teria início no 09/08 estendendo-se até 31/08, porém seu término ocorreu em 10/09. O cronograma realizado está apresentado no Quadro 14.

Durante a aplicação, quando esta acontecia no horário do componente curricular Ciências, a professora titular permanecia na sala de aula, também fui acompanhada algumas vezes pelos professores de português e geografia. As aulas ocorreram na sala de aula da turma e no laboratório de informática, em ambos os lugares foi necessário montar o projetor. Quando as aulas ocorriam no laboratório de informática os alunos se dispunham ao redor de uma grande mesa central o que permitia ampla interação entre colegas e entre alunos e professores. Na maioria das vezes em que a sala de aula foi utilizada, os alunos permaneceram em fila, nos lugares onde deveriam ou queriam ocupar ou no lugar que a professora titular indicasse (geralmente isto ocorreu quando a professora titular teve o entendimento de que um aluno não estava se comportando de maneira adequada, portanto, atrapalhando o seu próprio rendimento e o rendimento da turma). Nos dias em que estavam previstos jogos, que deveriam ocorrer em sala de aula, os alunos se dividiram em grupos, conforme seus desejos.

Quadro 14 – Cronograma de implementação da sequência didática na escola AKG.

Atividade	Aula(s)	Título	Ano 2018
1	1 e 2	Vivendo em um mundo fixo: retomada das teorias anteriores a Darwin (Fixismo/Criacionismo; Transmutacionismo de Lamarck)	09/08
2	3 e 4	Será que o mundo foi sempre igual? Aprofundando a teoria de Lamarck	10/08
3	5	Um mundo que muda: as ideias trazidas por Darwin e Wallace	16/08
4	6 e 7	Simulando a adaptação biológica influenciada pela seleção natural: o jogo da camuflagem	16/08 e 30/08
5	8	Do jogo para o papel: trabalhando os conceitos de seleção natural e adaptação	30/08
6	9	Simulando a adaptação biológica influenciada pela seleção natural: o jogo do bico eficiente	31/08
7	10 e 11	A biodiversidade humana e uma forma nada comum de observá-la	31/08 e 06/09
8	12	Por que somos diferentes? E o que a seleção natural tem a ver com isso?	10/09

Fonte: Autora (2020).

#### 4.1.2. Instrumentos e procedimentos de coleta de dados

Os instrumentos utilizados para a coleta de dados foram fichas de acompanhamento das atividades, gravações em áudio e vídeo, diário de campo da professora pesquisadora e questionário opinário dos alunos.

As fichas de acompanhamento das atividades estão apresentadas nos Apêndices A, B, C, E, F, G, I e J. As fichas foram administradas em diferentes momentos das aulas. O Quadro 15 reúne as questões solicitadas aos alunos nas atividades as quais foram utilizadas para análise. Esse quadro também apresenta o momento da administração das fichas.

Quadro 15 – Questões presentes nas atividades e procedimento de coleta.

(continua)

Atividade	Questão e procedimento
1 (Apêndice A)	<p>No início da aula (Ficha 1):</p> <p>1) Como você acredita que surgiram as diferentes espécies que povoam o planeta Terra?</p>
2 (Apêndice B)	<p>No início da aula e antes dos alunos assistirem a animação de curta-metragem (Ficha 1):</p> <p>1) Se o mundo e as espécies que existem nele não foram sempre da mesma maneira, como ele se modificou?</p> <p>Ao término da aula e após os alunos assistirem a animação de curta-metragem (Ficha 2):</p> <p>2) Que crenças trazidas por Lamarck puderam ser observadas durante o filme assistido?</p> <p>3) Por que o coelho, durante suas diversas tentativas de modificar sua cor utilizando fatores externos, não conseguiu atingir seu objetivo?</p> <p>4) Haveria alguma possibilidade do coelho conseguir transformar a sua cor? Por quê?</p> <p>5) Por que o coelho conseguiu ter filhos na cor desejada?</p> <p>6) Na sua opinião, qual a importância de existir diversidade na cor de coelhos?</p> <p>7) Qual seria o motivo do coelho branco desejar ser preto?</p> <p>8) Na sua opinião o coelho seria beneficiado ou prejudicado por desejar ser da cor preta? Por quê?</p>
3 (Apêndice C)	<p>Ao término da aula (Ficha 1):</p> <p>1) Você já ouviu falar em alguma espécie que tenha entrado em extinção? Se sim, qual?</p> <p>2) Você saberia apontar a(s) causa(s) que levaria(m) uma espécie a deixar de existir que não envolvesse, direta ou indiretamente, a ação humana?</p> <p>3) Você costuma observar que entre indivíduos de uma mesma espécie existem diferenças de tamanho, coloração, alimentação, comportamento, entre outras coisas?</p>

Quadro 15 – Questões presentes nas atividades e procedimento de coleta.

(continuação)

<p>4 (Apêndice E)</p>	<p>Ao término do jogo (Ficha 1):</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Que lagartas foram mais predadas?</li> <li>2) A introdução de um novo predador, “cego” para as cores, poderia interferir no que está acontecendo neste ambiente? De que forma?</li> <li>3) Quais fatores, relativos as lagartas, foram determinantes para que uma população sofresse maior predação que a outra?</li> <li>4) Quais elementos, do ambiente, foram importantes para a permanência de um dos grupos de lagartas no ambiente em que estavam?</li> <li>5) Tente elaborar uma explicação para o fato de um grupo de lagartas ter sido mais predado do que o outro.</li> </ol>
<p>5 (Apêndice F)</p>	<p>Ao término da aula (Ficha 1):</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) De que forma podemos perceber que os indivíduos melhor adaptados tiveram maior sucesso em permanecer no ambiente em que viviam?</li> <li>2) Percebendo que a seleção natural é o mecanismo que garante a biodiversidade dos seres vivos, o que é esperado que ocorra com a população de lagartas?</li> </ol>
<p>6 (Apêndice G)</p>	<p>Ao término do jogo (Ficha 1):</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Descreva o tipo de ferramenta utilizada pelo seu grupo na busca pelo alimento.</li> <li>2) Que tipo de alimento foi recolhido com maior sucesso pela sua ferramenta? Qual motivo pode ser apontado para o sucesso em recolher este tipo de alimento e não outro?</li> <li>3) Que tipo de “pássaro” lhe pareceu melhor adaptado para “comer” grãos de milho? Por quê?</li> <li>4) Que tipo de “pássaro” lhe pareceu mais adaptado para “comer” pinhas e bolas de gude? Por quê?</li> <li>5) Que tipo de “pássaro” lhe pareceu mais adaptado para “comer” amendoim e miçangas? Por quê?</li> <li>6) Se houvesse uma seca no ambiente que diminuísse a oferta de pinhas como forma de alimento, que “pássaro” teria maior chance de entrar em extinção? Que “pássaro” teria maior chance de sobreviver?</li> </ol>

Quadro 15 – Questões presentes nas atividades e procedimento de coleta.

(conclusão)

7 (Apêndice I)	Ao término da aula (Ficha 1): 1) Você conhecia a existência destes “zoológicos” humanos? 2) Você faria uma visita a um destes “zoológicos”? 3) Se seres extraterrestres chegassem à Terra, o que você acharia se nós humanos, os tratássemos como os indivíduos do vídeo que assistimos foram tratados? 4) Se nós, seres humanos, fôssemos levados a outro planeta, e fôssemos colocados em exposição, o que você acharia disto? Por quê?
8 (Apêndice J)	Ao término da aula (Ficha 1): 1) Qual sua visão sobre fazer julgamento sobre o homem por suas características físicas? Por quê? 2) Após o texto lido na aula de hoje, como você explicaria a diferença na cor da pele entre as pessoas?

Fonte: Autora (2020).

As gravações em áudio e vídeo aconteceram durante as aulas com a concordância dos alunos e com a permissão dos pais ou responsáveis pelos alunos. Ao final de cada aula, a professora-pesquisadora realizou apontamentos sobre as aulas em seu diário de campo.

Após a intervenção, em cada escola, foi solicitado aos alunos participantes que apresentassem sua opinião sobre as aulas, respondendo a um questionário opinário, cujas questões estão apresentadas no Quadro 16.

Quadro 16 – Questões para extrair a opinião dos participantes sobre as aulas.

(continua)

1) O que significou para você as últimas aulas de ciências em que trabalhamos juntos? Por quê?
2) Como foram as aulas de ciências com os jogos? Por quê?
3) O que mais chamou sua atenção nas aulas com os jogos? Por quê?
4) Como foram as aulas de ciências com os vídeos? Por quê?
5) O que mais chamou sua atenção nas aulas com os vídeos? Por quê?
6) O que significou para você saber um pouco mais sobre a diversidade dos seres vivos? Por quê?

Quadro 16 – Questões para extrair a opinião dos participantes sobre as aulas.

(conclusão)

7) O que significou para você falar sobre as diferenças entre os seres humanos? Por quê?
8) O que a professora pode fazer para que estas aulas se tornem melhores?

Fonte: Autora (2020).

O Quadro 17 apresenta o cronograma da coleta de dados, para cada escola.

Quadro 17 – Cronograma de coleta de dados para as escolas AK e AKG.

Escola	Instrumento	Data
AK	Teste da sequência didática	25/06/2018 a 19/07/2018
	Questionário opinário	11/09/2018
AKG	Teste da sequência didática	09/08/2018 a 10/09/2018
	Questionário opinário	10/09/2018

Fonte: Autora (2020).

## 5 FASE DE PROTOTIPAGEM: AVALIAÇÃO DAS INTERVENÇÕES

### 5.1 Metodologia de avaliação das intervenções

A avaliação das intervenções foi feita a partir de uma análise qualitativa dos dados coletados durante as intervenções na perspectiva da Análise Textual Discursiva (ATD) proposta por Moraes (2003). A ATD “pode ser compreendida como um processo auto-organizado de construção de novos significados em relação a determinados objetos de estudo, a partir de materiais textuais referentes a esses fenômenos” (MORAES, 2003, p. 209). Segundo Moraes (2011), dentro das pesquisas qualitativas a ATD é recomendada à medida que o resultado almejado passa por compreender, da melhor forma possível, o objeto de estudo. No caso da ATD o material que se analisa é chamado de *corpus*, que “é constituído essencialmente de produções textuais” (MORAES, 2011, p. 16).

Neste estudo, a sequência didática foi aplicada em dois ambientes escolares distintos, sendo cada aplicação considerada um caso distinto, gerando quadros de análise diferentes. O *corpus* de análise se originou a partir das fichas com questões respondidas pelos participantes nas duas aplicações da sequência didática que originaram textos curtos e não muito complexos. Nem todas as questões e atividades que compõem as fichas foram analisadas, pois algumas delas foram propostas como uma maneira direta de se aproximar e verificar os conceitos trabalhados, o que garantiria a inferência de uma compreensão mínima do que se estava trabalhando na sequência didática.

Cada ficha foi analisada na perspectiva da ATD e gerado um metatexto validado por transcrições de respostas às questões da ficha, e por trechos da transcrição do áudio gravados durante a aplicação e do diário da professora pesquisadora.

A ATD possui três componentes básicos: a unitarização, a categorização, e a captura do emergente.

A unitarização é “um movimento desconstrutivo, de identificação e expressão de unidades elementares obtidas a partir do material do *corpus* da pesquisa” (MORAES; GALIAZZI, 2006, p. 123). O *corpus*, ou material de análise, são textos produzidos de forma específica para responder a um problema de pesquisa ou textos já existentes que são analisados para o mesmo propósito. Desta forma, a unitarização é importante ao permitir que o pesquisador visualize diferentes formas de interpretação e compreensão de um mesmo recorte, dando início a construção de um saber novo ou reorganizado. “Unitarizar é interpretar e isolar ideias elementares de sentido sobre os temas investigados” (*id., ibid.*, 2006, p. 123).

O segundo componente da ATD é a categorização, momento de agrupar, de maneira organizada, as unidades de textos percebidas. A categorização começa a organizar uma provável desordem oriunda da unitarização. Para os autores já citados “a categorização é um processo de comparação constante entre as unidades definidas no processo inicial da análise, levando a agrupamentos de elementos semelhantes. Os conjuntos de elementos de significação próximos constituem as categorias” (MORAES, 2003, p.197). A categorização e as categorias criadas são importantes para a compreensão e visualização do conhecimento que surge a partir dos discursos analisados. As categorias podem ser construídas por três métodos distintos, o dedutivo, o indutivo e o intuitivo. No método dedutivo as categorias são instituídas antes do início da análise do *corpus* e tem por base as teorias que alicerçam a problemática discutida na pesquisa. No método indutivo, as categorias vão sendo eleitas na medida em que o *corpus* passa a ser unitarizado e o pesquisador faz inúmeras comparações o que faz com que as categorias despontem. O pesquisador ainda possui a opção de mesclar os métodos dedutivo e indutivo, partindo de categorias já instituídas antes da leitura e análise do *corpus* e ser ampliada a partir da leitura deste. O terceiro método, o intuitivo, almeja superar a organização prescrita no paradigma vigente e propõe uma auto-organização. A categorização é importante por que além de dar início a uma nova organização, também pode servir como um retrato da amostra que esta sendo analisada.

O terceiro componente da ATD é a captura do emergente através da construção de um metatexto que aflora da categorização, reconstrução ou reorganização das unidades retiradas do *corpus* de análise. Através desta análise é possível produzir textos descritivos que relatam a desorganização e posterior reorganização do *corpus* de análise ou textos podem ser produzidos buscando um encontro com a teorização e um distanciamento do *corpus* de análise o que origina um metatexto interpretativo. Uma das formas de dar validade e credibilidade ao metatexto é inserir trechos retirados do *corpus* de análise.

## **5.2 Crenças iniciais dos alunos identificadas nas Atividades 1 e 2**

### **5.2.1 Crenças sobre o surgimento das espécies com a Atividade 1**

Antes dos alunos terem sido apresentados às teorias científicas que têm por objetivo explicar a origem de todas as espécies de seres vivos que conhecemos no nosso planeta, foi-lhes proposta a questão 1 da Atividade 1 (Apêndice A): “Como você acredita que surgiram as diferentes espécies que povoam o planeta Terra?”.

O Quadro 18 reúne as categorias que resultaram da análise das respostas dos participantes das escolas AK e AKG a essa questão. As respostas dos participantes da escola AK foram agrupadas em 2 categorias: “religiosa” e “científica”. Para os participantes da escola AKG, que também expressaram crenças “religiosa” e “científica”, ainda mostraram respostas que demonstraram falta de reflexão sobre o assunto, e por isso foram categorizados como “sem posicionamento”. As respostas dos participantes estão apresentados nesse quadro.

Muitas respostas acerca do surgimento das espécies envolveram crenças de conteúdo religioso para os participantes de ambas as escolas. Todos os participantes da escola AK apresentaram respostas que incluíam uma visão religiosa, ao menos em parte, ao explicar a criação das espécies, enquanto apenas 2 participantes da escola AKG expressaram tal visão (AKG1 e AKG27).

Uma possível explicação para as ideias expressas pelos participantes dentro do questionamento que trata sobre a origem e diversidade dos seres vivos no planeta Terra, reunidas na categoria “religiosa”, revela a força das questões sociais e culturais na formação do indivíduo. Esta interpretação vem da ideia de que nos primeiros anos de vida, quando a criança questiona seu núcleo social, que geralmente é a família, sobre a criação do mundo, a existência dos astros, ou mesmo das diferenças entre os seres vivos, a resposta dada a elas, comumente, possui algum princípio religioso que está inserido na cultura daquele grupo de pessoas. Este argumento encontra embasamento nos planos genéticos descritos por Vigotsky, especificamente a sociogênese que faz menção àquilo que é aprendido dentro dos grupos sociais com os quais o indivíduo possui envolvimento e que acabam por limitar e/ou possibilitar seu desenvolvimento no meio cultural de que faz parte.

A partir da convivência em sociedade o indivíduo internaliza aspectos da cultura em que está envolvido. Com base no pensamento vigotskiano, Moura *et al.* (2016, p. 110) destacam que “este movimento de fora para dentro, denominado internalização, está na base do pensamento sociogenético e estende-se a todas as dimensões da experiência humana [...]”. No diário de campo da professora pesquisadora está anotado:

*[...] apesar de não haver uma única resposta para nomear um ser superior como criador de toda diversidade, a maioria dos alunos pareciam **ter algum conhecimento sobre este modo de ver e explicar a criação do mundo.** Poucos alunos disseram /relataram um mundo criado a partir do big bang. [...]*

A parte grifada no trecho do diário de campo é importante porque, apesar de uma cosmovisão judaico-cristã se apresentar de maneira muito forte nas falas, o participante AK9 fez uso da cosmovisão Iorubá para explicar a criação do mundo. Ao transcrever os vídeos, é

possível ouvir “na minha religião são os orixás” ao fazer referência a entidade superior, ou neste caso entidades, que seria responsável pela gênese do mundo assim como o conhecemos.

A categoria “científica” também se alinha a sociogênese ao incluir como resposta ao questionamento algo que é discutido e estudado em ambiente escolar, como por exemplo a teoria do Big Bang expressa nas respostas dos participantes AK2 e AK21. Este fato demonstra a internalização de pontos importantes trabalhados e discutidos dentro da escola. Além das duas respostas de cunho científico de AK2 e AK21, o participante AK23 parece expressar um pensamento de base não fixista, admitindo transformações das espécies a partir de uma criação divina.

Quadro 18 – Categorias e respostas à questão 1 da Atividade 1 “Como você acredita que surgiram as diferentes espécies que povoam o planeta Terra?”.

(continua)

Escola	Resposta	Subcategoria	Categoria
AK	AK2: “ <i>Por Deus ou pela explosão do Big Bang</i> ”.	Pensamento criacionista	Religiosa
		Concepção de origem do universo	Científica
	AK5: “ <i>Que Deus criou todas as espécies do planeta</i> ”.	Pensamento criacionista	Religiosa
	AK21: “ <i>Por deus ou pela explosão do Big Bang</i> ”.	Pensamento criacionista	Religiosa
		Concepção de origem do universo	Científica
	AK22: “ <i>Por Deus e pelas mudanças da Terra a cada tempos</i> ”.	Pensamento criacionista	Religiosa
Concepção de passagem de tempo geológico		Científica	
AK23: “ <i>Por deus e adão e eva</i> ”.	Pensamento criacionista	Religiosa	
AKG	AKG1: “ <i>Foi Deus na minha opinião. Para mim na minha opinião Deus foi o que criou todo o Planeta Terra</i> ”.	Pensamento criacionista	Religiosa
	AKG12: “ <i>Nunca pensei que haveria várias espécies diferentes</i> ”.	Sem reflexão anterior sobre o assunto	Sem posicionamento

Quadro 18 – Categorias e respostas à questão 1 da Atividade 1 “Como você acredita que surgiram as diferentes espécies que povoam o planeta Terra?”.

(conclusão)

	AKG27 : “ <i>Nunca parei pra pensar, sempre acreditei que Deus tivesse criado</i> ”.	Pensamento criacionista	Religiosa
	AKG29: “ <i>Nunca pensei, mas acho que uma espécie se cruza com a outra e formam famílias bem diferentes, pela cor, religião e outras coisas</i> ”.	Sem reflexão anterior sobre o assunto	Sem posicionamento
		Pensamento sobre reprodução entre indivíduos de espécies diferentes, gerando uma nova espécie	Concepção errônea
	AKG32: “ <i>Que várias raças foram se misturando e originando varias raças</i> ”.	Pensamento sobre reprodução, ao longo do tempo, entre indivíduos de raça diferentes, gerando novas raças	Científica

Fonte: Autora (2020).

Dentre as respostas dos participantes da escola AKG, o pensamento criacionista apareceu em duas delas (AKG1 e AKG27). Três participantes (AKG12, AKG27 e AKG29) demonstraram pelas suas falas que até então não haviam refletido sobre o assunto. A resposta de AKG12 nos permite pensar que o questionamento não parece tê-lo mobilizado a refletir sobre o assunto no momento da aula, pois a sua fala parece indicar que sua cosmovisão divina a respeito do surgimento das espécies, como todo dogma, não requer questionamento. Já, as respostas de AKG27 e AKG29 indicam que o questionamento lhes promoveu reflexão, mesmo que numa delas tenhamos identificado a concepção errônea de que indivíduos de espécies diferentes gerariam novas espécies. Esta ideia é considerada errônea a partir do momento que assumimos não apenas, mas que a maioria das novas espécies se desenvolve por algum tipo de especiação e não por troca gênica entre indivíduos de espécies diferentes.

Os resultados encontrados no Quadro 18 para a questão “Como você acredita que surgiram as diferentes espécies que povoam o planeta Terra?” são semelhantes ao que descrevem Reis *et al.* (2009) ao abordarem questão semelhante em um trabalho que discute o ensino da teoria da evolução biológica frente a laicidade do estado. Esses autores descrevem e analisam qualitativamente a forma como os alunos se posicionam, e que se assemelha aos resultados obtidos a partir da análise deste trabalho, apontando que “Os alunos apresentaram

uma visão fortemente pautada no criacionismo, ora apropriando-se das explicações científicas e, muitas vezes, mesclando criacionismo e evolucionismo” (RIOS *et al.*, 2009, p. 4).

No ponto em que se almejava que os alunos conhecessem a forma como a diversidade era explicada antes da teoria da evolução, e de outras que a antecederam, ocorreu sem grandes esforços, por que a maioria dos participantes traziam certos saberes de suas vivências.

Apesar de, durante a atividade em sala de aula, a professora pesquisadora ter relatado aos alunos a existência de vestígios que poderiam indicar que o mundo não seria algo fixo, contrariando os pensamentos e pensadores que tinham algum prestígio na sociedade, os alunos participantes não demonstraram conhecer como a forma fixista de explicar o mundo e as diferentes espécies que o compõem começaram a ser modificadas.

### **5.2.2. Crenças sobre a diversidade das espécies com a Atividade 2**

Antes de os alunos terem sido apresentados a uma teoria não fixista (transmutacionismo) que têm por objetivo apresentar uma explicação de como as espécies foram se diversificando no nosso planeta, foi lhes proposta a questão 1 da ficha 1 da Atividade 2 (Apêndice B): “Se o mundo e as espécies que existem nele não foram sempre da mesma maneira, como ele se modificou?”.

A Atividade 2, já no seu título faz um questionamento que coloca em dúvida as teorias apresentadas na Atividade 1: enquanto na primeira atividade se apresenta aos participantes da pesquisa um mundo fixo e, por isso imutável, a segunda atividade traz como título “será que o mundo foi sempre igual?”. Ao fazer esse questionamento, o que se desejou foi provocar dúvida sobre as teorias apresentadas na atividade anterior e abrir caminho para teorias que apresentam o mundo em constante modificação, partindo das ideias trazidas por Lamarck.

Outra característica importante na Atividade 2 é seu caráter transversal que pode ser percebido à medida que se aborda a diversidade entre os seres vivos e suas diferenças, ressaltando-as como algo positivo e não como algo a ser estigmatizado. Para tratar os pontos expostos, além de textos didáticos se lançou mão do uso de um curta-metragem que auxiliou na visualização e compreensão das ideias defendidas por Lamarck, tratando também, de maneira positiva, das diferenças entre os seres vivos através da valorização das peculiaridades de cada um.

A primeira tarefa da Atividade 2 estimulou que os alunos explicassem e revelassem sua crença de como o mundo e os seres vivos se modificaram tendo em vista a ideia de que o mundo e as espécies não são algo fixo, mas que, com o passar dos anos se modificam.

As respostas elaboradas pelos alunos das escolas AK e AKG que contribuíram com esta pesquisa estão apresentadas no Quadros 19.

As respostas dos participantes da escola AK formaram duas categorias que foram denominadas: “científica” e “senso comum”. Os participantes AK2, AK5 e AK21 mencionam a palavra evolução em suas respostas, mas não no sentido científico que compreende evolução como “mudanças entre gerações de uma linhagem de população” (RIDLEY, 2006, p. 28); o uso da palavra evolução por estes alunos parece fazer referência ao progresso e as transformações que tornam algo mais complexo e, portanto, melhor. O sentido que ganha a palavra evolução, nestes casos, acaba remetendo a uma compreensão mais popular da palavra. Por este motivo a categoria em que suas respostas foram postas é chamada de “senso comum”.

Carletti e Massarini (2011) realizaram um trabalho em que investigavam o que pensavam crianças de 10 anos sobre alguns tópicos de evolução biológica e destacam que o uso da palavra evolução fora da compreensão esperada para o contexto da teoria evolucionista proposta por Darwin e Wallace, por parte dos alunos, pode ser atribuída ao fato destes “não terem tido contato formal com o ensino de evolução biológica e, ao mesmo tempo, por ouvirem adultos, desenhos e outras fontes de informação utilizando a palavra com o sentido de transformação e progresso” (CARLETTI; MASSARINI, 2011, p. 220). O que remete a formação dos sujeitos de maneira histórico-cultural como proposto por Vigotsky.

As respostas dos participantes AK22 e AK23 foram classificadas como “científica”, pois apresentam em seus conteúdos um elemento que é importante dentro da teoria evolucionista que é a passagem do tempo. Não é identificável que estes participantes tenham a real compreensão da passagem de tempo geológico, mas parecem reconhecer que a passagem do tempo junto a pequenas mudanças poderiam originar diversidade de espécies.

Quadro 19 – Categorias e respostas à questão 1 da Atividade 2 “Se o mundo e as espécies que existem nele não foram sempre da mesma maneira, como ele se modificou?”

(continua)

Escola	Resposta	Subcategoria	Categoria
	AK2: “ <i>Ele vão evoluindo cada vez mais</i> ”.	Concepção alternativa	Senso comum

Quadro 19 – Categorias e respostas à questão 1 da Atividade 2 “Se o mundo e as espécies que existem nele não foram sempre da mesma maneira, como ele se modificou?”

(conclusão)

AK	AK5: “ <i>Eles vão evoluindo cada vez mais ou seja teve uma evolução</i> ”.	Concepção alternativa	Senso comum
	AK21: “ <i>Eles vão evoluindo cada vez mais</i> ”.	Concepção alternativa	Senso comum
	AK22: “ <i>Conforme os tempos que passaram foram mudando e modificou as espécies</i> ”.	Relação com o tempo	Científica
	AK23: “ <i>Pelo passar dos anos e pela genética</i> ”.	Relação com o tempo	Científica
AKG	AKG1: “ <i>Com o andar do tempo, aí nós evoluímos até o máximo. Não mudamos a anos</i> ”.	Relação com o tempo	Científica
		Concepção alternativa	Senso comum
	AKG12: “ <i>Acho que ocorreu uma mutação</i> ”.	Mutação	Científica
	AKG27: “ <i>Eu acho que é por causa das catástrofes que houve e isso o modificou</i> ”.	Catastrofismo	Concepção errônea
	AKG29: “ <i>Se modificou através ao longo do tempo</i> ”.	Relação com o tempo	Científica
	AKG32: “ <i>Com a junção de DNA diferentes ocasionando uma mesma espécie modificada ou uma outra espécie.</i> ”	Cruzamento entre espécies diferentes	Concepção errônea

Fonte: Autora (2020).

As respostas dos participantes da escola AKG para a questão 1 da Atividade 2 foram categorizadas como “científica”, de “senso comum” e “concepção errônea” (Quadro 19). Os participantes AKG1 e AKG29 apresentam-se dentro da categoria científica, na subcategoria relação com o tempo. Esses alunos parecem ter percepções semelhantes aos participantes AK22 e AK23 da escola AK, fazendo menção a passagem do tempo como um critério importante para a existência da diversidade no planeta. O participante AKG1 também apresenta uma concepção alternativa (fora do contexto descrito na teoria evolucionista) para a palavra evolução quando escreve “evoluímos até o máximo” fazendo claramente menção ao

progresso e ao desenvolvimento e não a descendência com modificação, o que faz com seu texto também pertença à categoria senso comum.

A resposta de AKG27 fez uso de uma teoria que, em seu tempo, tentou explicar a diversidade dos seres vivos, chamada de teoria catastrófica, proposta, entre tantos, por Cuvier que acreditava que de tempos em tempos existiam catástrofes que eliminavam a vida na Terra a qual, logo após, seria divinamente reposta. Por este motivo sua resposta foi categorizada como uma concepção errônea, dentro da subcategoria catastrofismo. Vale dizer que essa teoria foi mencionada em aula na Atividade 1 e retomada no início da Atividade 2, como é possível perceber na transcrição:

*Professora fala:*

— [...] em compensação a gente teve o Couvier, lembram dele? Como é que ele explicava que alguns seres vivos apareciam apenas em forma de fósseis?

*O participante AKG8:*

— Era por causa das catástrofes!

[...]

*Professora pergunta:*

— Como foi chamada a última catástrofe que se acredita ter acontecido?

*Alguns participantes respondem:*

— Dilúvio!

O participante AKG32 tentou elaborar uma resposta para a existência da diversidade propondo que ao propiciar a mistura de diferentes DNA seria possível originar seres com características diferentes ou mesmo uma nova espécie o que cientificamente é considerado uma concepção errada (Quadro 19). Esse pensamento se assemelha ao que foi encontrado pelos participantes AKG27 e AKG29 na Atividade 1 sobre uma concepção errônea de espécie (Quadro 18).

O participante AKG12 teve seu texto categorizado como científico sendo que está subcategorizado em mutação (Quadro 19), pois fez uso de um termo utilizado dentro da genética, mutação, mesmo sem esclarecer se tem consciência do que este conceito significa.

Os participantes da pesquisa fizeram uso de diferentes meios para explicar como a diversidade no planeta aconteceu. Algumas das construções misturam saberes que trazem alguns conhecimentos que tem alguma base científica, mesmo que de maneira não assertiva, e outros conhecimentos de senso comum. Em geral, fica claro que os participantes acreditam que os seres vivos passaram por evolução, no sentido de melhoramento e progresso, que aconteceu com o passar do tempo e que, por vezes passaram por algum tipo de mutação, ou

por cruzamento entre espécies, além da possibilidade de extermínio e reposição de seres vivos por alguma entidade superior.

### 5.3 Elaborações conceituais dos alunos com a Atividade 2

#### 5.3.1 Uso e desuso e caracteres adquiridos identificados pelos alunos na Atividade 2

Uma explicação científica para a diversidade das espécies é apresentada nos princípios de Lamarck, os princípios do uso e desuso e dos caracteres adquiridos. Como já descrito no planejamento da Atividade 2, o curta-metragem *Menina Bonita do Laço de Fita* foi inserido nesta atividade como forma de reforçar e possibilitar ao aluno identificar o conjunto de preposições trazidas por Lamarck, bem como fortalecer as diferenças entre os seres vivos como algo positivo e não estigmatizado. Para tanto, a segunda tarefa apresentada durante a Atividade 2 (questão 2, ficha 2 do Apêndice B) pedia que os participantes identificassem na animação os princípios teóricos sobre a diversidade das espécies defendidos por Lamarck.

A análise das respostas dos participantes da escola AK gerou grande frustração, pois todos foram categorizados como fora do contexto (Quadro 20). Nenhum dos alunos considerados participantes da pesquisa dessa escola fez menção aos princípios defendidos por Lamarck (uso e desuso e herança dos caracteres adquiridos).

Quadro 20 – Categorias e respostas à questão 2 da Atividade 2 “Que crenças trazidas por Lamarck puderam ser observadas durante o filme assistido?”

(continua)

Escola	Resposta	Subcategoria	Categoria
AK	AK2: “ <i>Coelho branco e coelha negra</i> ”.	Descontextualizada	Fora do contexto científico apresentado
	AK5: “ <i>Coelho branco e menina preta</i> ”.	Descontextualizada	Fora do contexto científico apresentado
	AK21: “ <i>Coelho branco e coelha preta</i> ”.	Descontextualizada	Fora do contexto científico apresentado
	AK22: “ <i>Que a cor do coelho vem da genética de seus parentes</i> ”.	Descontextualizada	Fora do contexto científico apresentado
	AK23: “ <i>Ao decorrer dos anos</i> ”	Descontextualizada	Fora do contexto científico apresentado

Quadro 20 – Categorias e respostas à questão 2 da Atividade 2 “Que crenças trazidas por Lamarck puderam ser observadas durante o filme assistido?”

(conclusão)

AKG	AKG1: “ <i>O coelho tentando mudar a sua cor</i> ”.		Uso e desuso
	AKG12: “ <i>Que não a jeito de mudar a sua cor com tintas. E você quer ter filhos pretos procure uma mulher preta</i> ”.		Uso e desuso
	AKG27: “ <i>Lei de transmissão dos caracteres adquiridos</i> ”.		Herança de caractere adquirido
	AKG29: “ <i>Lei da transmissão dos caracteres adquiridos</i> ”.		Herança de caractere adquirido
	AKG32: “ <i>A lei do uso e desuso e a lei de transmissão dos caracteres adquiridos</i> ”.		Uso e desuso
			Herança de caractere adquirido

Fonte: Autora (2020).

Ao tentar compreender as respostas apresentadas no Quadro 20 para os participantes da escola AK, podemos supor provável lacuna no processo de ensino-aprendizagem sobre os princípios teóricos propostos por Lamarck ou a não adequação do curta-metragem para ensinar sobre os pressupostos de Lamarck. Recorremos ao diário de campo da professora-pesquisadora, em que se pode ler o seguinte relato:

*“Nesta aula tive um pouco mais de dificuldade para manter a turma envolvida no assunto que estava sendo apresentado e por vezes foi um pouco difícil conduzir na forma oral alguns pensamentos. Os alunos acompanharam de forma atenta a leitura do texto que tratava sobre o assunto da aula, porém, não fizeram nenhum questionamento.*

*Durante a exibição do curta metragem os alunos pararam e prestaram atenção, até mesmo pedindo que fosse exibido novamente.*

*Quanto as ideias apresentadas por Lamarck a todo momento, alguns alunos, deixaram claro terem conhecimento da importância da genética e da hereditariedade para as características físicas de um indivíduo, porém em rápida leitura da questão 2 da Ficha 2 (atividade 2) foi possível perceber que a maioria dos alunos não reconheceu relações entre os escritos de Lamarck e as ações feitas pelo coelho durante a exibição do curta. [...]”.*

Ao ler novamente o diário é possível perceber algumas passagens que inspiram atenção. Poderíamos destacar apenas o trecho do texto em que a professora afirma ter dificuldades para manter o envolvimento da turma. Mas outros dois trechos provocam reflexões mais interessantes, por exemplo, o fato das considerações apontarem a percepção da professora de que os alunos estavam atentos à leitura não garantiu a compreensão do que estava sendo tratado, ou que, posteriormente, os participantes fossem bem sucedidos em observar os princípios de Lamarck na animação. Outra parte que vale destacar é a passagem, do diário de campo, em que é constatado que os alunos não levantaram qualquer questionamento sobre o assunto. A falta de dúvidas pode servir de indicador de falta de envolvimento dos alunos (conforme o trecho em destaque do diário de campo) ou mesmo de não ter havido ao menos uma compreensão inicial do assunto que se está discutindo. Talvez esses destaques expliquem o grande número de unitarizações que fugiram do contexto da questão no caso da escola AK.

A literatura consultada não chamava atenção para qualquer dificuldade na compreensão dos princípios elencados por Lamarck e, muitas vezes, apontavam que estes princípios tendiam a serem compreendidos e a perdurarem por certo tempo. Um estudo realizado com professores de Biologia por Oleques *et al.* (2011) traz, entre outros resultados, que professores tem atrelado certas características físicas dos seres vivos à ideia de finalidade, permitindo inferir a influência de Lamarck a partir de uma visão teleológica sobre evolução que encontraria no princípio do uso e desuso subsídios para sua existência.

Embora, através da análise do questionário, em que se buscava a identificação dos princípios de Lamarck na animação, os alunos não tenham expressado a observação destes princípios, a fala de dois deles leva a crer que houve uma aproximação da compreensão dos seus pressupostos. Ao comentar o texto entregue e lido pela professora, que falava dos princípios de Lamarck, dois alunos em diálogo fizeram os comentários:

*[...] professora pergunta:*

*—E se eu perder um dedo, meu filho vai nascer sem um dos dedos?*

*O participante AK3 responde:*

*—Não! Por que a gente não nasceu assim!*

*O participante AK12 também participa:*

*— Mesma coisa assim ó! Se a senhora tivesse perdido o dedo, não ia crescer outro dedinho no lugar! [...]*

Na passagem em que o primeiro aluno ressalta “a gente não nasceu assim”, parece estar fazendo referência ao fato de que só podemos transmitir aos nossos descendentes aquilo

que de alguma forma está presente em nosso DNA. Essa fala leva a percepção de que caracteres adquiridos não podem ser transmitidos. E o trecho “Se a senhora tivesse perdido o dedo, não ia crescer outro dedinho no lugar!” remete a ideia de que mesmo existindo uma força interior que ressaltasse a importância deste dedo ao organismo, este não seria capaz de produzir outro, alinhando-se a descrença no pressuposto do uso e desuso. No recorte dessas duas colocações é possível interpretar que estes dois alunos, a sua maneira, entenderam as ideias de Lamarck e que são capazes de discordar delas relatando alguns exemplos.

O Quadro 20 também apresenta os resultados obtidos no caso da escola AKG. Mesmo que de modos diferentes, os participantes conseguiram identificar no curta-metragem os princípios expostos por Lamarck. Os participantes AKG1 e AKG12 observaram o princípio do uso e desuso, AKG27 e AKG29 constataram o princípio da herança dos caracteres adquiridos e AKG32 identificou os dois princípios de Lamarck no curta-metragem.

Durante a Atividade 2 na escola AKG destaca-se, entre outros diálogos, o que professora-pesquisadora e aluno comentam sobre o curta-metragem tendo em vista os pressupostos de Lamarck:

*[...] alunos assistem ao curta. Ao término a professora pergunta:*

*— E aí, gostaram? Vocês conseguiram identificar no vídeo alguma situação onde o coelho e a menina pareceram fazer uso das teorias expostas por Lamarck?*

*O participante AKG27 responde:*

*— Sim! Por que a guria mandou ele tomar café e aí ele foi lá fez café e tomou pra tentar ficar igual a ela, mas não ficou. [...]*

Com a observação destes princípios a partir da animação, foi possível inferir que os alunos identificaram as ideias de Lamarck. Dentro da ideia da formação de conceitos genuínos trazidos por Vigotsky (2001), é apresentada a concepção de conceitos potenciais, que “podem ser formados, tanto na esfera de pensamento perceptual, como na esfera do pensamento prático” (VIGOTSKY, 2001, p. 184). A importância dos conceitos potenciais é que eles possuem determinadas estruturas cognitivas que dificilmente serão substituídas, o que aumenta a possibilidade da formação de um conceito genuíno.

É perceptível a diferença do número de unitarizações que foram categorizadas como fora do contexto, comparando-se as respostas dos participantes das duas escolas, alertando que nem todos os fatores podem ser contemplados e controlados em uma sequência didática. Por esse motivo, a condução da aula pelo professor é importante, pois a ele cabe mediar a aprendizagem, perceber as dificuldades tanto do ensino quanto da aprendizagem, mas sem deixar de citar que o aluno também deve estar mobilizado para a aprendizagem. Oliveira *et al.*

(2017), em investigação sobre a abordagem de professores no ensino da teoria da evolução nas series finais do Ensino Fundamental, mostram que entre os fatores que dificultam a aprendizagem desta temática está a indisciplina e o déficit de atenção dos alunos.

A terceira tarefa proposta dentro da Atividade 2 (questão 3, da ficha 2 do Apêndice B) solicitava aos participantes que explicassem o(s) motivo(s) que fizeram com que o coelho não obtivesse sucesso em seu desejo de modificar a sua cor. A questão proposta aos participantes foi “Por que o coelho, durante suas diversas tentativas de modificar sua cor utilizando fatores externos, não conseguiu atingir seu objetivo?”. As respostas a essa questão estão apresentadas no Quadro 21.

As respostas elaboradas pelos participantes da escola AK para essa questão foram classificadas em uma única categoria denominada “científica”, sendo que AK2, AK21, AK22 e AK23 respondem ao questionamento de modo a criar um argumento que sustente seu posicionamento, constituindo a primeira subcategoria, e AK5 apenas apresenta um fato sem tentar dar maior sustentação ao seu posicionamento. Dentro do que propõe Toulmin (Figura 2), a construção de AK5 apresenta apenas dados, sem apresentar nenhuma conclusão.

Todas as respostas dos participantes da escola AK foram categorizadas como científicas por que apresentaram em sua estrutura o uso de termos considerados científicos. Apesar de não conhecermos ao certo se o aluno possui compreensão correta do conceito, é possível perceber que possuem um entendimento prévio de que a genética de cada indivíduo interfere nas suas características físicas. As prováveis causas que justificam o aparecimento do termo “genética” nas elaborações dos participantes passam pela fala da professora pesquisadora que ao contestar os pressupostos de Lamarck ressaltou que as nossas características físicas (fenótipo) estão ligadas as informações que temos em nossa estrutura de DNA (genótipo) e que, portanto, nossas características físicas dependiam de nossa genética. Além disso, há a menção da palavra “genética” em um diálogo entre os coelhos no curta-metragem.

Quadro 21 – Categorias e respostas à questão 3 da Atividade 2 “Por que o coelho, durante suas diversas tentativas de modificar sua cor utilizando fatores externos, não conseguiu atingir seu objetivo?”.

(continua)

Escola	Resposta	Subcategoria	Categoria
	AK2: “ <i>Por que a genética do coelho não</i>	Explica e a	Científica

Quadro 21 – Categorias e respostas à questão 3 da Atividade 2 “Por que o coelho, durante suas diversas tentativas de modificar sua cor utilizando fatores externos, não conseguiu atingir seu objetivo?”.

(conclusão)

AK	<i>era a mesma da menina”.</i>	argumento	
	AK5: “ <i>Por causa da genética</i> ”.	Explica e apresenta argumento	Científica
	AK21: “ <i>Por que a genética do coelho não era a mesma da menina</i> ”.	Explica e apresenta argumento	Científica
	AK22: “ <i>Por que vem da genética de sua família sua cor</i> ”.	Explica e apresenta argumento	Científica
	AK23: “ <i>Porque a família dele era toda branca ele herdou de família</i> ”.	Explica e apresenta argumento	Científica
AKG	AKG1: “ <i>Porque ele já nasceu branco e isso é a genética</i> ”.	Explica e apresenta argumento	Científica
	AKG12: “ <i>Por que não tinha características</i> ”.	Explica mas não apresenta argumento	Científica
	AKG27: “ <i>Pois a genética dele é de coelhos brancos</i> ”.	Explica e apresenta argumento	Científica
	AKG29: “ <i>Por que ele não tem a genética</i> ”.	Explica mas não apresenta argumento	Científica
	AKG32: “ <i>Porque ele estava tentando mudar a sua física</i> ”	Explica e apresenta argumenta	Científica

Fonte: Autora (2020).

As respostas dos participantes da escola AKG a essa questão foram semelhantes às respostas dos participantes na escola AK (Quadro 21). Os participantes AKG1, AKG27 e AKG32 responderam de forma a explicar o motivo do coelho não ter êxito em sua empreitada e tentam dar sustentação ao motivo apontado por meio de argumentos. Por outro lado os participantes AKG12 e AKG29 explicam o motivo do coelho não ter conseguido mudar a sua cor, mas não trazem argumentos que sustentem esta posição. Segundo o modelo de Toulmin (Figura 2), essas respostas constituem duas subcategorias: a primeira que engloba respostas que se caracterizam como um argumento e a segunda subcategoria de respostas que não apresentam um argumento.

A quarta pergunta que constitui a Atividade 2 (questão 4, ficha 2 do Apêndice B) questiona “Haveria alguma possibilidade do coelho conseguir transformar sua cor? Por quê?”. As respostas dos participantes podem ser vistas no Quadro 22. Todos os participantes negaram a possibilidade do coelho conseguir mudar a sua cor e foram categorizadas como negativas. Todos os participantes da escola AK apresentaram um argumento para dar sustentação e justificar a resposta negativa para o questionamento principal.

No caso da escola AKG, os participantes AKG1, AKG12, AKG29 e AKG32 apenas responderam a questão principal e não argumentaram sobre o motivo do coelho não conseguir modificar a sua cor. Apenas o participante AKG12 elaborou um argumento apontando que a genética seria a razão do coelho não conseguir ter a cor de sua pelagem modificada. Esse fato desperta um sinal de alerta, pois, o argumento é um instrumento para o desenvolvimento do pensamento científico, em especial para a biologia. No caso do ensino-aprendizagem, a argumentação faz com que o aluno exercite sua capacidade de estabelecer conexões entre distintos conhecimentos e vivências, expondo-os de maneira organizada e facilitando o reconhecimento de seus saberes (SASSERON; CARVALHO, 2011).

Quadro 22 – Categorias e respostas à questão 4 da Atividade 2 “Haveria alguma possibilidade do coelho conseguir transformar sua cor? Por quê?”.

(continua)

Escola	Resposta	Subcategoria	Categoria
AK	AK2: “ <i>Não. Por que a genética não era a mesma</i> ”.	Negativo, apresenta argumento científico	Negativo
	AK5: “ <i>Não. Porque ele não era da cor da pele da menina</i> ”.	Negativo, apresenta argumento científico	Negativo
	AK21: “ <i>Não Por que a genética não era a mesma</i> ”.	Negativo, apresenta argumento científico	Negativo
	AK22: “ <i>Não por que vem da genética</i> ”.	Negativo, apresenta argumento científico	Negativo
	AK23: “ <i>Não Porque a família dele não era preta e sim toda branca</i> ”.	Negativo, apresenta argumento científico	Negativo
AKG	AKG1: “ <i>Não</i> ”.	Negativo, não apresenta argumento	Negativo
	AKG12: “ <i>Não</i> ”.	Negativo, não apresenta argumento	Negativo

Quadro 22 – Categorias e respostas à questão 4 da Atividade 2 “Haveria alguma possibilidade do coelho conseguir transformar sua cor? Por quê?”.

(conclusão)

	AKG27: “ <i>Não, pois é da sua genética</i> ”.	Negativo, apresenta argumento científico	Negativo
	AKG29: “ <i>Não</i> ”.	Negativo, não apresenta argumento	Negativo
	AKG32: “ <i>Não</i> ”.	Negativo, não apresenta argumento	Negativo

Fonte: Autora (2020).

A questão 5 desta atividade trazia a seguinte pergunta: “Por que o coelho conseguiu ter filhos na cor desejada?”. Todos os participantes da escola AK (Quadro 23) conseguiram elaborar uma explicação para o fato do coelho ter conseguido ter uma filha na cor desejada; as explicações, sem exceção, incluíram o fato do coelho ter se relacionado com uma coelhinha pretinha. Este fato evidencia um conhecimento quase que empírico sobre cruzamento genético que teria como produto, no mínimo, um indivíduo com características físicas semelhantes aos dois progenitores.

Quadro 23 – Categorias e respostas à questão 5 da Atividade 2 “Por que o coelho conseguiu ter filhos na cor desejada?”.

(continua)

Escola	Resposta	Subcategoria	Categoria
AK	AK2: “Por que ele teve filhos com a coelha negra”.	Explica o fato	Cruzamento genético
	AK5: “Por que ele teve filhos com uma coelha negra”.	Explica o fato	Cruzamento genético
	AK21: “Por que ele teve filhos com uma coelha negra”.	Explica o fato	Cruzamento genético
	AK22: “Por que ele se casou com uma coelha pretinha e ele era branquinho”.	Explica o fato	Cruzamento genético
	AK23: “Por que ele era casado com uma coelha pretinha”.	Explica o fato	Cruzamento genético

Quadro 23 – Categorias e respostas à questão 5 da Atividade 2 “Por que o coelho conseguiu ter filhos na cor desejada?”.

(conclusão)

AKG	AKG1: “ <i>Porque ele se casou com uma coelhinha pretinha e conseguiu ter uma filha daquela cor</i> ”.	Explica o fato e argumenta	Cruzamento genético
	AKG12: “ <i>Por que conquistou uma coelha preta</i> ”.	Explica o fato	Cruzamento genético
	AKG27: “ <i>Pois ele casou-se com uma coelha que não era da mesma cor que ele</i> ”.	Explica o fato	Cruzamento genético
	AKG29: “ <i>Por que ele se casou com uma coelha pretinha</i> ”.	Explica o fato	Cruzamento genético
	AKG32: “ <i>Porque ele conseguiu uma pessoa da cor e genética adequada</i> ”.	Explica o fato	Cruzamento genético

Fonte: Autora (2020).

Os participantes da escola AKG responderam ao questionamento de maneira muito semelhante aos da escola AK. Mesmo que nos textos escritos pelos participantes não se constate as palavras “cruzamento genético”, se pode inferir que os participantes de ambas escolas percebem que indivíduos fenotipicamente semelhantes, ao se cruzarem, geram indivíduos semelhantes entre si, e, para que o coelho tivesse descendentes com um fenótipo parecido com o da menina bonita ele precisaria realizar um cruzamento genético com uma coelha semelhante a menina.

Através das análises das fichas, dos registros no caderno de campo e dos registros audiovisuais é possível avaliar que as intervenções, até aqui, têm se mostrado relevantes para que os alunos conhecessem e fossem capazes de, se não na sua totalidade ao menos em parte, identificar os princípios trazidos por Lamarck, pois a sequência didático-pedagógica constituída por leitura instrutiva, uso do curta-metragem e atuação da professora-pesquisadora contribuíram para que os objetivos educacionais propostos até aqui fossem alcançados.

#### 5.4 Indo além do transmutacionismo de Lamarck na Atividade 2: questões étnico-raciais

A questão 6 da Atividade 2 pretende capturar a opinião dos participantes sobre a importância da existência de diversidade na cor dos coelhos. As respostas dos participantes de ambas as escolas podem ser lidas no Quadro 24.

As respostas dos participantes da escola AK foram divididas em duas categorias. A primeira categoria denominada “indiferente” traz as respostas dos participantes AK2, AK21, AK22 e AK23; estes participantes parecem ter a percepção de que as diferenças físicas são apenas a manifestação do genótipo, o que permite que compreendam a diversidade como uma característica biológica sem tecer qualquer outra consideração sobre a pergunta que foi feita. O participante AK5, apesar de não comunicar diretamente sua visão sobre diversidade, parece considerar a diversidade de coelhos como algo positivo, pois associa sua existência com a evolução do mundo, não dentro da ideia presente na teoria da evolução, mas no sentido de progresso.

Com relação as respostas dos participantes da escola AKG (Quadro 24), estas foram divididas em quatro categorias em que, na primeira, chamada de “sem posicionamento” o participante KG29 apenas escreveu: “não sei”; AKG32 respondeu que não faz sentido frente ao questionamento levantado e, por isso, foi categorizada como “fora do contexto” constituindo a segunda categoria. O participante AKG1 compreende que a diversidade entre os coelhos é importante para garantir certa beleza a estes seres, aparentemente associando a diversidade a questões estéticas/filosóficas, o que compreende a terceira categoria. A quarta categoria, chamada de “cultural /social” traz a resposta de dois participantes (AKG27 e AKG32) que parecem associar a diversidade da cor dos coelhos a algo positivo e que deve ser valorizado como algo que traz benefícios ao grupo.

Quadro 24 – Categorias e respostas à questão 6 da Atividade 2 “Na sua opinião, qual a importância de existir diversidade na cor de coelhos?”.

(continua)

Escola	Resposta	Subcategoria	Categoria
AK	AK2: “ <i>Conforme genética passada pelos pais deles</i> ”.	Diferença como característica biológica	Indiferente
	AK5: “ <i>Para o mundo evoluir</i> ”.	Diferença como garantia de progresso	Positiva

Quadro 24 – Categorias e respostas à questão 6 da Atividade 2 “Na sua opinião, qual a importância de existir diversidade na cor de coelhos?”.

(conclusão)

	AK21: “ <i>Por que uns puxaram ao Pai e a outra puxou a Mãe</i> ”.	Diferença como característica biológica	Indiferente
	AK22: “ <i>Nem uma a coelhinha pretinha puxou a genética da mãe dela</i> ”.	Diferença como característica biológica	Indiferente
	AK23: “ <i>Por que cada um tem sua cor</i> ”	Diferença como característica biológica	Indiferente
AKG	AKG1: “ <i>Seria feio ter coelhos só de duas cores</i> ”	Beleza	Estética/Filosófica
	AKG12: “ <i>Conseguir uma coelha na cor desejada</i> ”	Fora do contexto	Fora do contexto
	AKG27: “ <i>Para dar uma diferenciada e um molejo na situação</i> ”.	Reforço sobre diversidade	Cultural/Social
	AKG29: “ <i>Não sei</i> ”.	Sem posição	Sem posicionamento
	AKG32: “ <i>Porque eu acho importante ter coelhos de varias cores assim como as pessoas</i> ”.	Reforço sobre diversidade	Cultural/Social

Fonte: Autora (2020).

A 7ª pergunta da Atividade 2 questionava o motivo do coelho branco desejar ser preto. O Quadro 25 apresenta as respostas dos participantes. A análise dos dois casos apresentou categorias homônimas (estética e científica), porém na categoria estética identificaram-se subcategorias distintas.

Quanto a intervenção na escola AK, o participante AK5 sugere que o coelho gostaria de ser preto apenas para poder gerar filhos semelhantes a “Menina Bonita”, relatando um motivo biológico para dar conta de sua necessidade, por isso a resposta foi caracterizada como “científica”. A mesma situação ocorreu com a intervenção na escola AKG com o participante AKG12. Os outros participantes da escola AK (AK2, AK21, AK22 e AK23) tiveram suas

respostas categorizadas como “estética”, pois indicam que o coelho deseja ser preto por gostar da cor da menina ou apenas gostar dela sem mencionar a sua cor.

A categoria estética, no caso dos participantes da escola AKG, além de expor que o coelho gostava da menina e da sua cor (como para AKG1, AKG27 e AKG32), também expressa a vontade do coelho desejar ser diferente, como no caso do participante AKG29.

O fato dos alunos perceberem, que o coelho branco desejava ser da cor preta, tendo a “Menina Bonita” como ideal de beleza é interessante, pois a beleza, na visão dos participantes, poderia estar desvinculada a figura da pessoa negra. Essa associação de beleza nem sempre é facilmente encontrada em animações ou na literatura, mas no caso do livro de Ana Maria Machado, *Menina Bonita do Laço de Fita*, transformado em animação, a menina negra que é a protagonista da história é apresentada como alguém de grande beleza e notoriedade. Para Rosa e Rosa (2017, p.76), “A descrição da menina vai contra tudo o que a sociedade define como belo e bom, já que, no imaginário popular, está introjetada a imagem do negro como símbolo de feiura e demonização”.

Quadro 25 – Categorias e respostas à questão 7 da Atividade 2 “Qual seria o motivo do coelho branco desejar ser preto?”.

(continua)

Escola	Resposta	Subcategoria	Categoria
AK	AK2: “ <i>Acho que ele gostou da cor da menina</i> ”.	Gostar da cor da menina	Estética
	AK5: “ <i>Para ter filhos pretos igual a menina</i> ”.	Genética	Científica
	AK21: “ <i>Acho que gostava da cor</i> ”.	Gostar da cor da menina	Estética
	AK22: “ <i>Para ser igual a menina do laço de fita</i> ”.	Gostar da menina	Estética
	AK23: “ <i>Por que ele achava bonito e por que ele era diferente</i> ”.	Gostar da cor da menina	Estética
AKG	AKG1: “ <i>Por que ele achava a menina do laço de fita bonita e queria ser pretinha igual a ela</i> ”.	Gostar da cor da menina	Estética
	AKG12: “ <i>Queria ter uma filha preta</i> ”.	Genética	Científica
	AKG27: “ <i>Pois seria uma cor diferente da dele, ai ele desejaria ser diferente</i> ”.	Gostar da cor da menina	Estética
	AKG29: “ <i>Por que ele era branco e no caso ele</i> ”.	Desejar ser	Estética

Quadro 25 – Categorias e respostas à questão 7 da Atividade 2 “Qual seria o motivo do coelho branco desejar ser preto?”.

(conclusão)

	<i>queria mudar sua cor para preto”.</i>	diferente	
	AKG32: “ <i>Por que ele gostava daquela cor</i> ”.	Gostar da cor da menina	Estética

Fonte: Autora (2020).

A questão 8, última questão da Atividade 2, pergunta se o coelho seria beneficiado ou prejudicado por desejar trocar de cor, e o motivo. O Quadro 26 apresenta as respostas dos participantes.

Das respostas dos participantes da escola AK, emergiam duas categorias. Na primeira, ficaram incluídas as unitarizações que expressavam que para o coelho seria indiferente ser da cor preta ou branca (AK2, AK5, AK21 e AK23). É importante salientar que todos os participantes elaboraram um argumento para dar sustentação a sua opinião e, na maioria das vezes, os argumentos trazem a ideia de que cada um deve aceitar suas características físicas e isto não deveria interferir na maneira como a sociedade percebe cada indivíduo. O participante AK22 percebe que o coelho seria prejudicado, mas, seu argumento traz uma questão científica, pois o participante compreende que, apesar do coelho realizar inúmeras tentativas para modificar a sua cor, a prática seria impossível por questões de genética.

O participante AK23 faz uma consideração importante “[...] tem nada a ver, ser preto é normal”. Parece que sua resposta trouxe a percepção de que o fato do coelho se tornar preto poderia acarretar, de alguma forma, certa desvantagem para o coelho branco, sendo necessário o esclarecimento de que ser preto é normal. O participante através da sua colocação deixa transparecer que poderia existir visões que não considerassem normal e adequado ser preto.

Na literatura, algumas vezes a figura do negro é apresentada de maneira simplificada e estereotipada de maneira a apresentar uma normativa de como a figura do ser negro devesse ser e parecer. Para França (2008), a obra de Machado (1986) mostra a figura do ser negro para além dos estereótipos mais comuns e defende que a representação do negro, na literatura, deve apresentá-lo como “um ser humano normal e complexo, que não está nem acima nem abaixo de outros sujeitos” (FRANÇA, 2008, p.115). De alguma maneira, França parece desejar que esta percepção trazida por Machado de ver e perceber o negro também seja encontrada em toda a sociedade.

Quadro 26 – Categorias e respostas à questão 8 da Atividade 2 “Na sua opinião, o coelho seria beneficiado ou prejudicado por desejar ser da cor preta? Por quê?”.

Escola	Resposta	Subcategoria	Categoria
AK	AK2: “ <i>Não por que cada um tem seu estilo de pele</i> ”.	Com argumento	Indiferente
	AK5: “ <i>Não por que cada um tem o seu estilo de pele. E ninguém tem nada que ver com isso.</i> ”.	Com argumento	Indiferente
	AK21: “ <i>Não por que cada um tem seu estilo de pele</i> ”.	Com argumento	Indiferente
	AK22: “ <i>Prejudicado porque ele ia tentar ficar preto e não conseguia nunca</i> ”.	Com argumento	Prejudicado
	AK23: “ <i>Não por que tem nada a ver, ser preto é normal</i> ”.	Com argumento	Indiferente
AKG	AKG1: “ <i>Beneficiado que ele gostava daquela cor e queria ser igual</i> ”.	Com argumento estético/filosófico	Beneficiado
	AKG12: “ <i>Não haveria jeito de mudar a sua cor deveria encontrar uma coelha da cor preta</i> ”.	Fora do contexto	Fora do contexto
	AKG27: “ <i>Não. Não</i> ”	Fora do contexto	Fora do contexto
	AKG29: “ <i>Não por que não.</i> ”	Fora do contexto	Fora do contexto
	AKG32: “ <i>Seria prejudicado porque poderia afetar a genética.</i> ”	Com argumento científico	Prejudicado

Fonte: Autora (2020).

Na intervenção realizada na escola AKG, o participante AKG1 teve a compreensão de que o coelho seria beneficiado e o argumento utilizado para fundamentar sua opinião passa por questões estéticas e filosóficas, justifica que o coelho gostava daquela cor e desejava ser igual a menina. O participante AKG32 compreende que o coelho seria prejudicado pois poderia ter algum dano a sua saúde. Os participantes AKG12, AKG27 e AKG29 responderam a questão de forma um tanto descontextualizada.

Em linhas gerais, os objetivos de aprendizagem que eram de conhecer e identificar os princípios de Lamarck e, de maneira transversal, fazer com que os alunos percebessem e valorizassem as diferenças, não as considerando como estigma, foi alcançado, se não para a totalidade dos participantes, pelo menos para parte deles. Embora em uma das intervenções o curta-metragem não tenha sido suficiente para que os alunos percebessem as premissas

propostas por Lamarck para explicar a diversidade dos seres vivos, o conjunto da atividade, propiciou que os alunos as conhecessem e as identificassem.

Especificadamente na questão transversal, que trata sobre as diferenças e que busca ressaltar sua importância e valor em detrimento da formação e reforço de estigmas, a Atividade 2 também mostrou-se bem sucedida, pois os alunos demonstraram a compreensão que o fato do coelho desejar ser da cor da “Menina Bonita” poderia acarretar, a ele, prejuízos apenas físicos, sem relatar qualquer outro tipo de perda. Esta posição dos participantes, de relatar questões científicas sobre a mudança de cor do coelho pode significar que os participantes compreenderam a questão científica que envolve a história narrada no curta-metragem ou que o modo como o curta-metragem apresenta a “Menina Bonita”, ressaltando suas qualidades e a apresentando-a como um ser complexo, não deixou espaço para estigmas que incluíssem a sua cor de pele.

Quanto a valorização da diversidade não é possível dizer que foi garantida ou demonstrada nas respostas dos participantes, porém não houve qualquer tipo de depreciação.

## **5.5 Noções conceituais identificadas com o uso de jogos nas Atividades 4 e 6**

Nesta subseção, tratamos da implementação dos jogos para simular fenômenos biológicos como a camuflagem e a seleção natural. A proposta dos jogos foi proporcionar uma aproximação entre os alunos e os fenômenos biológicos que estavam sendo estudados, tendo a compreensão de que a vivência das situações propostas nos jogos poderia facilitar a aprendizagem dos conceitos dos fenômenos envolvidos.

### **5.5.1 O jogo da camuflagem da Atividade 4**

Esta atividade tinha por objetivo propiciar um momento de experiência em que os alunos pudessem simular e refletir sobre a passagem do tempo em determinado ambiente e a importância da adaptação biológica para que um indivíduo prolongue seu tempo de sobrevivência em determinado ambiente, proporcionando, mesmo que em parte, a compreensão do mecanismo de seleção natural, que por sua vez tornaria factível a compreensão da teoria da evolução.

Para esta atividade utilizamos uma simulação, realizada através de um jogo didático em que se desejou aproximar os alunos do conceito de adaptação, que neste caso ocorreu por meio da camuflagem. O jogo incluiu a predação de lagartas em certo ambiente que favorecia

um grupo e trazia prejuízos ao outro grupo. Nesta simulação, com auxílio de uma pinça, os alunos cumpriam o papel dos predadores. Após interagirem entre si e utilizarem o jogo, os alunos responderam a 5 questões que foram analisadas.

Antes de conhecerem o meio (meio ambiente) e as lagartas que seriam predadas os alguns alunos da escola AKG tiveram o seguinte diálogo:

*[...] o participante AKG9 fala:*

*– Eu acho que as verdes vão se sair melhor por que elas vão ficar escondidas no meio.*

*O participante AKG27 fala:*

*– Por que as verdes podem ficar escondidas em alguma planta!*

*Professora pede uma confirmação:*

*– O que vocês estão achando mesmo? Que as verdes vão ser mais predadas é isso?*

*O participante AKG9 que iniciou o diálogo responde:*

*– Não! As rosas vão ser mais predadas.*

*A professora prossegue:*

*– As verdes tem mais chance de se camuflar nas folhas, é isso?*

*Vários participantes respondem:*

*– Sim!*

*Professora:*

*– E aí o predador não enxerga ela?*

*Vários participantes respondem:*

*– Sim![...]*

É interessante perceber que os alunos tem uma percepção bem adequada do ambiente e de seu funcionamento. Não à toa o ambiente e as cores das lagartas do jogo trouxeram alguma decepção para aqueles alunos que de antemão haviam apostado que as lagartas rosas sofreriam maior predação.

De maneira geral, nas duas escolas em que as atividades foram feitas, o jogo foi bem aceito pelos alunos, deixando-os empolgados com a situação. Talvez por isso, nas duas turmas, foi gerada uma necessidade de ganhar o jogo, criando situações em que os alunos tentaram burlar as regras na tentativa de garantir que conseguiriam capturar o maior número de lagartas dentro do tempo.

A 1ª questão da Atividade 4 perguntava quais lagartas foram mais predadas durante o jogo. O Quadro 27 apresenta as respostas dos participantes das escolas AK e AKG, nesta ordem. No caso da escola AK, os participantes foram unânimes em citar o grupo das lagartas

verdes como mais predadas, sem fazer distinção ao tamanho das lagartas predadas, por este motivo suas respostas foram incluídas dentro da categoria “verdes”.

Embora os participantes das escola AK não tenham feito registro escrito com relação ao tamanho das lagartas, durante a aplicação do jogo, eles relataram dificuldades em conseguir pegar ou mesmo ver as lagartas pequenas e, mesmo recebendo instruções de localização dos colegas que estavam ao lado, observando o jogo, relataram que ter sucesso em capturar as lagartas pequenas não foi algo fácil.

Quadro 27 – Categorias e respostas à questão 1 da Atividade 4 “Que lagartas foram mais predadas? As verdes ou as rosas?.”

Escola	Resposta	Subcategoria	Categoria
AK	AK2: “ <i>As verdes</i> ”.	Verdes, sem citar tamanho	Verdes
	AK5: “ <i>Verdes</i> ”.	Verdes, sem citar tamanho	Verdes
	AK21: “ <i>Verdes</i> ”.	Verdes, sem citar tamanho	Verdes
	AK22: “ <i>As verdes</i> ”.	Verdes, sem citar tamanho	Verdes
	AK 23: “ <i>A verde</i> ”.	Verdes, sem citar tamanho	Verdes
AKG	AKG1: “ <i>As verdes grandes</i> ”.	Verdes grandes	Verdes
	AKG12: “ <i>Verdes</i> ”.	Verdes sem citar tamanho	Verdes
	AKG27: “ <i>Foram as verdes grandes, pois o tapete era rosa</i> ”.	Verdes grandes, com argumento	Verdes
	AKG29: “ <i>As verdes grandes foram mais predadas.</i> ”	Verdes grandes	Verdes
	AKG32: “ <i>As lagartas verdes grandes.</i> ”	Verdes grandes	Verdes

Fonte: Autora (2020).

Para a mesma questão, os alunos da escola AKG também foram unânimes em citar as lagartas verdes como sendo as mais predadas, porém alguns participantes também ressaltaram a questão do tamanho da lagarta e outro ainda apresentou motivos pelos quais, acreditava que as lagartas verdes grandes sofreram maior predação. O participante AKG12, assim como todos os alunos da escola AK expressou, apenas, que o grupo de lagartas verdes havia sofrido maior predação. Desta maneira todas as respostas foram categorizadas como verdes, porém a primeira subcategoria inclui os participantes que apontaram o tamanho das lagartas como relevantes, a segunda subcategoria inclui a resposta do participante que além de citar a cor e o

tamanho das lagartas tentou apresentar um argumento para o caso; a última subcategoria abrange a resposta do participante que apenas citou a cor das lagartas. Os participantes AKG1, AKG29 e AKG32 perceberam que dentro do grupo das lagartas verdes as que sofreram maior predação foram as lagartas verdes de tamanho grande em relação as lagartas verdes de tamanho pequeno. O participante AKG27 citou o grupo de lagartas verdes como sendo o mais predado e relacionou este fato a cor do tapete (ambiente) onde estavam.

A 2ª questão desta atividade trazia a possibilidade da inserção neste ecossistema de um predador que não tinha a percepção das cores e questionava se existiria alguma mudança na predação das lagartas e como seria esta mudança. Os alunos das escolas AK e AKG responderam ao questionamento da forma que segue no Quadro 28.

Nenhum dos alunos da escola AK respondeu ao questionamento de maneira satisfatória, pois relataram que existiriam mudanças com relação à predação, mas não informaram quais seriam ou como seria a mudança. As respostas foram divididas em duas categorias, a primeira do grupo de participantes que sim, acreditavam que haveria mudanças na predação no ambiente. A segunda categoria contempla as respostas dos participantes que acreditam que não haveria mudanças.

Os participantes AK2, AK5, AK21 e AK22 acreditam que haveria mudança quanto à predação, usando como justificativa o fato do novo predador não perceber as cores. O participante AK23 acredita que não haveria mudança na predação, pois o predador encontraria outras maneiras de capturar a sua presa.

Da mesma maneira que os participantes da escola AK, os participantes da escola AKG também responderam a pergunta de maneira parcial, e alguns participantes desta escola não foram mobilizados o suficiente para que tentassem justificar o motivo da mudança, porém todas as respostas traziam uma opinião positiva sobre as mudanças que ocorreriam no ambiente com a inserção de um novo predador. Os participantes AKG1 e AKG12 responderam que haveria uma mudança e a palavra “tato” junto a palavra “sim” permite a inferência que o predador modificaria seu modo de capturar a presa, passando a utilizar o tato. Os participantes AKG27 e AKG29 apenas escreveram que sim, porém, não justificaram como aconteceria essa mudança. O participante AKG32 também afirma que aconteceria mudanças e, a sua escrita admite a inferência de que não haveria um grupo sofrendo maior predação que o outro.

Quadro 28 – Categorias e respostas à questão 2 da Atividade 4 “A introdução de um predador, “cego” para as cores, poderia interferir no que está acontecendo no ambiente? De que forma?”.

Escola	Resposta	Subcategoria	Categoria
AK	AK2: “ <i>Sim se o animal tem pouca visibilidade ele não enxerga</i> ”.	Sim, com justificativa	Sim
	AK5: “ <i>Sim ele não enxerga as cores</i> ”.	Sim, com justificativa	Sim
	AK21: “ <i>Sim por que ele não enxerga As cores</i> ”.	Sim, com justificativa	Sim
	AK22: “ <i>Sim Por que ele não enxerga a cor</i> ”.	Sim, com justificativa	Sim
	AK23: “ <i>Não Por que ele não enxerga as cores mas sim os animais ele enxerga mesmo assim pelo faro o calor do corpo</i> ”	Não, sem justificativa	Não
AKG	AKG1: “ <i>Sim. Tato.</i> ”.	Sim, com justificativa	Sim
	AKG12: “ <i>Sim tato.</i> ”.	Sim, com justificativa	Sim
	AKG27: “ <i>sim sla.</i> ”.	Sim, sem justificativa	Sim
	AKG29: “ <i>Sim sla.</i> ”.	Sim, sem justificativa	Sim
	AKG32: “ <i>Sim por que ele não saberia as cores que ele pegaria.</i> ”.	Sim, com justificativa	Sim

Fonte: Autora (2020).

Durante a transcrição da aula, um dos participantes faz uma colocação interessante, em que se destaca um diálogo que revela a crença de que para um predador que não tem a percepção das cores haveria uma igualdade na captura entre lagartas de cores distintas, porém as lagartas grandes sofreriam maior predação em relação as lagartas pequenas, independente de sua cor.

[...]professora faz a leitura da pergunta:

– A introdução de um novo predador, “cego” para as cores, poderia interferir no que está acontecendo neste ambiente? De que forma?

O participante AKG8 responde:

– Tato. Ele ia catando com a pinça.

O participante AKG27 levanta a seguinte questão:

– Mas professora [pausa] ia ser um passarinho né! Por que é a lagarta. Mas como é que ia comer sem enxergar nada!

*Professora faz um contraponto:*

– *Mas se ele não enxergasse será que a gente ia ter mais lagartas verdes sendo predadas, mais rosas ou seria o mesmo número?*

*Um dos participantes fala:*

– *Mesmo número!*

*O participante AKG27 que deu início a conversa responde:*

– *Acho que seria o mesmo número por que ele iria só no tato e as pequeninhas não iam ser predadas. Ele iria comer as grandonas mais rápido.[...]*

A ideia de que o predador desenvolveria outros modos de caçar suprindo a dificuldade que teria por não perceber as cores, pois o ambiente e todas as presas (lagartas) teriam a mesma tonalidade, faz crer, de forma empírica, que os participantes trazem uma visão teleológica de adaptação, o que segundo Silva, Lavagnini e Oliveira (2009) já era um resultado esperado apesar de se constituir uma das dificuldades de aprendizagem sobre evolução biológica.

Os participantes das duas escolas acreditam que mudanças populacionais dos indivíduos que sofriam predação poderia acarretar alguma mudança para o predador, porém, os participantes ou apenas acreditavam na possibilidade de mudança sem mencionar de que maneira a mudança ocorreria ou que o predador passasse a caçar por meio do tato, mas parecem não ter a noção de que o predador poderia não se adaptar e morrer, que todas as lagartas verdes poderiam entrar em extinção (primeiro as lagartas verdes grandes e logo após as verdes pequenas) ou que estes pássaros predadores poderiam migrar deixando de frequentar aquele ambiente.

A terceira questão da atividade 4 solicitava que os alunos identificassem os fatores que levavam um grupo de lagartas a sofrer maior predação que o outro. Os participantes das escolas AK e AKG responderam as questões como exposto no Quadros 29.

De maneira geral, os participantes da escola AK identificaram, no ambiente e na lagarta, fatores que facilitaram a maior predação das lagartas verdes. As respostas destes participantes foram categorizadas em “lagarta” e “ambiente”. A categoria lagarta apontam fatores como a cor e o tamanho da lagarta que correspondem as subcategorias. A categoria ambiente trata especificamente da cor do ambiente. Os participantes AK2, AK5 e AK22 constaram que a cor do ambiente e a cor das lagartas contribuíram para que um grupo sofresse maior predação que outro. Enquanto os participantes AK21 e AK23 acreditam que além da cor do ambiente e da cor das lagartas, o fato das lagartas serem de tamanhos distintos também

interferiu na permanência maior de um grupo de lagartas no ambiente em comparação com o outro.

Os participantes da escola AKG, na sua maioria, percebem de maneira um pouco mais limitada as causas que levam a predação de um grupo maior de lagartas em comparação com o outro. As respostas dos participantes da escola AKG, da mesma forma como as respostas dos da escola AK, também foram categorizadas em ambiente e lagarta, mas neste caso a categoria lagarta faz referência apenas a cor das lagartas sem mencionar a diferença de tamanho entre elas. Os participantes AKG1, AKG27 e AKG29 expressam que o fator ambiente (especificamente a cor do ambiente) como o principal responsável por um dos grupos de lagartas possuírem maior sucesso na permanência do ambiente, sendo assim, sem sofrer predação. O participante AKG12 aponta a cor da lagarta como determinante para que um grupo sofresse maior predação do que outro. O participante AKG32 foi o único a atribuir mais de um fator ao sucesso de permanência de um grupo e maior predação do outro grupo.

Quadro 29 – Categorias e respostas à questão 3 da Atividade 4 “Quais fatores, relativos as lagartas, foram determinantes para que uma população sofresse maior predação que a outra?”.

(Continua)

Escola	Resposta	Subcategoria	Categoria
AK	AK2: “ <i>Pela cor, pelo ambiente e pelo movimento</i> ”.	Cor da lagarta	Lagarta
		Cor o ambiente	Ambiente
	AK5: “ <i>A verde não estava no seu ambiente</i> ”.	Cor da lagarta	Lagarta
		Cor do ambiente	Ambiente
	AK21: “ <i>A Verde Não Estava No Seu Ambiente tamanho, grande</i> ”.	Cor da lagarta	Lagarta
		Tamanho da lagarta	Lagarta
		Cor do ambiente	Ambiente
	AK22: “ <i>Por que as lagartas eram verde e não tava no seu ambiente</i> ”.	Cor da lagarta	Lagarta
		Cor do ambiente	Ambiente
	AK23: “ <i>Por que a verde não estava no seu ambientes pela cor e o tamanho</i> ”.	Cor da lagarta	Lagarta
Tamanho da lagarta		Lagarta	
Cor do ambiente		Ambiente	
	AKG1: “ <i>Porque o tapete era rosa</i> ”.	Cor do ambiente	Ambiente
	AKG12: “ <i>A cor verde estava em destaque</i> ”	Cor da lagarta	Lagarta

Quadro 29 – Categorias e respostas à questão 3 da Atividade 4 “Quais fatores, relativos as lagartas, foram determinantes para que uma população sofresse maior predação que a outra?”.

(conclusão)

AKG	AKG27: “ <i>por causa do tapete o tapete era rosa</i> ”.	Cor do ambiente	Ambiente
	AKG29: “ <i>Por causa do tapete que era rosa</i> ”.	Cor do ambiente	Ambiente
	AKG32: “ <i>O ambiente que era da cor diferentes deles.</i> ”	Cor do ambiente	Ambiente
		Cor da lagarta	Lagarta

Fonte: Autora (2020).

A quarta questão da Atividade 4 perguntava quais elementos do ambiente contribuíam para a permanência de um dos grupos de lagartas. Os participantes da escola AK, Quadro 30, construíram respostas que foram divididas em duas categorias denominadas características da lagarta e características do ambiente. A categoria características da lagarta inclui as subcategorias cor e tamanho da lagarta e na categoria ambiente existe apenas a subcategoria ambiente.

Os participantes AK2 e AK23 apontaram tanto as características da lagarta, quanto as características do ambiente como responsáveis por uma maior permanência de um grupo de lagartas em comparação ao outro grupo. Porém, não foram específicos em apontar quais características do ambiente acabavam por beneficiar um grupo de lagartas e de certa maneira trazer prejuízos ao outro. Já os participantes AK5, AK21 e AK22 aparentemente, não compreenderam de forma adequada a questão, relatando apenas as características que pertenciam as lagartas e não ao ambiente.

Quadro 30 – Categorias e respostas à questão 4 da Atividade 4 “Quais elementos, do ambiente, foram importantes para a permanência de um dos grupos de lagartas no ambiente em que estavam?”.

(continua)

Escola	Resposta	Subcategoria	Categoria
AK	AK2: “ <i>Cor, ambiente e tamanho</i> ”.	Cor da lagarta	Características da Lagarta
		Tamanho da lagarta	
		Ambiente	Característica do Ambiente
	AK5: “ <i>A cor e o tamanho</i> ”.	Cor da lagarta	Características da Lagarta
		Tamanho da lagarta	
	AK21: “ <i>A cor e o</i>	Cor da lagarta	Características da Lagarta

Quadro 30 – Categorias e respostas à questão 4 da Atividade 4 “Quais elementos, do ambiente, foram importantes para a permanência de um dos grupos de lagartas no ambiente em que estavam?”.

(conclusão)

	<i>tamanho</i> ”.	Tamanho da lagarta	
	AK22: “ <i>A cor e tamanho</i> ”.	Cor da lagarta	Características da Lagarta
		Tamanho da lagarta	
	AK23: “ <i>Pela cor e o tamanho o ambiente</i> ”.	Cor da lagarta	Características da Lagarta
		Tamanho da lagarta	
		Ambiente	
AKG	AKG1: “ <i>Por causa da cor do ambiente</i> ”.	Cor do ambiente	Característica do Ambiente
	AKG12: “ <i>Não respondeu</i> ”	Não respondeu	Não respondeu
	AKG27: “ <i>O tapete era felpudo</i> ”.	Textura do ambiente	Característica do Ambiente
	AKG29: “ <i>O tapete era felpudo</i> ”.	Textura do ambiente	Característica do Ambiente
	AKG32: “ <i>A cor igual a lagarta e o tapete era felpudo</i> ”	Textura do ambiente	Característica do Ambiente
		Cor do ambiente	
Cor da lagarta		Características da Lagarta	

Fonte: Autora (2020).

As respostas dos participantes da escola AKG foram divididas em 3 categorias, nomeadas como: “característica do ambiente”, “característica da lagarta” e “não respondeu”. A categoria característica do ambiente é constituída pelas subcategorias cor e textura do ambiente e a categoria característica da lagarta é constituída pela categoria cor da lagarta. O participante AKG1 apontou que o elemento do ambiente importante para que o grupo de lagartas rosa fosse menos predado foi apenas a cor do ambiente, os participantes AKG27 e AKG29 apontaram apenas a textura do ambiente como relevante para que as lagartas rosas não fossem predadas, o participante AKG32 aponta a textura do ambiente e a sua cor como responsável pela permanência do grupo de lagartas rosas no ambiente e cita, também, a cor da lagarta como característica que interferiu na predação das lagartas.

Na escola AKG, durante a leitura desta questão se estabeleceu um diálogo interessante em que dois participantes relatam uma diferença relevante se o ambiente em que o jogo fosse outro.

*[...]professora pergunta:*

*– Este ambiente era liso ou era felpudo?*

*Participante AKG27 responde:*

*– Peludo*

*Professora pergunta:*

*– Se o ambiente fosse liso ia modificar alguma coisa?*

*O participante AKG27 responde:*

*– Ia ser mais fácil pra [gesticula com a mão com movimentos de pinça].*

*O participante AKG9 complementa:*

*– Ai liso ia ficar tudo por cima [gesticulando com a mão][...]*

O fato dos alunos perceberem que um grupo de lagartas sofreu maior predação que outro e apontarem uma relação entre o grupo menos predado com a cor e a textura do ambiente em que estavam inseridos, sem antes entrarem em contato com os conceitos de camuflagem e adaptação, pelo menos dentro desta sequência didática, permite dizer que a simulação por meio do jogo fez com que os participantes se aproximassem destes conceitos, pois, os resultados obtidos pelos alunos durante as várias tentativas de captura das lagartas, durante a implementação dos jogos, traz a ideia de que os participantes se aproximaram do que Ridley (2006, p. 30) coloca como a função da camuflagem, e a descreve como um auxiliar “na sobrevivência do organismo, tornando-o menos visível para seus inimigos naturais”. A camuflagem, ainda segundo Ridley (2006), é um exemplo de adaptação.

A questão 5 da Atividade 4 solicitava aos alunos que elaborassem uma explicação que justificasse por que um grupo de lagartas foi mais predado que o outro. As explicações dos participantes das escolas AK e AKG podem ser observadas no Quadro 31.

As respostas dos participantes da escola AK formaram uma única categoria denominada de “adaptação”, porém, a causa da adaptação por vezes é associada a cor do ambiente, ou a cor da lagarta. A cor do ambiente deu nome a primeira subcategoria e a cor da lagarta deu nome a segunda subcategoria. Os participantes AK2 e AK23 apontaram tanto a cor do ambiente quanto a cor da lagarta ao elaborar um argumento que justificasse a maior predação das lagartas verdes e a maior permanência no ambiente das lagartas rosas. Os participantes AK5, AK21 e AK22 elaboraram um argumento que se baseou nas cores das lagartas, apontando, de maneira geral que as lagartas verdes ficavam em evidência frente ao ambiente enquanto as rosas ficavam disfarçadas.

Os participantes da escola AKG elaboraram argumentos com embasamentos semelhantes aos participantes da escola AK e, da mesma forma, suas respostas constituíram

uma única categoria denominada “adaptação” com as subcategorias cor do ambiente e cor da lagarta. Os participantes AKG1, AKG27 e AKG29 abordaram a ideia de que as lagartas que não eram da cor do ambiente ficaram em evidência e por este motivo sofreram maior predação. Os participantes AKG12 e AKG32 deram maior ênfase a cor da lagarta que sofreu maior predação, fazendo parecer que as lagartas verdes estavam em um lugar errado que não lhes trazia nenhum privilégio. Porém, assim como a maioria dos participantes da escola AK, os participantes da escola AKG não observaram de forma atenta que as presas pequenas sofreram menor número de predações do que as que eram de tamanho grande, esta observação poderia ter permitido que os participantes relacionassem o tamanho das presas com a textura do ambiente.

Quadro 31 – Categorias e respostas à questão 5 da Atividade 4 “Tente elaborar uma explicação para o fato de um grupo de lagartas ter sido mais predado do que o outro?”.

(continua)

Escola	Resposta	Subcategoria	Categoria
AK	AK2: <i>“Tinha lagartas rosas e verdes; as verdes foram mais predadas por causa do ambiente, O ambiente era rosa as lagartas rosas não apareciam mais as verdes apareciam.”</i>	Cor do ambiente	Adaptação
		Cor da lagarta	
	AK5: <i>“Umhas apareciam mais que as outras, ou seja a lagarta verde não estava adaptada e sua cor aparecia mais que a rosa”.</i>	Cor da lagarta	Adaptação
	AK21: <i>“Por que um grupo de lagartas Não estavam no seu ambientes e pela cor, tamanho”.</i>	Cor da lagarta	Adaptação
	AK22: <i>“Por que um grupo de lagartas não estava no seu ambiente e pela cor e o tamanho”.</i>	Cor da lagarta	Adaptação
	AK23: <i>“Uma habitação diferente do que a outra tipo a rosa estava no seu ambiente e as verdes não estavam no seu ambiente”.</i>	Cor do ambiente	Adaptação
Cor da lagarta			
AKG	AKG1: <i>“Porque as rosas se camuflavam mais que as verdes.”.</i>	Cor do ambiente	Adaptação
	AKG12: <i>“A verde foi mais predada por causa do tapete que era rosa”</i>	Cor da lagarta	Adaptação
	AKG27: <i>“Umhas se adaptaram pois eram rosa da</i>	Cor do	Adaptação

Quadro 31 – Categorias e respostas à questão 5 da Atividade 4 “Tente elaborar uma explicação para o fato de um grupo de lagartas ter sido mais predado do que o outro?”.

(conclusão)

	<i>cor do ambiente e outras eram verde se destacavam”.</i>	ambiente	
	AKG29: “ <i>Um as se adaptaram ao ambiente, e as outras não</i> ”.	Cor do ambiente	Adaptação
	AKG32: “ <i>Por que as lagartas verdes não eram da cor do ambiente e assim foram mais predadas.</i> ”	Cor da lagarta	Adaptação

Fonte: Autora (2020).

De maneira geral, dentro da questão 5, é possível observar que os participantes de ambas escolas compreenderam, mesmo que de maneira indireta, o conceito de camuflagem e perceberam que indivíduos que se assemelham com o ambiente em que estão inseridos possuem maiores possibilidades de permanência no meio ambiente, o que evidenciaria um tipo de adaptação ao ambiente.

A percepção da relação entre adaptação e permanência no meio ambiente pode ser um fator facilitador para a compreensão, mesmo que parcial, do conceito de seleção natural o que poderia levar a compreensão da teoria da evolução. Sepulveda *et al.* (2009) após aplicar uma sequência didática sobre o ensino de evolução por meio de seleção natural em turmas de ensino médio, alerta que alguns alunos podem ter a impressão de que o ambiente poderia interferir, ou fazer com que um indivíduo pudesse modificar as suas características para aumentar a sua permanência no ambiente, isto poderia tanto servir para encaminhar a compreensão do processo de seleção natural ou, induzir ideias com base nos preceitos apresentados por Lamarck (neste caso estaria fazendo referência a lei de uso e desuso em que se inclui a ideia que uma força interna poderia modificar o fenótipo de um indivíduo). Sepúlveda *et al.* (2009) colocam que a crença neste poder de modificação “pode representar uma fase transitória na compreensão e apropriação do modelo darwinista, ou um modelo híbrido, e por isso, relativamente problemático, o qual os estudantes passarão a empregar para tratar de evolução” (sem página).

Contudo, as aproximações dos conceitos de camuflagem e adaptação obtidas pelos alunos revelam que a implementação do jogo da camuflagem pode gerar bons resultados no ensino-aprendizagem destes conceitos.

### 5.5.2 O jogo do bico favorecido da Atividade 6

O jogo da Atividade 6 teve a pretensão de simular um ambiente semelhante ao que Darwin se inspirou para descrever o mecanismo de seleção natural. Além do que, o jogo serviu como uma forma de reforçar a aproximação que os participantes tiveram nas atividades anteriores com os conceitos de adaptação e seleção natural. Este reforço foi proporcionado através das ações previstas no jogo cuja pontuação a cada ciclo de conquista de alimento previa a permanência, reprodução ou extinção de um dos indivíduos envolvidos no ambiente que o jogo simulava.

As questões propostas como forma de sintetizar e refletir acerca do jogo se mantiveram em torno da percepção dos alunos sobre a eficácia de cada tipo de bico (*clip*) para capturar cada alimento e acabaram não se relacionando diretamente com as ações que foram observadas no decorrer das rodadas do jogo (permanência, extinção e reprodução).

Provavelmente teria sido mais interessante ter feito questões sobre a tabela (Apêndice H) em que apontavam as pontuações e ações observadas no jogo (permanência, reprodução ou extinção) e ter solicitado aos alunos que relacionassem estas ações com a ingestão de alimentos. Talvez esta abordagem provocasse reflexões mais interessantes que colaborariam de forma mais coesa para a compreensão do conceito de seleção natural.

A primeira questão desta atividade pedia que os participantes descrevessem a ferramenta que utilizaram para pegar o alimento. A descrição dos participantes das escolas podem ser verificadas no Quadro 32.

Dos participantes da escola AK, dois utilizaram prendedor de papel pequeno (AK21 e AK22), outros dois participantes fizeram uso do prendedor de papel médio (AK2 e AK5) e um participante fez uso do prendedor de papel grande (AK23). Na escola AKG, com exceção do participante AKG 29 que elaborou uma resposta sem relação com a pergunta feita, os demais participantes relataram que utilizaram o prendedor de papel médio.

Quadro 32 – Categorias e respostas à questão 1 da Atividade 6 “Descreva o tipo de ferramenta utilizada pelo seu grupo na busca pelo alimento.”.

(continua)

Escola	Resposta	Subcategoria	Categoria
AK	AK2: “ <i>Clipe médio</i> ”.	Prendedor de papel médio	Prendedor de papel
	AK5: “ <i>Clipe médio</i> ”.	Prendedor de papel grande	Prendedor de papel
	AK21: “ <i>clipe pequeno</i> ”.	Prendedor de papel pequeno	Prendedor de papel

Quadro 32 – Categorias e respostas à questão 1 da Atividade 6 “Descreva o tipo de ferramenta utilizada pelo seu grupo na busca pelo alimento.”.

(conclusão)

	AK22: “ <i>clipe pequeno</i> ”.	Prendedor de papel pequeno	Prendedor de papel
	AK 23: “ <i>Clip grande</i> ”.	Prendedor de papel grande	Prendedor de papel
AKG	AKG1: “ <i>Pinça média</i> ”.	Prendedor de papel médio	Prendedor de papel
	AKG12: “ <i>Pinça media</i> ”.	Prendedor de papel médio	Prendedor de papel
	AKG27: “ <i>Pinça media</i> ”.	Prendedor de papel médio	Prendedor de papel
	AKG29: “ <i>Feijão branco médio</i> ”	Prendedor de papel médio	Prendedor de papel
	AKG32: “ <i>Pinça media</i> ”.	Prendedor de papel médio	Prendedor de papel

Fonte: Autora (2020).

A segunda pergunta trazia o seguinte questionamento: Que tipo de alimento foi recolhido com maior sucesso pela sua ferramenta? Qual motivo pode ser apontado para o sucesso em recolher este tipo de alimento e não outro? No Quadro 33 é possível conferir a respostas dos participantes da escola AK e AKG.

Os participantes AK21 e AK22 que no questionamento anterior relataram ter utilizado o prendedor de papel pequeno descreveram que tiveram maior facilidade em capturar alimentos pequenos como o feijão. Os participantes AK2 e AK5 que realizaram a atividade com o prendedor de papel médio mencionaram a dificuldade em pegar alimentos pequenos, pois segundo o participante AK5 “[...] não é adequado o suficiente para o bico” (Quadro 33). AK23 que utilizava o prendedor de papel grande relatou a facilidade de pegar alimentos grandes, como a bolita, pois os outros alimentos seriam muito pequenos para serem pegos com o prendedor de papel grande.

Quadro 33 – Categorias e respostas à questão 2 da Atividade 6 “Que tipo de alimento foi recolhido com maior sucesso pela sua ferramenta? Qual motivo pode ser apontado para o sucesso em recolher este tipo de alimento e não outro?”.

(continua)

Escola	Resposta	Subcategoria	Categoria
AK	AK2: “ <i>feijão, pinha, milho, feijão Não, pegar alimento pequeno</i> ”.	Apenas resposta	Alimento
	AK5: “ <i>Feijão porque não é adequado suficiente para o bico médio</i> ”.	Resposta e argumento	Alimento

Quadro 33 – Categorias e respostas à questão 2 da Atividade 6 “Que tipo de alimento foi recolhido com maior sucesso pela sua ferramenta? Qual motivo pode ser apontado para o sucesso em recolher este tipo de alimento e não outro?”.

(conclusão)

	AK21: “ <i>Pequeno feijão milho Não pegar alimento pequeno</i> ”.	Resposta e argumento	Alimento
	AK22: “ <i>Pequeno Por que era pequeno</i> ”.	Resposta e argumento	Alimento
	AK23: “ <i>Bolita Por que era pequeno de mais para se alimentar</i> ”.	Resposta e argumento	Alimento
AKG	AKG1: “ <i>pinha porque ela era média</i> ”.	Resposta e argumento	Alimento
	AKG12: “ <i>Bolita médio. A bolita cabia na pinça media</i> ”.	Resposta e argumento	Alimento
	AKG27: “ <i>Pinha porque ela era média</i> ”.	Resposta e argumento	Alimento
	AKG29: “ <i>Arroz branco por causa que cabe bem na pinça</i> ”.	Resposta e argumento	Alimento
	AKG32: “ <i>Feijão branco. Por ser do tamanho adequado e o tamanho ser maior</i> ”.	Resposta e argumento	Alimento

Fonte: Autora (2020).

Com exceção do participante AKG29 todos os outros utilizaram prendedor de papel médio para recolher os alimentos. AKG1, AKG12, AKG27 e AKG32 contaram ter facilidade em recolher alimentos que consideraram de tamanho médio como pinha, bolita e feijão branco. Apesar de não podermos afirmar qual o tamanho do prendedor de papel utilizado para recolher o alimento do participante AKG29 este aponta que o feijão branco seria o mais adequado para o seu instrumento de coleta.

A terceira pergunta da atividade 6 questionava que tipo de pássaro pareceu melhor adaptado para se alimentar de grãos de milho. As respostas estão apresentadas no Quadro 34. O participante AK2, da escola AK, teve sua resposta categorizada como fora do contexto. Os participantes AK5, AK21 e AK23 afirmaram que o pássaro pequeno seria o mais indicado para se alimentar de milho, os motivos alegados levam a crer que os participantes consideraram que o bico dos pássaros pequenos seriam eficientes para este fim. O participante AK21 além de citar o pássaro pequeno também mencionou o pássaro de bico médio. O participante AK22 considerou que o pássaro de bico grande seria eficiente tanto para pegar alimentos pequenos, como o milho, quanto para pegar alimentos de tamanho maior.

Quadro 34 – Categorias e respostas à questão 3 da Atividade 6 “Que tipo de “pássaro” lhe pareceu mais adaptado para “comer” grãos de milho? Por quê?”.

Escola	Resposta	Subcategoria	Categoria
AK	AK2: “ <i>Pequeno E médio o bico e adaptado para seu bico</i> ”.	Bico pequeno com justificativa	Fora do contexto
	AK5: “ <i>Pássaro pequeno porque é mais adequado pra ele</i> ”.	Bico pequeno com justificativa	Bico pequeno
	AK21: “ <i>Pequeno ou médio Por que o Bico e Adapitado</i> ”.	Bico pequeno com justificativa	Bico pequeno
		Bico médio com justificativa	Bico médio
	AK22: “ <i>O grande Por que ele pode pegar alimento pequeno e grande</i> ”.	Bico grande com justificativa	Bico grande
AK23: “ <i>O pequeno Por que por que era mais fácil de comer</i> ”.	Bico pequeno com justificativa	Bico pequeno	
AKG	AKG1: “ <i>Média o grão é média</i> ”.	Bico médio com justificativa	Bico médio
	AKG12: “ <i>Grande</i> ”	Bico grande sem justificativa	Bico grande
	AKG27: “ <i>média o grão é médio</i> ”.	Bico médio com justificativa	Bico médio
	AKG29: “ <i>Médio por que o grão coube na pinça</i> ”.	Bico médio com justificativa	Bico médio
	AKG32: “ <i>Médio por ser do tamanho adequado</i> ”.	Bico médio com justificativa	Bico médio

Fonte: Autora (2020).

Os participantes das escolas AK e AKG tiveram suas respostas a pergunta 4 da Atividade 6 categorizadas e apresentadas nos Quadro 35, nesta ordem. Os participantes AK2, AK5, AK21 e AK22 disseram que o pássaro grande teria maior facilidade para apanhar as pinhas e as bolitas, pois, estas seriam os alimentos maiores e caberiam no bico destes pássaros. O participante AK23 apontou o pássaro médio alegando que seu bico era adaptado.

Os participantes da escola AKG divergiram um pouco sobre qual tamanho de pássaro seria mais eficiente em recolher as pinhas e bolitas. Os participantes AKG1 e AKG27 tiveram a percepção de que os pássaros médios conseguiriam coletar as pinhas e bolitas porque estas

seriam de tamanho adequado para estes pássaros. Os participantes AKG12 e AKG32 apontaram os pássaros grandes como os mais recomendados para apanhar pinhas e bolitas à medida que a pinça grande, que representava o pássaro grande, conseguia apanhar estes alimentos. O participante AKG29 propôs que as pinhas fossem apanhadas pelos pássaros de tamanho médio e as bolitas pelos pássaros de tamanho grande, por acreditar que estes pássaros possuíam o tamanho de bico adequado para cada tipo de alimento.

Quadro 35 – Categorias e respostas à questão 4 da Atividade 6 “Que tipo de “pássaro” lhe pareceu mais adaptado para “comer” pinas e bolas de gude? Por quê?.

(continua)

Escola	Resposta	Subcategoria	Categoria
AK	AK2: “ <i>Grande ele já estava adptado</i> ”.	Bico grande com justificativa	Bico grande
	AK5: “ <i>Pássaro grande porque a bola é maior e é adequado para o bico dele.</i> ”.	Bico grande com justificativa	Bico grande
	AK21: “ <i>Grande Porque ele já Esta Adaptado</i> ”.	Bico grande com justificativa	Bico grande
	AK22: “ <i>O grande porque ele podia pega comida grande e pequena</i> ”.	Bico grande com justificativa	Bico grande
	AK23: “ <i>O pássaro médio Por que o bico dele era adaptado</i> ”.	Bico médio com justificativa	Bico médio
AKG	AKG1: “ <i>Grande e médio. As bolas de gude são grandes e as pinhas são médias</i> ”.	Bico médio com justificativa	Bico médio
	AKG12: “ <i>grande Por que os pinças e as bolas de gude</i> ”	Bico grande sem justificativa	Bico grande
	AKG27: “ <i>Grande e médio as bolas de gude são grandes e as pinhas são médias</i> ”.	Bico médio com justificativa	Bico médio
	AKG29: “ <i>A pinha o pássaro médio, e bolas de gude e grande. É melhor de pegar</i> ”.	Bico médio com justificativa	Bico médio

Quadro 35 – Categorias e respostas à questão 4 da Atividade 6 “Que tipo de “pássaro” lhe pareceu mais adaptado para “comer” pinas e bolas de gude? Por quê?.

(conclusão)

	AKG29: “ <i>A pinha o pássaro médio, e bolas de gude e grande. É melhor de pegar</i> ”.	Bico médio com justificativa	Bico médio
--	---	------------------------------	------------

Fonte: Autora (2020).

A pergunta 5 questionava que pássaros conseguiriam capturar amendoins e miçangas bem como o motivo. As respostas dos participantes da escola AK e AKG estão mostradas no Quadro 36.

Os participantes AK2 e AK21 da escola AK compreenderam que tanto pássaros médios quanto pássaros pequenos poderiam capturar estes alimentos passando a compreensão de que seus bicos estavam adaptados para esta tarefa. O participante AK5 acreditava que o pássaro médio teriam melhores resultado em pegar amendoins e miçangas; O participante AK22 acreditava que os pássaros pequenos se sairiam melhor nesta tarefa enquanto o participante AK23 acreditava que os pássaros grandes conseguiriam pegar este tipo de alimento, pois seriam adaptados.

Quadro 36 – Categorias e respostas à questão 5 da Atividade 6 “Que tipo de “pássaro” lhe pareceu mais adaptado para “comer” amendoim e miçangas? Por quê?”.

(continua)

Escola	Resposta	Subcategoria	Categoria
AK	AK2: “ <i>pequeno ou medio ja esta adaptado.</i> ”	Bico médio com justificativa	Bico médio
		Bico pequeno com justificativa	Bico pequeno
	AK5: “ <i>médio porque é adequado pro bico dele.</i> ”	Bico médio com justificativa	Bico médio
	AK21: “ <i>pequeno ou medio Por que ele já e adaptado.</i> ”	Bico pequeno com justificativa	Bico pequeno
		Bico médio com justificativa	Bico médio
	AK22: “ <i>pequeno por que o bico pequeno.</i> ”	Bico pequeno sem justificativa	Bico pequeno
AK23: “ <i>O grande Por que o bico dele era grande e adaptado para comer.</i> ”	Bico grande com justificativa	Bico grande	

Quadro 36 – Categorias e respostas à questão 5 da Atividade 6 “Que tipo de “pássaro” lhe pareceu mais adaptado para “comer” amendoim e miçangas? Por quê?”.

(conclusão)

AKG12: “ <i>Pequeno. Por que eram tão pequenos quanto a pinça</i> ”	Bico pequeno com justificativa	Bico pequeno
AKG27: “ <i>Pequena porque são alimentos pequenos</i> ”.	Bico pequeno com justificativa	Bico pequeno
AKG29: “ <i>Médio sim</i> ”.	Bico médio sem justificativa	Bico médio
AKG32: “ <i>Pequeno por ter o tamanho adequado</i> .”	Bico pequeno com justificativa	Bico pequeno

Fonte: Autora (2020).

A última pergunta da Atividade 6 pedia aos participantes que imaginassem uma situação de seca em que o número de pinhas utilizadas para alimentação dos pássaros ficasse muito restrita; e a partir desta situação questionava que pássaros correriam maior risco de entrar em extinção e quais teriam maior chance de sobreviver. As respostas estão apresentadas no Quadro 37. De maneira geral, os participantes não organizaram de forma satisfatória suas respostas o que causa dúvidas no momento da análise, mas ao olharmos novamente a pergunta 4 que tratava do tamanho dos pássaros que teriam melhor êxito em se alimentar de pinhas e bolitas a organização e a lógica das respostas se torna um pouco mais clara, uma vez que os pássaros com bico médio também foram citados como capazes de se alimentarem de pinhas e bolitas.

Os participantes AK2, AK5 e AK21 da escola AK afirmaram que os pássaros de bico médio corriam maior risco de entrar em extinção, enquanto o participante AK23 acredita que o pássaro com maior risco de entrar em extinção seria o grande. Estes mesmos participantes pensam que os pássaros pequenos possuem maior possibilidade de sobrevivência nestas condições. Este resultado condiz com as respostas encontradas na questão 4, em que, os pássaros pequenos não são citados como os mais adequados para se alimentarem de pinhas ou bolitas. Apenas a resposta do participante AK22 se opõe as respostas dos demais participantes colocando o pássaro pequeno como o que corre risco de extinção e o grande como o pássaro que provavelmente sobreviveria ao episódio de seca.

Quadro 37 – Respostas à questão 6 da Atividade 6 “Se houvesse uma seca no ambiente que diminuísse a oferta de pinhas como forma de alimento, que “pássaro” teria maior chance de entrar em extinção? Que “pássaro” teria maior chance de sobreviver?”.

Escola	Resposta
AK	AK2: “ <i>médio pequeno.</i> ”
	AK5: “ <i>médio O pássaro grande.</i> ”
	AK21: “ <i>Médio pequeno</i> ”
	AK22: “ <i>O pequeno O grande.</i> ”
	AK23: “ <i>O grande O pequeno por que o bico dele é pequeno e adaptado para ele pegar coisas pequenas.</i> ”
AKG	AKG1: “ <i>O médio. Pequeno e o grande.</i> ”
	AKG12: “ <i>grande.</i> ”
	AKG27: “ <i>A média pequena e grande.</i> ”
	AKG29: “ <i>O pequeno o grande.</i> ”
	AKG32: “ <i>Grande o médio.</i> ”

Fonte: Autora (2020).

Ao analisar as respostas dos participantes da escola AKG é perceptível um padrão semelhante ao encontrado na análise das respostas dos participantes da escola AK. Os participantes AKG1 e AKG27 dizem que os pássaros de bico médio correriam maior risco de entrar em extinção. Os participantes AKG12 e AKG32 citam os pássaros grandes como aqueles com maior risco de entrar em extinção. Todos os participantes já nomeados descreveram os pássaros grandes como os que possuíam maior chance de sobrevivência. O participante AKG29 acredita que o pássaro pequeno possa entrar em extinção e o pássaro grande tenha maior chance de sobreviver.

Não é possível afirmar que o jogo do bico favorecido facilitou a compreensão do conceito de seleção natural, mas ao analisarmos as respostas obtidas das perguntas 4 e 6 desta atividade, se verifica uma constância na percepção dos participantes a respeito da relação do tamanho do bico dos pássaros e do alimento que estes seriam capazes de capturar. E a relação obtida da percepção de que a permanência de indivíduos em um ecossistema está associada a sua capacidade de se alimentar e que à medida que esta capacidade diminui ou se torne escassa a possibilidade de extinção destes seres se torna real. A última relação feita pelos participantes entre a quantidade de alimento obtido pelo pássaro e sua permanência no ambiente pode amenizar uma percepção puramente teleológica sobre os processos de adaptação e seleção natural.

O contato com estes processos biológicos podem servir como facilitadores à compreensão dos conceitos de adaptação e seleção natural que poderiam ocorrer durante a implementação da sequência didática ou futuramente quando o participante/aluno tiver contato novamente com estes conceitos. Assumindo a ideia de que os participantes desta pesquisa, no que tange a teoria social cognitiva de Vigotsky sobre a construção de conceitos, estariam no último estágio da fase de complexo difuso, ou seja, estariam operando por pseudo-conceitos, a fase de pensamento por complexos “dá início à unificação das impressões dispersas; ao organizar elementos discretos da experiência em grupos cria uma base para futuras generalizações” (VIGOTSKY, 2001, p. 180). Podemos mencionar ainda que a vivência proporcionada pelo jogo (o manuseio do material, a experiência de capturar o alimento, o espaço de socialização em grupo, entre outros) permite que se forme ideias e relações sobre o que se experimenta, se configurando em uma forma de facilitar a compreensão do que a ciência entende como fenômeno biológico da seleção natural.

O maior ganho que as simulações por meio de jogos trazem à sequência didática é de que os alunos podem, minimamente, ter ideia das possíveis consequências que podem emergir dos fenômenos de adaptação e de seleção natural no ambiente. Sem a utilização das simulações, aqui materializada por meio de jogos, a compreensão destes fenômenos, principalmente o de seleção natural, ocorreria quase que exclusivamente por meio de leituras de textos explicativos que contassem a história da ciência e trouxessem argumentos e evidências suficientes para convencer os participantes dos efeitos da seleção natural. Sabendo que o fenômeno da seleção natural dura, em média anos para ser percebido, a simulação por meio de jogos, se torna um instrumento cognitivo importante para se compreender esse fenômeno.

No entanto, é válido registrar que a aplicação dos jogos inclui situações que se afastaram da função pedagógica da atividade. Nas duas escolas, por vezes, os participantes tomaram a competição como sendo o principal e único objetivo da atividade. Esta percepção fez com que eles tomassem atitudes consideradas antidesportivas gerando queixa dos outros participantes, o que abriu espaço para discussão que foi além dos objetivos pedagógicos propostos inicialmente, tais como, honestidade e ética. Por esse motivo foi importante retomar, sempre que necessário, o objetivo pedagógico do jogo e os fenômenos que estão sendo abordados, o que torna a reflexão sobre o uso de jogos importante para a tomada de consciência dos fenômenos biológicos abordados.

## 5.6 Repercussões sociais da biodiversidade humana com as Atividades 7 e 8

### 5.6.1 A biodiversidade humana e uma forma nada comum de observá-la com a Atividade 7

A Atividade 7 foi importante dentro da sequência didática pois incluiu uma abordagem real e social em que a compreensão da ação do mecanismo da seleção natural pode se tornar uma ferramenta no combate a crenças ou atitudes que estimulem distinções de ordem social entre seres vivos, principalmente entre seres humanos. Para contribuir com um avanço nesta direção, a Atividade 7 teve como objetivo provocar discussão sobre o tratamento dado ao que era compreendido como diferente, além de reforçar e salientar a importância de atitudes éticas nas relações entre todos os seres humanos.

Após os participantes terem assistido ao vídeo *O zoológico humano*, nas duas escolas onde a sequência foi implementada, a professora perguntou a opinião dos alunos sobre o vídeo que haviam assistido. Na transcrição da filmagem dessa aula na escola AK, se destaca o seguinte diálogo:

*[...] após os alunos assistirem ao vídeo a professora pergunta:*

*– O que vocês acharam do vídeo?*

*Participante AK24 responde:*

*– Praticamente fala sobre racismo [pausa] um pouco [pausa].*

*Professora fala:*

*– Também né! Por que [pausa]o que que era visto como exótico naquela época?*

*Participante AK24 responde:*

*– As pessoas negras, os índios [pausa] eram as pessoas que [pausa] tipo [pausa] tinham menos dinheiro.*

*A professora fala que as exposições antropológicas, na época em que aconteciam, era uma forma normal de estudar e demonstrar como certas populações viviam. e pergunta:*

*– Hoje em dia, será que as pessoas iam achar isto normal?*

*Vários participantes respondem:*

*– Não!*

*O participante AK18 fala:*

*– Estranho ver um monte de gente em gaiola.*

*O participante AK5 complementa:*

*– São humanos, não deveriam ser tratados como animais.*

*O participante AK18 fala:*

– *Ia ser mais ou menos assim [pausa] iam querer que os brancos também fosse professora!  
Que o branco fosse exposto como [pausa, gesticula com a mão fazendo círculos] [...]*

Na escola AKG se estabeleceu um diálogo semelhante, porém a conversa durou um pouco mais

*[...] ao termino da exibição do vídeo zoológico humano a professora faz a seguinte pergunta:*

– *E aí, vocês tinham conhecimento deste tipo de zoológico?*

*Antes da professora concluir a pergunta é possível ouvir um participante dizer:*

– *Bizarro isso!*

*O participante AKG8 diz:*

– *Eles eram racistas!*

*O participante AKG9 responde:*

– *Não, não é exatamente racismo.*

*O participante AKG9 continua expondo sua opinião:*

– *Naquele tempo isso era normal. Hoje em dia essas coisas são completamente diferentes.*

*O participante AKG8 insiste:*

– *Por isso que é racista!*

*O participante AKG9 reforça:*

– *Não é bem racismo!*

*O assunto para.*

*A professora provoca:*

– *Quem já sabia que isso tinha acontecido?*

*O participante AKG12 responde:*

– *Acho que ninguém!*

*Professora segue:*

– *O que vocês sentiram quando souberam que este tipo de coisa aconteceu?*

*O participante AKG12 diz:*

– *Me deu vontade de dar em quem colocou ele lá!*

*O participante AKG9 responde:*

– *Senti raiva e vergonha!*

*O participante AKG9 prossegue:*

– *Mas não vergonha de quem estava sendo exposto.*

*A professora complementa:*

– *Sim vergonha de quem colocou aquelas pessoas lá e de quem ia lá ver!*

*O participante AKG12 complementa:*

– Não tinha o que fazer! Não tinha louça pra lavar![...]

De forma muito parecida, nas duas escolas, emergem questões semelhantes em torno do racismo. As dúvidas sobre o que é o racismo, segundo Munanga (2004), podem ter base na banalização do sentido da palavra, que por vezes é usado como sinônimo de algum tipo de tratamento hierárquico discriminatório, geralmente associado com algum tipo de injustiça social. Assim, o sexismo ou a homofobia poderiam ser classificados como racismo. Por isso o participante AKG9 não sabe classificar se o que acontece em um zoológico humano seria ou não racismo, pois apesar de se perceber uma relação hierárquica entre os visitados e os visitantes, a dúvida parece estar na identificação da injustiça social, pois este tipo de comportamento, para AKG9, parece ser normal ou aceitável para a época.

Quadro 38 – Respostas à questão 1 da Atividade 7 “Você conhecia a existência destes “zoológicos” humanos?”.

Escola	Resposta	Subcategoria	Categoria
AK	AK2: “Não”.	Não, sem justificativa	Não
	AK5: “Não”.	Não, sem justificativa	Não
	AK21: “Não”.	Não, sem justificativa	Não
	AK22: “Não”.	Não, sem justificativa	Não
	AK 23: “antes de assistir não”.	Não, sem justificativa	Não
AKG	AKG1: “Não”.	Não, sem justificativa	Não
	AKG12: “Não”.	Não, sem justificativa	Não
	AKG27: “Não”.	Não, sem justificativa	Não
	AKG29: “Não”.	Não, sem justificativa	Não
	AKG32: “Não”.	Não, sem justificativa	Não

Fonte: Autora (2020).

O participante AK24 parece associar ao racismo questões de desigualdades sociais ligadas ao capital, pois via de regra, as etnias expostas eram aquelas subjugadas por terem aparência e hábitos de vida considerados exóticos e não terem dinheiro.

Munanga (1998) afirma que o racismo é uma ideologia e que, apenas a educação não seria suficiente para corrigir este tipo de crença, porém, afirma que o trabalho com jovens sobre esta temática estimularia reações e comportamentos antirracistas. A proposta que se pretendeu elaborar neste trabalho, em parte, busca provocar discussão sobre relações étnico-raciais, e que fica evidenciada nas reações dos participantes AK5 e AKG12.

Depois de assistirem ao vídeo, os participantes responderam a 4 questões que passaram por análise.

A primeira pergunta questiona se os participantes tinham conhecimento dos tais zoológicos humanos relatados no vídeo. As respostas dos participantes das escolas AK e AKG foram categorizadas e podem ser conferidas no Quadro 38. Mas todos os participantes, tanto da escola AK quanto da escola AKG, disseram que não tinham conhecimento da existência deste tipo de zoológico ou atração.

A segunda questão da atividade 7 perguntava se os participantes iriam a um zoológico nos moldes do que tinham visto no vídeo. As respostas dos participantes das escolas AK e AKG podem ser observadas nos Quadro 39.

Quadro 39 – Respostas à questão 2 da Atividade 7 “Você faria uma visita a um destes zoológicos?”.

(continua)

Escola	Participante	Subcategoria	Categoria
AK	AK2: “Não”.	Não, sem justificativa	Não
	AK5: “Eu não!!!”.	Não, sem justificativa	Não
	AK21: “Não Racismo Preconceito”.	Não, com justificativa	Não
	AK22: “Não por que taria humilhando os humanos”.	Não, com justificativa	Não
	AK23: “Sim para soltar eles”	Sim, com justificativa	Sim
AKG	AKG1: “Não, porque eu não gosto disso, porque eles são pessoas também”.	Não, com justificativa	Não
	AKG12: “Não”.	Não, sem justificativa	Não

Quadro 39 – Respostas à questão 2 da Atividade 7 “Você faria uma visita a um destes zoológicos?”.

(conclusão)

	AKG27: “ <i>Não, nunca, não tenho sangue frio</i> ”.	Não, com justificativa	Não
	AKG29: “ <i>Talvez</i> ”.	Talvez, sem justificativa	Talvez
	AKG32: “ <i>Sim</i> ”.	Sim, sem justificativa	Sim

Fonte: Autora (2020).

Os participantes AK2, AK5, AK21 e AK22 afirmaram que não fariam uma visita a este lugar de entretenimento e entre as justificativas expuseram o fato de que os humanos expostos estariam sendo humilhados e que a exposição seria um ato preconceituoso e racista. O participante AK23 relata que iria ao zoológico, porém, não para observar os seres humanos lá expostos, mas para libertá-los daquela situação.

Na escola AKG o participante AKG 32 relatou que iria ao zoológico sem apontar o motivo pelo qual faria isto. O participante AKG29 respondeu que talvez faria uma visita ao zoológico, também sem apontar o motivo. No entanto, os outros 3 participantes (AKG1, AKG12 e AKG27) afirmaram que não iriam ao zoológico e dois deles (AKG1 e AKG27) justificaram a escolha com argumentos que demonstram que os participantes não consideram correto esse tipo de exposição ou de visita parecendo não tolerar tal situação como a narrada no vídeo.

Ao serem questionados se colocariam extraterrestres, se estes viessem no nosso planeta, nas mesmas condições dos humanos do vídeo, os participantes de AK e AKG responderam como mostra o Quadro 40.

Os participantes AK2, AK5, AK21 e AK22 relataram que não colocariam extraterrestres para serem observados em um zoológico, mas o participante AK23 apesar de num primeiro momento refutar a ideia de colocar os extraterrestres em exposição, admite que seria interessante ter a oportunidade de ver um extraterrestre.

Dos participantes da escola AKG, três relataram que não colocariam o extraterrestre em um zoológico (AKG1, AKG12 e AKG27), um deles (AKG29) considerou a possibilidade de expor o ser, e AKG32 apesar de não justificar sua resposta afirmou que colocaria o extraterrestre em exposição.

Quadro 40 – Respostas à questão 3 da Atividade 7 “Se seres extraterrestres chegassem à Terra, o que você acharia se nós humanos os tratássemos como os indivíduos do vídeo que assistimos foram tratados?”.

Escola	Participante	Subcategoria	Categoria
AK	AK2: “ <i>Não, acharia não</i> ”.	Não, sem justificativa	Não
	AK5: “ <i>Acharia um absurdo</i> ”.	Não, sem justificativa	Não
	AK21: “ <i>Não, acharia que não</i> ”.	Não, sem justificativa	Não
	AK22: “ <i>Não acharia legal fazer isso</i> ”.	Não, com justificativa	Não
	AK23: “ <i>Muito feio e injusto por que até seria legal ver um extraterrestre</i> ”.	Talvez, com justificativa	Talvez
AKG	AKG1: “ <i>Não, porque eu não gosto disso, porque eles são pessoas também</i> ”.	Não, com justificativa	Não
	AKG12: “ <i>Não</i> ”.	Não, sem justificativa	Não
	AKG27: “ <i>Não, nunca, não tenho sangue frio</i> ”.	Não, com justificativa	Não
	AKG29: “ <i>Talvez</i> ”.	Talvez, sem justificativa	Talvez
	AKG32: “ <i>Sim</i> ”.	Sim, sem justificativa	Sim

Fonte: Autora (2020).

Na Atividade 7, na escola AKG, durante a realização da ficha de atividades, um dos participantes relatou ter dúvida na questão 3, o que originou o seguinte diálogo:

*[...]um dos participantes diz que não entendeu a questão 3. Então a professora lê a pergunta e esclarece alguns pontos.*

*– Se seres extraterrestre chegassem à Terra, ou seja, seres extraterrestre são seres que a gente entende como diferentes da gente, não é isso! O que você acharia se nós humanos os tratássemos como os indivíduos do vídeo que acabamos de assistir. Ou seja, se nós pegássemos estes extraterrestres; pegássemos um espaço que imitasse o planeta de onde eles*

*vieram; ou colocássemos num lugar que imitasse o modo de vida que a gente julga que eles tinham; e a gente colocasse eles lá dentro. E ficássemos observando eles vivendo lá dentro. Que que vocês achariam disso?*

*O participante AKG20 respondeu:*

*– Eu acharia que todo mundo deveria ser tratado igual por que quando a gente morrer um rico não vai deixar de ser pobre e vai cair no mesmo túmulo mesmo. Então não vai ter diferença.*

*Os colegas aplaudem.*

*A professora pergunta se eles iriam em um local como o zoológico do vídeo.*

*O participante AKG9 responde:*

*– Imagina como deve ser desconfortável ficarem te olhando como uma coisa muito estranha e desconhecida e ainda ganhar um salário ruim pra isso [...]*

Esta passagem é interessante por que traz ideias importantes sobre a necessidade de igualdade e empatia visto que biologicamente e juridicamente não existiriam diferenças entre os homens. Porém o participante AKG20 parece desconsiderar a possível diferença social existente entre as pessoas e no relato não fica claro se ele tem noção de que a igualdade nem sempre está em se manter um tratamento igual para todos, mas sim, que, em muitas vezes a igualdade está em dar o tratamento necessário (diferenciado) aos diferentes, o que segundo Maia e Ferreira (2011) descrevem como direito as diferenças. As mesmas autoras, neste sentido, ressaltam que “existem dois tipos de igualdade: a legal – àquela que está presente em dispositivos jurídicos; e a material – àquela que se consubstancia na vida cotidiana, garantindo que todos os sujeitos usufruam os mesmos direitos e oportunidades” (MAIA; FERREIRA, 2011, p. 39).

A quarta questão da Atividade 7 solicita que os participantes descrevam o que pensam sobre seres humanos serem expostos em outros planetas e o motivo pelo qual pensam desta maneira. As respostas dos participantes da escola AK e AKG estão organizadas no Quadro 41.

Todos os participantes da escola AK não apenas desaprovaram a ideia de seres humanos serem expostos, como consideram que ao serem colocados nesta posição os seres humanos são igualados a animais. Os envolvidos não deixaram de explicitar o aspecto psicológico da situação, revelando que os seres humanos expostos se sentiriam humilhados. No entanto, o participante AK23 relata ter certa curiosidade em conhecer seres extraterrestres e parece aprovar a ideia de colocá-los em exposição.

Um aspecto que não pode ser analisado é que tipo de distinção estes participantes fazem entre os seres humanos e outros animais, o que não tornaria legítima a exposição de seres humanos mas permitiria a exposição de outros animais.

As respostas dos participantes da escola AKG se assemelham as construções dos participantes da escola AK no que se refere à ideia de que seres humanos em situação de exposição se sentiriam humilhados e que apenas bichos poderiam estar em situação de exposição. Mas os participantes da escola AKG acrescentaram observações interessantes. Uma delas está ligada a maneira como estes seres em exposição seriam tratados por aqueles que iriam até a exposição e por seus cuidadores, como o que escreveu AKG32. O participante AKG29 traça uma relação interessante sobre tratamentos distintos entre seres humanos brancos e negros trazendo a ideia de que seres humanos, independente da sua cor de pele, devem ser tratados da mesma forma.

Quadro 41 – Respostas à questão 4 da Atividade 7 “Se nós, seres humanos, fossemos levados a outro planeta, e fossemos colocados em exposição, o que você acharia disto? Por quê?”.

(continua)

Escola	Resposta	Subcategoria	Categoria
AK	AK2: “ <i>Não sou bicho</i> ”.	Desaprova, com argumento	Desaprova
	AK5: “ <i>Horrível Tadinho da gente eu não gostaria disso não gostaria de ser humilhada</i> ”.	Desaprova, com argumento	Desaprova
	AK21: “ <i>Errado Por que não somos bichos</i> ”.	Desaprova, com argumento	Desaprova
	AK22: “ <i>Muito ruim por que isso não é legal. Por que nos não somos bichos</i> ”.	Desaprova, com argumento	Desaprova
	AK23: “ <i>Não errado isso Por que não somos animais e ia ser horrível por um lado seria legal conhecer os extraterrestre</i> ”.	Desaprova, com argumento	Desaprova
	AKG1: “ <i>Desconfortável Seria estranho estar lá como estátuas e as pessoas nos tratarem como animais</i> ”.	Desaprova, com argumento	Desaprova

Quadro 41 – Respostas à questão 4 da Atividade 7 “Se nós, seres humanos, fossemos levados a outro planeta, e fossemos colocados em exposição, o que você acharia disto? Por quê?”.

(conclusão)

AKG	AKG12: “ <i>Falta de respeito Seres humanos não são animais</i> ”.	Desaprova, com argumento	Desaprova
	AKG27: “ <i>Eu acharia horrível. Porque eu seria tratada como um animal</i> ”.	Desaprova, com argumento	Desaprova
	AKG29: “ <i>eu acharia, horrível. Todo mudo tem que ser tratado igual, como pessoas brancas e negras.</i> ”.		
	AKG32: “ <i>Estranho. Por não saber como aqueles seres agiam e seriam bem diferentes e como nos trataram eu me sentiria desconfortável</i> ”.	Desaprova, com argumento	Desaprova

Fonte: Autora (2020).

De maneira geral, os participantes demonstraram não compactuar com este tipo de situação demonstrando apreço pela figura do ser humano, independente de seu fenótipo. O relato e a crença de que seres humanos devem ter tratamento diferenciado frente a outros seres vivos também é notado no trabalho de Guimarães, Carvalho e Oliveira (2010) em que busca compreender a visão de estudantes de ensino médio sobre manipulação genética de seres humanos, de forma mais específica sobre eugenia negativa e positiva. No trabalho desses autores, um dos alunos acredita que os seres humanos deveriam ser tratados com respeito diferenciado no que tange as suas relações com a ciência.

A Atividade 7 também é importante porque instiga os participantes a tomar decisões com base em seus princípios morais e éticos. Expor os participantes a esse tipo de problemática pode auxiliar na formação cidadã, pois pode instigar a reflexão sobre tomada de decisões conscientes.

### 5.6.2 A biodiversidade humana e a seleção natural na Atividade 8

A Atividade 8 faz relação entre o conceito de seleção natural e a proposta de reflexão sobre o conceito de raça, mesmo que, dentro da Biologia, sobretudo ao que se refere a espécie

humana, o conceito de raça não encontre sustentação, é necessário pensar sobre as implicações sociais que o conceito remete. Dentre os objetivos desta atividade destaca-se a possibilidade de apresentar aos alunos aporte teórico para argumentar sobre o motivo da existência de diferentes tons de pele entre os seres da espécie humana e como a diversidade de tons de pele não deve servir de parâmetro para julgar ou subjugar pessoas. Após assistirem a uma vídeo-aula e terem feito a leitura de texto os participantes das escolas AK e AKG responderam a duas questões que serão apresentadas e analisadas à seguir.

A primeira pergunta da Atividade 8 questiona a visão de cada aluno sobre fazer julgamentos, tendo em vista apenas as características físicas de um indivíduo e o motivo pelo qual pensam de tal forma. As respostas dos participantes das escolas AK e AKG seguem no Quadro 42.

Na escola AK todos os participantes consideraram errado julgar outras pessoas por suas características físicas e, em síntese, relataram dois argumentos para justificar seu posicionamento. O primeiro parece trazer aspectos morais, pois colocam a prova à capacidade de seres humanos realizarem julgamentos sobre outros seres humanos, sobretudo tendo como medida apenas características físicas, também parece que os participantes percebem que todos os seres humanos possuem falhas e, por isso, não teriam competência para realizar julgamentos sobre o outro (esse posicionamento pode ser observado em AK2, AK21, AK22 e Ak23). O segundo argumento tem consonância com o primeiro argumento pelo fato de considerar que, na medida que todos somos seres humanos, e estaríamos em pé de igualdade, não seria correto que existisse julgamento entre seres que deveriam ser iguais (participante AK5).

Quadro 42 – Respostas à questão 1 da Atividade 8 “Qual sua visão sobre fazer julgamento sobre o homem por suas características físicas? Por quê?”.

(continua)

Escola	Resposta	Subcategoria	Categoria
AK	AK2: “ <i>Errado ninguém é ninguém pra julgar</i> ”.	Errado, com argumento.	Errado
	AK5: “ <i>Errado Por que todos são seres humanos</i> ”.	Errado, com argumento.	Errado
	AK21: “ <i>Errado Por que nos. Não pode julgar Ninguém</i> ”.	Errado, com argumento.	Errado

Quadro 42 – Respostas à questão 1 da Atividade 8 “Qual sua visão sobre fazer julgamento sobre o homem por suas características físicas? Por quê?”.

(conclusão)

	AK22: “ <i>Errado por que ninguém pode julga ninguém</i> ”.	Errado, com argumento.	Errado
	AK 23: “ <i>Não. Por que é feio e pode ofender e porque ninguém pode julgar ninguém</i> ”.	Errado, com argumento.	Errado
AKG	AKG12: “ <i>Errado ninguém é diferente</i> ”.	Errado, com argumento.	Errado
	AKG27: “ <i>Não. Porque é errado</i> ”.	Errado, sem argumento	Errado
	AKG29: “ <i>Errado por que todas nossas características não estão na nossa cor de pele</i> ”.	Errado, com argumento.	Errado
	AKG32: “ <i>Nenhuma Todo mundo é do jeito que tem que ser</i> ”.	Sem posicionamento e com argumento	Sem posicionament o

Fonte: Autora (2020).

Compreende-se que essa crença em igualdade relatada pelos alunos, durante o registro na ficha leva em consideração basicamente aspectos biológicos, porém, durante a aula os alunos relataram situações em que acreditavam terem presenciado ou sofrido racismo:

*Participante AK5:*

*[...] – lá em Bento eu estudava numa escola que assim sabe que só tinha gringo. Aí eles me tratavam diferente por que eu era morena, eu era seca de magra aí eles começaram a me chamar de “nega desnutrida”.*

Na escola AKG, o participante AKG27 considera errado realizar julgamentos pelas características físicas sem explicar argumento que justifique seu posicionamento. Da mesma forma um participante que não foi identificado durante a transcrição corrobora:

*[...]professora pergunta:*

*– O que é racismo?*

*Um participante não identificado fala:*

*– É quando os brancos acham que são melhor do que os preto. Nada a vê isso!”*

O participante AKG32 diz não ter nenhuma visão sobre a possibilidade de fazer julgamentos estabelecendo como critério as características físicas de um indivíduo, ao mesmo

tempo em que afirma acreditar que as pessoas se apresentam da maneira que deveriam ser, com isto se pode inferir que o participante acredita que aos seres humanos cabe a aceitação de si e dos outros no que se refere a características físicas. AKG 12 ao afirmar que considera errado fazer julgamentos pelas características físicas traz a ideia de igualdade entre as pessoas. Os participantes AKG1 e AKG29 também consideraram errado fazer julgamento, sobretudo por que este julgamento levava em consideração apenas atribuições físicas e esclarecem que os seres humanos são constituídos por mais que suas características físicas.

A segunda pergunta da Atividade 8 quer saber dos participantes como explicariam a diferença na cor da pele entre as pessoas com base no texto lido durante a aula. Os participantes da escola AK elencaram a presença de melanina, mutações, e a genética o fato de existir diversidade na cor da pele das pessoas.

Os participantes da escola AKG, com exceção de AKG12, assim como para os participantes da escola AK, também citaram a presença de melanina e a quantidade dela como determinante para a diversidade de cor de pele entre os seres humanos, além da possibilidade de mutação.

Apesar dos participantes terem compreendido que a presença e a quantidade de melanina é um fator determinante para a coloração da pele, eles não deram atenção ao fato da seleção natural ser um elemento que, de alguma maneira, determinou, ou moldou a quantidade de melanina que deveria ou não permanecer no indivíduo para que esse sobrevivesse.

Quadro 43 – Respostas à questão 2 da Atividade 8 “Após o texto lido na aula de hoje, como você explicaria a diferença na cor da pele entre as pessoas?”.

(continua)

Escola	Resposta	Subcategoria	Categoria
AK	AK2: “ <i>Melanina, mutação</i> ”.	Presença de melanócitos e mutação	Científica
	AK5: “ <i>A melanina, genética, mutação</i> ”.	Presença de melanócitos e mutação	Científica
	AK21: “ <i>Pela melanina, genética, mutação</i> ”.	Presença de melanócitos e mutação	Científica
	AK22: “ <i>Pela melanina pela mutação</i> ”.	Presença de melanócitos e mutação	Científica
	AK23: “ <i>A melanina e a mutação</i> ”	Presença de melanócitos e mutação	Científica

Quadro 43 – Respostas à questão 2 da Atividade 8 “Após o texto lido na aula de hoje, como você explicaria a diferença na cor da pele entre as pessoas?”.

(conclusão)

AKG	AKG1: “ <i>Muita melanina ou pouca melanina</i> ”.	Presença de melanócitos e/ou melanina	Científica
	AKG12: “ <i>Normal</i> ”.	Normal	Normal
	AKG27: “ <i>Muita melanina ou pouca</i> ”.	Presença de melanócitos e/ou melanina	Científica
	AKG29: “ <i>Muita melanina e pouca melanina</i> ”.	Presença de melanócitos e/ou melanina	Científica
	AKG32: “ <i>Por causa da melanina</i> ”.	Presença de melanócitos e/ou melanina	Científica

Fonte: Autora (2020).

O tratamento, em sala de aula, de questões que podem ser consideradas sócio científicas, pode contribuir na educação para as relações étnico-raciais, pois tende a oferecer ferramentas (conhecimento oriundo da ciência) que podem auxiliar na tomada de decisões frente à sociedade. Apesar dos participantes da pesquisa acreditarem que os seres humanos deveriam ter tratamento igual e não serem julgados por suas características físicas, estes participantes não estarão livres de presenciarem ou vivenciarem situações em que seres humanos são tratados de formas distintas em função de suas características físicas e, assim, necessitam de conhecimentos científicos para argumentar em favor de si ou de outros.

Felício *et al.* (2017) apontam que a discussão desta temática em sala de aula poderia ir além dos aspectos biológicos tratados pela genética e pela teoria da evolução e incluir aspectos históricos do preconceito racial e suas consequências para a sociedade.

Apesar de não tratar das consequências sociais do racismo de forma específica e aprofundada, a sequência didática fez com que os participantes falassem sobre o assunto, o que pode ser considerado um aspecto positivo ao dar visibilidade ao tema e fazer com que fosse pensado e brevemente discutido em conjunto.

Ao traçar um novo desenho para esta sequência didática, seria interessante possibilitar a discussão sobre as consequências sociais e aspectos jurídicos sobre raça e racismo. Não é possível afirmar que o fenômeno biológico da seleção natural foi correlacionado a variabilidade de coloração dos seres humanos, mas de maneira mais específica os participantes parecem ter relacionado a cor da pele com a existência da melanina e melanócitos.

## 6 FASE AVALIATIVA: AVALIAÇÃO DA PROPOSTA DE *DESIGN*

### 6.1 Metodologia de avaliação da proposta de *design*

Nesta fase apresentamos uma validação da proposta de *design* da sequência didático-pedagógica sobre evolução biológica transversalizada pelo conceito de raça. A metodologia adotada levou em conta:

- a) As dimensões cognitiva e social da aprendizagem, em que se comparou objetivos educacionais das atividades e o que efetivamente se obteve com sua implementação nas intervenções;
- b) Os princípios adotados para elaborar o *design*;
- c) A opinião do aluno, pois suas colocações podem trazer contribuições relevantes para que as próximas intervenções possam trazer melhores resultados; e,
- d) Limitações do estudo realizado.

Cada um desses itens serão detalhados a seguir.

Para contabilizar os dados, foram consideradas somente respostas daqueles alunos que participaram de todas as atividades, ou seja, os mesmos 05 participantes da escola AK e 05 participantes da escola AKG.

Em conjunto, acredita-se que essas avaliações concorrem para uma avaliação da proposta de *design* da sequência de atividades, o que também envolve seus princípios orientadores. Procurou-se também, ao longo deste processo de avaliação, apontar possíveis fragilidades e inconsistências na sequência didático-pedagógica.

#### 6.1.1 Metodologia de avaliação do *design* na dimensão cognitiva

A avaliação do *design* da sequência didático-pedagógica na dimensão cognitiva ocorreu a partir da análise das respostas dos participantes a questões propostas nas Atividades 2, 4 e 6, para as quais foram utilizados, respectivamente, o curta-metragem *Menina bonita de laço de fita*, o jogo da camuflagem e o jogo do bico favorecido.

A análise das respostas teve como base parâmetros científicos trazidos pela Biologia, e foram categorizadas em respostas “válidas”, “parcialmente válidas” e “não válidas”.

Após essa categorização das respostas, para avaliar as atividades, adotou-se um critério para avaliar o quê efetivamente os alunos alcançaram frente aos objetivos de

aprendizagem pretendidos que considerou uma “avaliação positiva” para a atividade sempre que a frequência de respostas classificadas como “válidas” somadas as “parcialmente válidas” foi maior do que a frequência de respostas classificadas como “não válidas”; do contrário, a atividade foi considerada com “avaliação negativa”.

Por fim, o critério para avaliar o *design* da proposta para o grupo de participantes estudado, foi contabilizar todas atividades com “avaliação positiva” frente as atividades com “avaliação negativa”. Em sendo o número de atividades com “avaliação positiva” superior àquelas com “avaliação negativa”, o *design* do protótipo da sequência-didática foi considerado como válido, do contrário, ele não foi validado no aspecto cognitivo por meio das intervenções realizadas.

### **6.1.2 Metodologia de avaliação do *design* na dimensão social**

A avaliação do *design* da sequência didático-pedagógica, quanto ao que se refere à dimensão social, ocorreu a partir da análise das respostas dos participantes às questões propostas nas Atividades 7 e 8 junto a algumas questões da Atividade 2. Essas atividades e questões tratam diretamente da temática transversal raça.

Para a categorização das questões de cunho social, utilizamos os mesmos critérios pensados para àqueles das questões de cunho cognitivo, em que se utilizou a categoria de respostas “válidas”, “parcialmente válidas” e “não válidas”. No entanto, somos sabedores que as questões elaboradas para essas atividades não devem ter uma interpretação simplista buscando apenas uma dualidade que privilegia alguns aspectos e anula outros. Partindo desse entendimento, as respostas foram consideradas “válidas”, ou, “parcialmente válidas” sempre que o participante conseguiu elaborar um argumento coerente à questão proposta, preferencialmente, de maneira ética e empática. Do contrário, ou, se o participante não respondeu a questão, a resposta foi classificada como “não válida”. Este critério revela o que foi alcançado pelos alunos frente aos objetivos de aprendizagem dentro de cada atividade.

Análogo na avaliação da dimensão cognitiva, uma maior frequência de respostas classificadas como “válidas” ou parcialmente válidas” dentro de cada atividade a classifica como positiva. No caso de se verificar maior frequência de questões classificadas como “não válidas” dentro da atividade faz com que a classificação desta atividade seja considerada negativa.

A avaliação do *design* desta sequência didático-pedagógica, no que diz respeito a sua dimensão social, foi feita da mesma maneira que no seu aspecto cognitivo; um maior número

de atividades consideradas positivas frente a um menor número de atividades consideradas negativas, para efeitos de avaliação interna, valida o protótipo. Se o contrário for percebido, existe a importante indicação de que o *design* necessita de reformulações importantes ou que não foi eficaz para amostra que está sendo observada.

### **6.1.3 Metodologia de análise dos princípios de *design***

Os princípios que orientaram o *design* da sequência didático-pedagógica foram analisados tendo como base os resultados e análises das intervenções e do *design* da proposta em termos cognitivo e social.

### **6.1.4 Metodologia de análise da opinião dos alunos**

A análise das percepções dos alunos se deu na perspectiva da análise textual discursiva, discutida no Capítulo 6.

### **6.1.5 Metodologia de análise das limitações do estudo**

A análise das limitações do estudo levou em conta análise de todo o processo de *design* e as condições contextuais em que se deu o processo.

## **6.2 Avaliação do *design* na dimensão cognitiva**

A Tabela 1 apresenta a frequência de respostas às questões 2, 3, 3, 4 e 5 da Atividade 2, ficha 2, que tratam dos objetivos de ensino e aprendizagem acerca dos princípios científicos trazidos por Lamarck para explicar a diversidade dos seres. Essa tabela refere-se as escolas AK e AKG.

As questões que foram contabilizadas desta atividade são:

- 2) Que crenças trazidas por Lamarck puderam ser observadas durante o filme assistido?
- 3) Por que o coelho, durante as diversas tentativas de modificar sua cor utilizando fatores externos, não conseguiu atingir seu objetivo?
- 4) Haveria alguma possibilidade do coelho conseguir transformar a sua cor? Por quê?
- 5) Por que o coelho conseguiu ter filhos na cor desejada?

6) Na sua opinião, qual a importância de existir diversidade na cor de coelhos?.

Na Tabela 1, os dados da questão 2 chamam atenção, pois na escola AK nenhum participante teve sua resposta classificada como “válida” ou “parcialmente válida”, enquanto na escola AKG nenhum participante teve sua resposta classificada como “não válida”. A primeira reação que temos ao observarmos apenas as frequências de respostas “válidas” ou “parcialmente válidas” à questão 2 dos participantes da escola AK é de remover esta questão da atividade, pois estas frequências indicariam que os alunos não a compreenderam, o que não contribuiria para a aprendizagem. Porém, ao observarmos os dados de frequência dos participantes da escola AKG percebemos que as respostas deste grupo de alunos se opõem aos dados da escola AK, sugerindo que essa questão estava compreensível ao ponto de promover reflexão. No entanto, não percebendo uma homogeneidade na interpretação da pergunta para os dois grupos, acredita-se ser necessário reformulá-la com finalidade de torna-la compreensível ao maior número possível de participantes.

Tabela 1 – Frequência de repostas às questões 2, 3, 4 e 5 da Atividade 2.

Escola	Questão	Frequência de Respostas		
		Respostas Válidas	Parcialmente Válidas	Não Válidas
AK	2	0	0	5
	3	5	0	0
	4	5	0	0
	5	5	0	0
	6	3	2	0
Total		18	2	5
AKG	2	3	2	0
	3	4	1	0
	4	2	3	0
	5	4	1	0
	6	3	2	0
Total		16	9	0

Fonte: Autora (2020).

Nas demais questões da Atividade 2 não existe grande contraste de dados, nem a de respostas classificadas como não válidas, sugerindo que as demais respostas das questões da Atividade 2 podem ser consideradas válidas.

Para verificação de indícios de elaboração de noções conceituais sobre evolução biológica, envolvendo os conceitos de adaptação e seleção natural, passamos a verificação da frequência de respostas de questões da Atividade 4, uma vez que a Atividade 3 se mostra como um momento de transição em que as ideias de Darwin e Wallace são apresentadas e contrapostas as ideias de Lamarck.

O jogo da camuflagem na Atividade 4 foi utilizado como forma de simular o processo de adaptação, causar reflexão sobre a importância do tempo geológico e do ambiente para a diversidade dos seres vivos é encontrado na Atividade 4. Nesta aula, após utilizarem o jogo, os participantes respondem às seguintes questões com intuito refletir sobre a vivência do jogo e trazer à tona os conceitos vivenciados:

- 1) Que lagartas foram mais predadas?
- 2) A introdução de um novo predador, “cego” para as cores, poderia interferir no que está acontecendo neste ambiente? De que forma?
- 3) Quais fatores, relativos as lagartas, foram determinantes para que uma população sofresse maior predação que a outra?
- 4) Quais elementos, do ambiente, foram importantes para a permanência de um dos grupos de lagartas no ambiente em que estavam?

A Tabela 2 apresenta dados de frequência de respostas a essas questões. Observa-se nessa tabela um número considerável de respostas classificadas como “parcialmente correta”.

Tabela 2 – Frequência de repostas às questões 1, 2, 3 e 4 da Atividade 4.

Escola	Questão	Frequência de Respostas		
		Respostas Válidas	Parcialmente Válidas	Não Válidas
AK	1	5	0	0
	2	0	5	0
	3	5	0	0
	4	0	5	0
Total		10		
AKG	1	5	0	0
	2	0	5	0
	3	1	4	0
	4	4	0	1
Total		10	9	1

Fonte: Autora (2020).

Durante a análise, observou-se falta de argumentos nas respostas, ou argumentos pouco elaborados para sustentar uma ideia, o que levou ao tipo de categorização de resposta como “parcialmente correta”. Se pode inferir, a partir desses dados, que as questões elaboradas para esta atividade correspondem, em parte, ao que se propôs.

Após vivenciar um simulacro de adaptação biológica com a Atividade 4, o passo seguinte na implementação da sequência didático-pedagógica foi retomar os conceitos de adaptação e seleção natural inicialmente apresentados na Atividade 3 para, na Atividade 5, formalizá-los com apoio de um texto.

A frequência de respostas às questões 1 e 2 da Atividade 5 estão mostradas na Tabela 3. As questões analisadas são:

- 1) De que forma podemos perceber que os indivíduos melhor adaptados tiveram maior sucesso em permanecer no ambiente em que viviam?
- 2) Percebendo que a seleção natural é o mecanismo que garante a biodiversidade dos seres vivos, o que é esperado que ocorra com a população de lagartas?

Os dados na Tabela 3 mostram que a frequência de respostas classificadas como “válidas” ou “parcialmente válidas” é maior do que as consideradas “não válidas”. Com base nessas quantificações, é possível apontar que o simulacro ofertado aos participantes por meio do jogo foi uma maneira interessante de dar início a elaboração destas noções conceituais.

Tabela 3 – Frequência de repostas às questões 1 e 2 da Atividade 5.

Escola	Questão	Frequência de Respostas		
		Respostas Válidas	Parcialmente Válidas	Não Válidas
AK	1	1	4	0
	2	5	0	0
Total		6	4	0
AKG	1	1	2	2
	2	2	2	1
Total		3	4	3

Fonte: Autora (2020).

A Atividade 6 objetivava recriar uma situação por meio do jogo do bico favorecido em que o aluno pudesse ter noção de como a seleção natural pode interferir na diversidade dos seres vivos. As questões relativas a este jogo foram elaboradas em torno do tipo de objeto que

o participante utilizava e o tipo de alimento que era mais facilmente capturado com este objeto:

- 1) Descreva o tipo de ferramenta utilizada pelo seu grupo na busca pelo alimento.
- 6) Se houvesse uma seca no ambiente que diminuísse a oferta de pinhas como forma de alimento, que “pássaro” teria maior chance de entrar em extinção? Que “pássaro” teria maior chance de sobreviver?

Frente a essas questões e o modo como os participantes responderam a elas, consideramos que essa atividade permitiu que acontecesse associação e reflexão entre as relações possíveis que cada indivíduo com suas características físicas pode estabelecer com o ambiente. Cabe salientar que a maioria das respostas classificadas como “parcialmente corretas” não contavam com argumento minimamente plausível. As quantificações estão exemplificadas na Tabela 4.

Tabela 4 – Frequência de repostas às questões 1 e 6 da Atividade 6.

Escola	Questão	Frequência de Respostas		
		Respostas Válidas	Parcialmente Válidas	Não Válidas
AK	1	5	0	0
	6	5	0	0
Total		10	0	0
AKG	1	4	0	1
	6	4	1	0
Total		8	1	1

Fonte: Autora (2020).

Visto que os participantes tiveram êxito ao responder as questões na maioria das atividades, podemos considerar que a sequência didática cumpriu com os objetivos com que foi elaborada.

### 6.3 Avaliação do *design* na dimensão social

A avaliação da Atividade 2, que além de tratar sobre os princípios trazidos por Lamarck através do curta metragem homônimo ao livro *Menina bonita do laço de fita* de Ana Maria Machado, também buscou dar início a implementação do uso do tema transversal raça, iniciando por discutir sobre a importância da biodiversidade entre os seres.

Por isso, as questões 7 e 8, foram tratadas dentro da dimensão social pois traziam os seguintes questionamentos:

7) Qual seria o motivo do coelho branco desejar ser preto?

8) Na sua opinião o coelho seria beneficiado ou prejudicado por desejar ser da cor preta? Por quê?

As respostas dos alunos a questão 7 e 8 estão transcritas nos Quadro 25 e 26, respectivamente. Observamos na Tabela 5 que a frequência com que encontramos respostas às questões 7 e 8 consideradas “válidas” ou “parcialmente válidas” é maior do que a frequência das consideradas “não válidas”. Isso nos permite dizer que essas duas questões foram compreendidas pelos alunos, instigando-os, na sua grande maioria, a respondê-las.

Tabela 5 – Frequência de repostas às questões 7 e 8 da Atividade 2.

Escola	Questão	Frequência de Respostas		
		Respostas Válidas	Parcialmente Válidas	Não Válidas
AK	7	4	1	0
	8	2	3	0
Total		6	4	0
AKG	7	4	1	0
	8	2	1	1
Total		6	2	1

Fonte: Autora (2020).

Na Atividade 7 o tema transversal raça já se apresenta de maneira mais contundente, pois o vídeo *O zoológico humano* assistido durante esta atividade provocou inúmeras reflexões sobre a temática transversal raça nos participantes. Na Tabela 6 é possível observarmos a frequência de respostas as questões 2, 3 e 4:

2) Você faria uma visita a um destes “zoológicos”?

3) Se seres extraterrestres chegassem à Terra, o que você acharia se nós humanos os tratássemos como os indivíduos do vídeo que assistimos foram tratados?

4) Se nós, seres humanos, fôssemos levados a outro planeta, e fôssemos colocados em exposição, o que você acharia disto? Por quê?

Tabela 6 – Frequência de repostas às questões 2, 3 e 4 da Atividade 7.

Escola	Questão	Frequência de Respostas		
		Respostas Válidas	Parcialmente Válidas	Não Válidas
AK	2	5	0	0
	3	5	0	0
	4	5	0	0
Total		15	0	0
AKG	2	5	0	0
	3	3	0	2
	4	5	0	0
Total		13	0	2

Fonte: Autora (2020).

Como já era esperado que esse vídeo causasse algum impacto, o que se desejou foi mobilizar um sentimento de empatia nos participantes que poderia se refletir em repostas elaboradas de maneira que poderiam ser consideradas éticas frente ao problema apresentado. Como o observado na Tabela 6, a Atividade se mostrou positiva. A frequência de repostas a essas questões nos permitiu avaliar que a maioria dos participantes apresentou forte sentimento antirracista. Na questão 4, nenhum participante se disse confortável com a possibilidade de ficar exposto como em um zoológico. As repostas de dois participantes da escola AKG (AK29 e AK32) à questão 4, em confronto com as respectivas repostas à questão 3, cria um alerta para a importância de explorar questões relacionadas a empatia e a ética.

Para avaliar a Atividade 8 é necessário compreender que ela teve o propósito de articular a temática científica, que permeia toda a sequência didática, com a temática social que o atravessa. Um dos objetivos da atividade foi o de apresentar aos alunos um aporte teórico para que tivessem noção de como os distintos tons de pele dos seres humanos têm sua gênese na seleção natural, o que deveria auxiliar na compreensão de que tratamentos diferenciados a pessoas baseados na cor de sua pele não deveriam ocorrer, representando assim a discussão da temática étnico-racial. Na Atividade 8 passaram por avaliação as seguintes questões:

- 1) Qual sua visão sobre fazer julgamento sobre o homem por suas características físicas? Por quê?

- 2) Após o texto lido na aula de hoje, como você explicaria a diferença na cor da pele entre as pessoas?

Na Tabela 7 é apresentada a frequência das repostas dos participantes a essas questões.

Tabela 7 – Frequência de repostas às questões 1 e 2 da Atividade 8.

Escola	Questão	Frequência de Respostas		
		Respostas Válidas	Parcialmente Válidas	Não Válidas
AK	1	5	0	0
	2	5	0	0
Total		10	0	0
AKG	1	5	0	0
	2	3	2	0
Total		8	2	0

Fonte: Autora (2020).

Na questão 1, todos os participantes responderam ao questionamento apresentando justificativas consideradas coerentes, e, que na maior parte das vezes apresentavam empatia na sua elaboração, razão pela qual todas as respostas foram consideradas “válidas”. Para a questão 2 da Atividade 8, as respostas consideradas “válidas” discorriam sobre a quantidade de melanócitos ou sobre a seleção natural; aquelas consideradas “parcialmente válidas” elaboraram respostas sem justificativas plausíveis. Ao não se constatar respostas consideradas “não válidas”, a Atividade 8 teve uma avaliação positiva frente ao que se almejava.

De acordo com o critério descrito para validação interna do *design* da sequência didático-pedagógica, no que se refere a dimensão social, este protótipo também alcançou seu objetivo.

#### 6.4 Avaliação dos princípios de *design*

O 1º princípio permeia a utilização de uma **abordagem colaborativa e cooperativa** que esteve presente em toda a implementação da sequência didático-pedagógica, uma vez que a sala de aula se mostrou um ambiente apropriado e frutífero para a comunicação de dúvidas, questionamentos e saberes, permitindo a relação aluno/aluno e aluno/professor, colaborando e cooperando para a aprendizagem que se estabelece em processos que ocorrem dentro e fora do aluno.

O 2º princípio discorreu sobre o **uso das narrativas históricas combinando o uso de argumentação como estratégia de ensino**. Este princípio também esteve contemplado durante a implementação e a estruturação da sequência didática, em que se buscou destacar, sempre que possível, a construção de um pensamento científico calcado em evidências científicas, que por vezes lhes davam crédito e que, em outras situações, serviam para refutar certos conhecimentos e crenças. No que tange ao uso da argumentação pelos participantes, ela foi constatada de maneira bem tímida, mas com bons processos de elaboração para alunos do Ensino Fundamental II do 7º ano, uma vez que sempre que se sentiram motivados a elaborar uma explicação para os questionamentos, o fizeram.

O 3º princípio que ancora a sequência didático-pedagógica, da qual dependia a pesquisa, foi o uso de **simulacros de processos biológicos**. O uso destes simulacros foi de fundamental importância para promover reflexões e discussões acerca dos conceitos de adaptação e seleção natural. Apesar de não podermos afirmar que os participantes da pesquisa tiveram plena aprendizagem destes conceitos, foi notável o envolvimento e a participação deles nos simulacros, afirmando a cooperação e colaboração entre os envolvidos com a formação de compreensões insipientes que tendem a se formatar em pseudoconceitos e, que se continuarem a serem trabalhados e estimulados, podem futuramente se estabelecer como conceitos. O principal ponto positivo gerado com o uso dos simulacros foi criar possibilidades da construção de conceitos importantes para a compreensão da teoria da evolução biológica.

O 4º princípio que orientou a intervenção didática foi o **tema transversal raça**. A temática raça foi discutida de forma direta e indireta na intervenção didático-pedagógica através de aspectos sociais e biológicos, propiciando reflexões éticas, sociais e biológicas importantes para uma formação cidadã. As reflexões sobre a temática raça nem sempre ficaram claras quando os participantes respondiam na forma escrita às questões propostas nas atividades, mas ao expor de forma oral o que pensavam, a temática se mostrou presente.

O princípio da utilização de **aulas expositivas-dialogadas**, o 5º princípio utilizado para nortear a proposta, foi importante por que serviu para fazer a interlocução e permitir que os demais princípios fossem acessados e trabalhados. Este princípio permeou todas as atividades da intervenção didático-pedagógica e foi uma das maneiras que permitiu a participação dos alunos na pesquisa.

## **6.5 Opinião dos alunos**

### **6.5.1 Opinião dos alunos sobre o que significou as aulas**

A primeira pergunta buscava saber o que significou para os alunos as aulas de ciências com a professora-pesquisadora e o motivo. Os participantes das escolas AK e AKG tiveram suas respostas organizadas no Quadro 44.

AK2 da escola AK não respondeu ao questionamento, sendo que todos os demais alunos de ambas as escolas tiveram uma percepção positiva das aulas.

Ao buscar responder sobre o que significou as aulas, com respostas como “Interessante”, “Muito legal” ou “Bom”, a maioria das explicações está ligada à aprendizagem de conteúdos de ciências: por facilitar a aprendizagem (AK21, AK22, AKG1, AKG32); e, por permitir novos aprendizados (AK23, AKG1, AKG29, AKG32).

Os participantes AKG12 e AKG27 da escola AKG não apresentaram a explicação solicitada.

Quadro 44 – Categorias e respostas à questão 1 do questionário opinário “O que significou para você as últimas aulas de ciências em que trabalhamos juntos? Por quê?”.

(continua)

Escola	Resposta	Subcategoria	Categoria
AK	AK2: [Em branco].	Não respondeu	Não respondeu
	AK5: “ <i>Interessante, porque é legal aprender.</i> ”.	Aulas diferenciadas	Significado
		Por aprender e isso ser prazeroso	Positivo
	AK21: “ <i>Muito legal porque a gente aprendeu muito.</i> ”.	Aulas prazerosas	Significado
		Por facilitar a aprendizagem	Positivo
	AK22: “ <i>Significa um bom aprendizado por que faz a gente entender melhor as coisas.</i> ”.	Significado positivo	Significado positivo
		Por facilitar a aprendizagem	
	AK23: “ <i>Foi bom eu aprendi sobre os seres vivos como eles se adaptam, como eles comem e o tamanho dos animais.</i> ”.	Significado positivo	Significado positivo
		Por permitir novos aprendizados	
	AKG12: “ <i>Muito top.</i> ”.	Significado Positivo	Significado Positivo

Quadro 44 – Categorias e respostas à questão 1 do questionário opinário “O que significou para você as últimas aulas de ciências em que trabalhamos juntos? Por quê?”.

(conclusão)

	AKG27: “ <i>Foi muito legal</i> ”.	Aulas prazerosas	Significado Positivo
	AKG29: “ <i>Legal, por que são aulas diferentes, com coisas novas.</i> ”	Aulas prazerosas	Significado Positivo
		Pela metodologia diferenciada; Por permitir novos aprendizados	
	AKG32: “ <i>Muito, por aprender mais coisas e conseguir aprender outras coisas.</i> ”	Significado Positivo	Significado Positivo
		Por facilitar a aprendizagem; Por permitir novos aprendizados	

Fonte: Autora (2020).

### 6.5.2 Opinião dos alunos sobre o uso dos jogos

O Quadro 45 apresenta as respostas dos alunos para a questão 2 do questionário opinário sobre como foram as aulas de ciências com a utilização dos jogos e o motivo. De maneira geral, os participantes da escola AK perceberam essas aulas como prazerosas (AK2, AK5, AKG1, AKG27, AKG29, AKG32). As explicações dadas para estas aulas serem diferenciadas (AK5, AK27, AK29), pelas novas aprendizagens (AKG1, AKG32) e por serem divertidas (AKG32) e facilitar a aprendizagem (AK22). A forma como os participantes AK23 e AKG12 responderam ao questionamento se mostrou fora do contexto da pergunta.

O participante AK21 utilizou a gíria “De visão” em sua resposta, que parece estar relacionada a algo positivo, que terá bons resultados no final ou que almeja isto, mas que de maneira geral parece fazer referência a uma experiência positiva.

Quadro 45 – Categorias e respostas à questão 2 do questionário opinário “Como foram as aulas de ciências com os jogos? Por quê?”.

(continua)

Escola	Resposta	Subcategoria	Categoria
AK	AK2: “ <i>Legal, por que é mais legal aula com jogos</i> ”.	Prazerosa	Experiência
		Por ser prazerosa aula com jogos	Positiva
	AK5: “ <i>Legal, por que ficou mais interessante de</i> ”	Atividade prazerosa	Experiência
		Por ser diferenciada	Positiva

Quadro 45 – Categorias e respostas à questão 2 do questionário opinário “Como foram as aulas de ciências com os jogos? Por quê?”.

(conclusão)

	<i>aprender com jogos”.</i>		
	AK21: “ <i>De visão e os vídeos.</i> ”.	Algo positivo	Experiência Positiva
	AK22: “ <i>Boa, por que foi legal eu aprendi muito com eles.</i> ”.	Atividade positiva	Experiência
		Por ser prazerosa	Positiva
		Por facilitar a aprendizagem	
	AK23: “ <i>Eu aprendi o tamanho das comidas de animais como o passarinho pequeno tem que comer</i> ”.	Fora do contexto	Fora do contexto
	AKG1: “ <i>Muito legal porque aprendemos sobre as extinções.</i> ”.	Prazerosa	Experiência
		Pelas novas aprendizagens	Positiva
	AKG12: “ <i>As lagarta</i> ”.	Fora do contexto	Fora do contexto
	AKG27: “ <i>Legal, pois jogamos jogos variados.</i> ”.	Prazerosa	Experiência
		Por ser divertida	Positiva
		Por ser diferenciada	
	AKG29: “ <i>Legal, por que é diferente.</i> ”.	Prazerosa	Experiência
		Por ser diferenciada	Positiva
	AKG32: “ <i>Foram legal, por nos divertimos e aprendemos ao mesmo tempo</i> ”.	Prazerosa	Experiência
		Pela diversão	Positiva
		Pelas novas aprendizagens	

Fonte: Autora (2020).

A questão 3 solicitava que os participantes declarassem o que lhes havia chamado atenção durante o uso dos jogos e o motivo. As respostas estão apresentadas no Quadro 46.

As respostas ao que chamou a atenção dos alunos se referiram: ao aspecto lúdico quando dizem que foi as “brincadeiras” (AK5), à competição quando dizem que foi o “jogo dos pássaros quem pega mais comida para se reproduzirem” (AK23) ou “quem seria primeiro predada” (AKG1), ao aspecto sensorial dos simulacros quando dizem que foram as “lagartas” (AKG12, AK29) ou os “ambientes” (AKG32). Todos esses fatores concorrem para a abordagem de ensino de fenômenos biológicos por meio de simulação com jogos.

Para um dos participantes (AK22) o que chamou a atenção nos jogos foi “a vida dos animais” (AK22), explicando que “é legal saber mais sobre eles”.

Quadro 46 – Categorias e respostas à questão 3 do questionário opinário “O que mais chamou sua atenção nas aulas com os jogos? Por quê?”.

Escola	Resposta	Subcategoria	Categoria
AK	AK2: [Em branco].	Não respondeu	Não respondeu
	AK5: “ <i>As brincadeiras porque é divertido</i> ”.	Abordagem lúdica	Abordagem metodológica
	AK21: “ <i>de visão</i> ”.	Indefinido	Indefinido
	AK22: “ <i>Tudo a vida dos animais por que é legal saber mais sobre eles</i> ”.	Conhecimento biológico	Aprendizagem
		Por ser prazeroso aprender	
	AK23: “ <i>Jogo dos pássaros quem pega mais comida para os pássaros se reproduzirem</i> ”	Abordagem lúdica	Abordagem metodológica
		Competição	
AKG	AKG1: “ <i>quem seria primeiro predada</i> ”.	Competição	Abordagem metodológica
	AKG12: “ <i>As lagarta</i> ”.	Abordagem lúdica	Abordagem metodológica
	AKG27: “ <i>Os jogos diferenciados</i> ”.	Abordagem lúdica	Abordagem metodológica
		Simulacros	
	AKG29: “ <i>as lagartas</i> ”.	Abordagem lúdica	Abordagem metodológica
AKG32: “ <i>os ambientes, por aprender coisas novas</i> ”.	Simulacros	Abordagem metodológica	
	Pelas novas aprendizagens		

Fonte: Autora (2020).

### 6.5.3 Opinião dos alunos sobre o uso dos vídeos da sequência didática

A questão 4 solicitava que os participantes opinassem sobre as aulas em que foram utilizados vídeos. As respostas a essa questão estão apresentadas no Quadro 47.

O conjunto de respostas foi categorizada como uma experiência positiva, com uma das respostas fora do contexto.

As aulas com vídeo foi consideradas “legal” ou “muito legal” (AK2, AK5, AK21, AKG27, AKG29), “interessante” (AKG32) ou mesmo boas ou muito boas (AK22, AKG1). As explicações, em sua maioria, são por favorecer a aprendizagem (AK2, AK21, AK22, AKG27, AKG32) ou pela novidade dos assuntos (AK23, AKG1). AKG29 considerou a utilização dos vídeos em sala de aula uma experiência positiva sem dar explicação.

Quadro 47 – Categorias e respostas à questão 4 do questionário opinário “Como foram as aulas de ciências com os vídeos? Por quê?”.

(continua)

Escola	Resposta	Subcategoria	Categoria
AK	AK2: “ <i>legal, por que aprendemos mais</i> ”.	Prazerosa	Experiência positiva, com argumento
		Por favorecer a aprendizagem	
	AK5: “ <i>Legal, porque é vídeo e é divertido</i> ”.	Prazerosa	Experiência positiva, com argumento
		Pelo recurso diferente	
		Por ser divertido	
	AK21: “ <i>Muito legal Agente aprendeu muito</i> ”.	Prazerosa	Experiência positiva, com argumento
Por favorecer a aprendizagem			
AK22: “ <i>Boas por que a explicação melhorou e dava para ter uma noção daquilo ou das coisas</i> ”.	Experiência positiva	Experiência positiva, com argumento	
	Por favorecer a aprendizagem		
AK23: “ <i>Sobre os seres humano. Por que eu aprendi coisas que eu não sabia</i> ”	Por novas aprendizagens	Experiência positiva, com argumento	
AKG1: “ <i>Muito bom porque aprendemos coisas muito</i> ”	Experiência positiva	Experiência positiva, com argumento	
	Por novas aprendizagens		

Quadro 47 – Categorias e respostas à questão 4 do questionário opinário “Como foram as aulas de ciências com os vídeos? Por quê?”.

(conclusão)

AKG	<i>legais</i> ”.		
	AKG12: “ <i>Coelha preta</i> ”.	Fora do contexto	Fora do contexto
	AKG27: “ <i>Foram legais, pois aprendi varias coisas</i> ”.	Prazerosas	Experiência positiva, com argumento
		Por favorecer a aprendizagem	
	AKG29: “ <i>Eu achei legal, por que sim</i> ”.	Prazerosa	
AKG32: “ <i>Interessante, por aprender coisas nunca vistas</i> ”.	Experiência positiva	Experiência positiva, sem argumento	
	Por favorecer a aprendizagem		

Fonte: Autora (2020).

O Quadro 48 apresenta as respostas ao que mais chamou a atenção nas aulas com os vídeos. De forma geral, o que mais chamou a atenção foi a temática abordada (AK5, AK23, AKG1, AKG27, AKG29). AK22 considerou que o que chamou sua atenção foi o uso do vídeo nas aulas. As respostas de AK23 e AK12 foram consideradas fora do contexto. AK2 não respondeu à questão.

Quadro 48 – Categorias e respostas à questão 5 do questionário opinário “O que mais chamou sua atenção nas aulas com os vídeos? Por quê?”.

(continua)

Escola	Resposta	Subcategoria	Categoria
AK	AK2: [Em branco].	Não respondeu	Não respondeu
	AK5: “ <i>O Zoológico, por que é triste</i> ”.	Existência de zoológicos humanos	Temática Abordada
	AK21: “ <i>Todos os videos</i> ”.	Fora do contexto	Fora do contexto
	AK22: “ <i>A explicação do vídeo por que faz a gente entender melhor</i> ”.	Uso do vídeo como recurso didático	Abordagem metodológica

Quadro 48 – Categorias e respostas à questão 5 do questionário opinário “O que mais chamou sua atenção nas aulas com os vídeos? Por quê?”.

(conclusão)

	AK23: “ <i>Sobre os seres vivos e os seres humanos</i> ”.	Conhecimento biológico	Temática Abordada
AKG	AKG1: “ <i>Eu gostei do coelho branco que estava tentando ser preto porque gostava da menina do laço de fita</i> ”.	Valorização da diversidade	Temática Abordada
	AKG12: “ <i>as imagens</i> ”.	Fora do contexto	Fora do contexto
	AKG27: “ <i>O assunto, pois eu não sabia</i> ”.	Conhecimento biológico	Temática Abordada
	AKG29: “ <i>As histórias, é tudo novo, tudo diferente</i> ”.	Conhecimento biológico	Temática Abordada
	AKG32: “ <i>As aulas serem com vídeos, por normalmente as aulas são a escrita ou pratica</i> ”.	Uso do vídeo como recurso didático	Abordagem metodológica

Fonte: Autora (2020).

#### 6.5.4 Opinião dos alunos sobre a diversidade dos seres vivos

O Quadro 6 apresenta as respostas acerca do significado que foi para os participantes conhecer mais sobre a diversidade dos seres vivos. Pela leitura e análise do que os alunos escreveram, é possível colocar que aprender sobre a diversidade das espécies foi uma experiência positiva, pois os alunos realizaram novas descobertas, dentre elas conhecer como alguns seres vivem fazendo uso de estratégias como a camuflagem. No entanto, nenhum dos alunos se reporta às ideias sobre origem da diversidade que tinha inicialmente, antes que o tema fosse abordado.

Quadro 49 – Categorias e respostas à questão 6 do questionário opinário “O que significou para você saber um pouco mais sobre a diversidade dos seres vivos? Por quê?”.

(continua)

Escola	Resposta	Subcategoria	Categoria
	AK5: “ <i>Legal, porque a gente aprende mais sobre os seres vivos</i> ”.	Experiência positiva contribuiu para aprendizagem	Experiência positiva com argumento

Quadro 49 – Categorias e respostas à questão 6 do questionário opinário “O que significou para você saber um pouco mais sobre a diversidade dos seres vivos? Por quê?”.

(conclusão)

AK	AK21: <i>“descobri muito mais”</i> .	Experiência positiva contribuiu para aprendizagem	Experiência positiva sem argumento
	AK22: <i>“Significou muita coisa por que eu entendi melhor como eles vieram e como eles vivem.”</i> .	Experiência positiva contribuiu para aprendizagem	Experiência positiva com argumento
	AK23: <i>“Aprendi como eles se camufla e como eles vive e tamanhos diferentes e etc.”</i> .	Experiência positiva contribuiu para aprendizagem	Experiência positiva sem argumento
AKG	AKG1: <i>“Foi muito bom para nós entendermos mais.”</i> .	Experiência positiva contribuiu para aprendizagem	Experiência positiva com argumento
	AKG12: <i>“Saber um pouco mais”</i> .	Experiência positiva contribuiu para aprendizagem	Experiência positiva com argumento
	AKG27: <i>“Significou bastante, por que achei bem legal”</i> .	Experiência positiva	Experiência positiva sem argumento
	AKG29: <i>“Significa coisas novas”</i> .	Experiência positiva	Experiência positiva sem argumento
	AKG32: <i>“Significou muito, por aprender a diferenciar algumas coisas”</i> .	Experiência positiva contribuiu para aprendizagem	Experiência positiva com argumento

Fonte: Autora (2020).

O Quadro 50 apresenta as respostas à questão 7 sobre o significado que foi para os participantes ter a oportunidade de falar sobre a diferença entre os seres.

Os participantes AK21 e AKG12 relataram a importância das pessoas serem tratadas com igualdade, independente de como se apresentem fisicamente. Os participantes AK22, AK23, AKG1, AKG27 e AKG32 descrevem que tiveram acesso a conhecimentos científicos, histórico sociais ou socioculturais importantes para suas formações; enquanto os participantes

AK2 e AK5 consideraram a temática uma experiência positiva e a resposta de AK29 foi considerada fora do contexto.

Para os participantes de ambas as escolas, o fato de falarem sobre as diferenças entre os seres foi relevante, pois, apresentou condições de aprendizagens científicas, histórico-sociais e socioculturais além de reforçar ideais de igualdade

Quadro 50 – Categorias e respostas à questão 7 do questionário opinário “O que significou para você falar sobre as diferenças entre os seres vivos? Por quê?”.

Escola	Resposta	Subcategoria	Categoria
AK	AK2: “ <i>legal</i> ”.	Experiência positiva	Experiência positiva
	AK5: “ <i>Legal</i> ”.	Experiência positiva	Experiência positiva
	AK21: “ <i>Os humanos são iguais Não tem nada de diferente</i> ”.	Crença em igualdade	Crença em igualdade
	AK22: “ <i>Significou muita coisa por que eu entendi melhor sobre a genética</i> ”.	Aprendizagem científica	Aprendizagem
	AK23: “ <i>Eu aprendi porque um é mais branco outro moreno também que na época eles mantinham as pessoas em cativeiro como animais</i> ”	Aprendizagem Científica	Aprendizagem
		Aprendizagem histórico-social	
AKG	AKG1: “ <i>Bom porque aprendemos mais sobre respeitar o outro por o que ele é por dentro e não pela cor da pele</i> ”.	Aprendizagem sociocultural	Aprendizagem
	AKG12: “ <i>Por que ninguém e diferente</i> ”.	Crença em igualdade	Crença em igualdade
	AKG27: “ <i>Significou bastante, para aprender mais</i> ”.	Aprendizagem	Aprendizagem
	AKG29: “ <i>Não sei</i> ”.	Fora do contexto	Fora do contexto
	AKG32: “ <i>Significou muito, por aprender coisas novas</i> ”.	Aprendizagem	Aprendizagem

Fonte: Autora (2020).

### 6.5.5 Opinião dos alunos sobre a atuação da professora-pesquisadora em aula

As respostas dos alunos quanto a atuação da professora-pesquisadora são apresentadas no Quadro 51. O participante AK22, AKG1, AKG12, AKG27 e AKG32 se disseram satisfeitos com a atuação da professora. AK21 pensa que a professora deve repensar sua conduta no sentido de utilizar apenas as aulas de ciências para as suas aulas. AK5 e AK21, consideraram que a professora deveria repensar sua conduta aumentando seu número de atividades com a turma; AK2 e AK21 pensam que a professora deveria utilizar mais os recursos didáticos tanto mantendo o uso de jogos e vídeos, quanto aumentando o tempo em que a aula se caracterizava como expositiva dialogada.

Excetuando uma ressalva se tratando do uso do horário de outras disciplinas, para a implementação de atividade e assuntos que tratavam direta ou indiretamente do componente curricular ciências, os participantes consideraram as aulas satisfatórias e destacam o uso de ferramentas didáticas como os jogos e os vídeos, além de momentos da aula expositiva dialogada como importantes para a aprendizagem.

Quadro 51 – Categorias e respostas à questão 8 do questionário opinário “O que a professora pode fazer para que estas aulas se tornem melhores?”.

(continua)

Escola	Resposta	Subcategoria	Categoria
AK	AK2: “jogos videos”.	Manter uso de jogos e vídeos	Recursos didáticas
	AK5: “Vir mais vezes.”.	Aumentar frequência de atividades	Repensar conduta
	AK21: “Falar mais coisas ensinar Mais ter Aulas Mais vezes”.	Aumentar a parte expositiva dialogada da aula	Recursos didáticas
		Aumentar frequência de atividades com os alunos	Repensar conduta
	AK22: “Nada por que elas já foram muito boa e legal. E eu gostei muito”.	Satisfeito	Satisfeito
	AK23: “Dar mais aulas para a turma”.	Aumentar frequência de atividades com os alunos	Repensar conduta
AKG	AKG1: “Nada assim está bom”.	Satisfeito	Satisfeito
	AKG12: “Nada”.	Satisfeito	Satisfeito

Quadro 51 – Categorias e respostas à questão 8 do questionário opinário “O que a professora pode fazer para que estas aulas se tornem melhores?”.

(conclusão)

	AKG27: “ <i>Não precisa mudar nada</i> ”.	Satisfeito	Satisfeito
	AKG29: “ <i>Não atrapalhar a aula de educação física</i> ”.	Respeitar o horário das outras disciplinas	Repensar conduta
	AKG32: “ <i>Não precisa mudar nada</i> ”.	Satisfeito	Satisfeito

Fonte: Autora (2020).

## 6.6 Limitações do estudo

Cabe apresentar, também como forma de legitimar o trabalho, as limitações percebidas durante o processo de implementação da sequência didática e os condicionantes para tal, pois, estas podem proporcionar encaminhamentos melhores frente às inconsistências e lacunas percebidas. Conhecer esses pontos pode acarretar em resultados melhores em futuros ciclos de implementação.

- a) A primeira limitação deste estudo está ligada a etapa do Ensino Fundamental em que a sequência didático-pedagógica foi implementada. O conjunto dessas aulas foi posto em prática de acordo com os Parâmetros Curriculares Nacionais que, como já citado, indicavam que as teorias de origem das espécies deveriam ser tratadas no 7º ano. Porém, com a implementação da Base Nacional Comum Curricular, há a indicação de que esse objeto de conhecimento seja estudado no 9º ano. Esses poucos anos de diferença poderiam promover novas experiências aos participantes, trazendo-lhes maturidade e ampliando seus conhecimentos e suas percepções de mundo, o que provavelmente modificaria a forma como responderiam a algumas questões levantadas;
- b) Outro fator limitante é que as duas turmas em que a sequência didático-pedagógica foi implementada não eram da regência da professora-pesquisadora. Por esse motivo todas as aulas foram agendadas com a direção das escolas e nem sempre ocorreram nas aulas de Ciências, mas com consentimento da professora regente da turma a qual estava sendo utilizada a aula. Esse fator comprometeu, por exemplo, a frequência e a participação dos alunos nas aulas da sequência didática em estudo. Em decorrência disso, a interação limitada e eventual entre os participantes e a

professora-pesquisadora também pode ter interferido na forma como os participantes se posicionaram sobre algumas questões. Essa limitação pode ter contribuído para o pequeno número de participantes que estiveram presentes em todas as aulas da sequência didático-pedagógica, uma vez que um dos critérios para a inclusão do participante na pesquisa foi a presença do participante em todas as aulas.

## 7 CONCLUSÃO

Esta pesquisa teve como objetivo propor o *design* de um protótipo de sequência didático-pedagógica para o ensino de evolução biológica voltada ao aluno do Ensino Fundamental, envolvendo reflexões sobre raça. A metodologia de *design* utilizou 3 fases: preliminar, implementação e avaliação, e foi orientada por 5 princípios: abordagem colaborativa e cooperativa, uso de narrativas históricas e argumentação, uso de simulacros de processos biológicos, abordagem transversal sobre raça e exposição dialogada dos temas.

De maneira geral, a proposta de sequência didático-pedagógica contribuiu positivamente para a formação de noções iniciais sobre conceitos envolvidos na teoria da evolução biológica e para a elaboração de explicações, na medida em que proporcionou situações em que os alunos pudessem se desenvolver através da socialização de dúvidas e saberes, oferecendo a possibilidade de formação de novas noções conceituais. O uso do espaço escolar e do conhecimento científico permitiu também falar e pensar sobre temas de cunho social, como raça e racismo, estimulando o diálogo entre os participantes.

De modo mais específico, conclui-se a partir da fase de avaliação das intervenções com a implementação da proposta, que:

- a) os alunos trazem crenças sobre a diversidade dos seres vivos que refletem a cultura em que estão inseridos;
- b) a inclusão de recursos sensoriais nos simulacros de processos biológicos utilizados nas atividades pode facilitar a compreensão de noções conceituais importantes para o entendimento da teoria da evolução biológica; e,
- c) a inserção da temática transversal raça pode contribuir de maneira importante para a formação de representações sociais não-racistas nos alunos.

Conclui-se, ainda, a partir da avaliação da proposta de *design*, que:

- a) as atividades mostraram-se válidas tanto em sua dimensão cognitiva quanto em sua dimensão social, sendo que para a avaliação das atividades na dimensão cognitiva se verificou a frequência das respostas utilizando como critério os parâmetros científicos trazidos pela Biologia e, na dimensão social, a capacidade de elaborar justificativas coerentes às questões propostas, preferencialmente, de maneira ética e empática;
- b) os princípios de *design* mostraram-se válidos para a amostra de participantes testados;
- c) os alunos tiveram uma percepção positiva acerca da proposta; e,

- d) há necessidade de novo *design* da proposta e novos ciclos de intervenção e avaliação, em acordo com a metodologia utilizada, de modo que a presente proposta de sequência de ensino pode ser um primeiro protótipo a disposição dos professores com interesse no tema, uma vez que percebeu-se no decorrer do estudo que algumas questões podem sofrer adequações.

Por fim, as avaliações apresentadas, principalmente no Capítulo 6, para os princípios que estruturaram o *design* da sequência didático-pedagógica leva a conclusão de que os princípios que mais deram base para as principais discussões dentro da sala de aula e também dentro da pesquisa foram a **abordagem colaborativa e cooperativa**, o uso de **simulacros de processos biológicos** e o **tema transversal raça**, provavelmente por:

- a) mobilizar o aluno a pensar, discutir e externalizar sobre suas crenças;
- b) promover o envolvimento dos participantes com os assuntos tratados pela vivência de processos biológicos de maneira simulada; e,
- c) por permitir discussões na sala de aula sobre temas não apenas do ponto de vista biológico e histórico, mas também do ponto de vista social.

Associada a esta dissertação, coloca-se a disposição a produção educacional obtida nesta pesquisa.

## REFERÊNCIAS

- A ÉPOCA bizarra dos zoológicos humanos. Produção: Bruno Di Oliveira. São Luiz: **O Curioso**, 2015. 1 vídeo (6 mim 24s). Disponível em: [https://www.youtube.com/watch?v=3xwy\\_AsIjE](https://www.youtube.com/watch?v=3xwy_AsIjE). Acesso em: 13 maio 2018.
- ALMEIDA, A. M. R.; EL-HANI, C. N. Um exame histórico-filosófico da biologia evolutiva do desenvolvimento. **Scientia Studia**, v. 8, n. 01, p. 09-40, 2010. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/ss/v8n1/a02v8n1.pdf>. Acesso em 12 maio 2018.
- ANDRADE, J. J.; SMOLKA, A. L. B. Reflexões sobre o desenvolvimento humano e neuropsicologia na obra de Vigostki. **Psicologia em Estudo**, v. 17, n. 4, p. 699-709, 2012. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/pe/v17n4/a16v17n4.pdf>. Acesso em: 12 jun. 2018.
- AZEVEDO, R.; MOTOKANE, M. Natureza da biologia e a teoria da evolução biológica: implicações para o ensino. *In*: CONGRESO INTERNACIONAL SOBRE INVESTIGACIÓN EM DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS, 9., Girona, 2013. **Anais [...]**. Girona: [S.n.], 2013. p. 235-240. Disponível em: [https://ddd.uab.cat/pub/edlc/edlc\\_a2013nExtra/edlc\\_a2013nExtrap235.pdf](https://ddd.uab.cat/pub/edlc/edlc_a2013nExtra/edlc_a2013nExtrap235.pdf). Acesso em: 16 abr. 2018.
- BAUMGARTNER, E.; BELL, P.; BROPHY, S.; HOADLEY, C.; HSI, S.; JOSEPH, D. ORRILL, C.; SANDOVAL, W.; TABAK, I. Design-based research: an emerging paradigm for educational inquiry. **Educational Researcher**, v. 32, n. 1, p. 01-08, 2003.
- BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Terceiro e Quarto Ciclos do Ensino Fundamental: Introdução aos Parâmetros Curriculares Nacionais**. Secretaria de Educação Fundamental. Brasília: MEC/SEF, 1998a. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/introducao.pdf>. Acesso em: 13 maio 2018.
- BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ciências Naturais**. Secretaria de Educação Fundamental. Brasília: MEC /SEF, 1998b. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/livro04.pdf>. Acesso em: 13 maio 2018.
- BRASIL. **Diretrizes Curriculares Nacionais Gerais da Educação Básica**. Ministério da Educação. Secretária de Educação Básica. Diretoria de Currículos e Educação Integral. Brasília: MEC, SEB, DICEI, 2013. Disponível em: [http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com\\_docman&view=download&alias=15548-d-c-n-educacao-basica-nova-pdf&Itemid=30192](http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=15548-d-c-n-educacao-basica-nova-pdf&Itemid=30192). Acesso em: 13 maio 2018.
- BRASIL. **Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional**. Brasília: Senado Federal, Coordenação de Edições Técnicas, 2017. Disponível em: <https://www2.senado.leg.br/bdsf/bitstream/handle/id/70320/65.pdf>. Acesso em: 13 maio 2018.
- BROWN, A. L. Design experiments: theoretical and methodological challenges in creating complex interventions in classroom settings. **The Journal of the Learning Sciences**, v. 2, n. 2, p. 141-178, 1992. Disponível em: [https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1207/s15327809jls0202\\_2](https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1207/s15327809jls0202_2). Acesso em: 23 set. 2018.

BZUNECK, J. A. A motivação do aluno: aspectos introdutórios. *In*: BORUCHOWVITCH, E.; BZUNECK, J. A. (org.). **A motivação do aluno: contribuições da psicologia contemporânea**. Petrópolis, RJ: Vozes, 2001.

CARLETTI, C. MASSARANI, L. O que pensam crianças brasileiras sobre a teoria da evolução? **Alexandria Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, v. 4, n. 2, p. 205-223, 2011. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/alexandria/article/view/37688/28859>. Acesso em: 25 jan. 2019.

CARNEVALLE, M. R. (ed.). **Projeto Araribá: ciências**. 7º ano. 4.ed. São Paulo: Editora Moderna, 2014.

COLLINS, A. Toward a design science of education. *In*: SCANLON, E.; O'SHEA, T. (eds.). **New directions in educational technologies**. Berlin: Springer-Verlag, 1992. p 15-22.

DARWIN, C. **A origem das espécies**. Tradução de Carlos Duarte e Anna Duarte. 1.ed. São Paulo: Martin Claret, 2014.

DOBZHANSKY, T. Nothing in biology makes sense except in the light of evolution. **The American Biology Teacher**, v. 35, n. 3, p. 125-129, 1973. Disponível em: <http://www.rpgroup.caltech.edu/bige105/assets/papers/Dobzhansky1973.pdf> . Acesso em: 20 mar. 2018.

EL-HANI, C. N. Simulando a seleção natural em sala de aula. **Darwinianas: a ciência em movimento**. [Blog internet]. Outubro, 2017. Disponível em: <https://darwinianas.com/2017/10/17/simulando-a-selecao-natural-na-sala-de-aula/#more-1700> . Acesso em: 13 abr. 2018.

FELÍCIO, F. M.; LEÃO, S. H. A.; SILVA, T. S. O.; LARA, A.; CARMO, K. V. Refletindo sobre o racismo nas aulas de Biologia. *In*: CONGRESSO NACIONAL DE ENSINO DE CIÊNCIAS E FORMAÇÃO DE PROFESSORES, 1., Catalão, 2017. **Anais...** Catalão: UFG, 2017, p. 204 -211 . Disponível em: <https://url.gratis/z26kf>. Acesso em: 20 ago. 2018.

FORMATO, T.; GUERRA, A.; BRAGA, M. Historiadores das ciências e educadores: frutíferas parcerias para um ensino de ciências reflexivo e crítico. **Revista Brasileira de História da Ciência**, v. 7, n. 2, p. 137-141, 2014. Disponível em: <https://bityli.com/qlBYw> . Acesso em: 10 abr. 2017.

FUTUYMA, D. **Evolução, ciência e sociedade**. São Paulo: Sociedade Brasileira de Genética, 2002.

FRANÇA, L. F. Desconstrução dos estereótipos negativos do negro em Menina bonita do laço de fita, de Ana Maria Machado, e em O menino marrom, de Ziraldo. **Estudos de Literatura Brasileira Contemporânea**, Brasília, n. 31, p. 111-127, 2008. Disponível em: <https://periodicos.unb.br/index.php/estudos/article/view/9436/8337> . Acesso em: 10 abr. 2018.

FREEMAN, S.; HERRON, J. C. **Análise evolutiva**. Tradução de Maria Regina Borges-Osório e Rivo Fischer. 4.ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.

- GASTAL, M. L. Transformar a evolução. In: PAVÃO, A. C. (org.). **Coleção explorando o ensino: ciências**, v. 18, Ensino Fundamental. Ministério da Educação. Brasília, 2010. Disponível em: [http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com\\_docman&view=download&alias=7835-2011-ciencias-capa-pdf&category\\_slug=abril-2011-pdf&Itemid=30192](http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=7835-2011-ciencias-capa-pdf&category_slug=abril-2011-pdf&Itemid=30192) . Acesso em: 12 maio 2018.
- GUIMARÃES, M. A.; CARVALHO, W. L. P.; OLIVEIRA, M. S. Raciocínio moral na tomada de decisões em relação a questões sociocientíficas: o exemplo do melhoramento genético humano. **Ciência & Educação**, v. 16, n. 2, p. 465-477, 2010. Disponível em: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5274295> . Acesso em: 20 ago. 2018.
- GONÇALVES, R. J. A superioridade racial em Immanuel Kant: as justificações da dominação europeia e suas implicações na América Latina. **Kínesis**, v. VII, n. 13, p. 179-195, 2015. Disponível em: [https://www.marilia.unesp.br/Home/RevistasEletronicas/Kinesis/13\\_ricardojuozepaviciusgoncalves.pdf](https://www.marilia.unesp.br/Home/RevistasEletronicas/Kinesis/13_ricardojuozepaviciusgoncalves.pdf) . Acesso em: 15 abr. 2018.
- GUIMARÃES, S. E. R. A motivação de estudantes do ensino fundamental: elaboração de um instrumento de avaliação. In: CONGRESSO NACIONAL DE EDUCAÇÃO – EDUCERE, 7., Curitiba 2007. **Anais [...]**. Curitiba: [S.n.], 2007. p. 1-8. Disponível em: <https://docplayer.com.br/6361800-A-motivacao-de-estudantes-do-ensino-fundamental-elaboracao-de-um-instrumento-de-avaliacao.html> . Acesso em: 24 abr. 2018.
- GUIMARÃES, A. S. A. Cor e raça: raça, cor e outros conceitos analíticos. In: SANSONE, L.; PINHO, O. A. (org.). **Raça: novas perspectivas antropológicas**. 2.ed. rev. Salvador: Associação Brasileira de Antropologia. EDUFBA, 2008. Disponível em: <http://biblioteca.clacso.edu.ar/Brasil/ceao-ufba/20130403124150/raca.pdf>. Acesso em: 17 out. 2017.
- HAHN, A. Das diferentes raças humanas, de Immanuel Kant. **Kant e-Prints**, v. 5, n. 5, p. 10-26. Disponível em: <https://www.cle.unicamp.br/eprints/index.php/kant-e-prints/article/view/414> . Acesso em: 15 abr. 2018.
- HIDALGO, M. R.; LORENCINI JÚNIOR, A. Reflexões sobre a inserção da História e Filosofia da Ciência no Ensino de Ciências. **História da Ciência e Ensino**, v. 14, p. 19-38, 2016. Disponível em <https://bityli.com/OI8cD>. Acesso em: 6 jun. 2017.
- KRASILCHIK, M. Reformas e realidade: o caso do ensino das ciências. **São Paulo em Perspectiva**, v. 14, n. 1, 2000. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/spp/v14n1/9805.pdf>. Acesso em: 3 jun. 2017.
- KRASILCHIK, M. Caminhos do ensino de ciências no Brasil. **Em Aberto**, Brasília, ano 11, nº 55, jul./set. 1992. Disponível em: <http://portal.inep.gov.br/documents/186968/485895/Tendências+na+educação+em+Ciências/80668073-8b5d-448d-a395-db3577fec4ee?version=1.4> . Acesso em: 15 set. 2017.

LEAL, E. A.; MIRANDA, G. J.; CARMO, C. R. S. Teoria da autodeterminação: uma análise da motivação dos estudantes do curso de ciências contábeis. **Revista Contabilidade & Finanças**, v. 24, n. 62, p. 162-173, 2013. Disponível em: <http://www.revistas.usp.br/ref/article/view/78828/82895> . Acesso em: 17 ago. 2017.

MACHADO, A. M. **Menina bonita do laço de fita**. Ilustrações de Claudius. 9. ed. São Paulo: Ática , 2011. 24 p.

MACHADO, R. F.; EL-HANI, C. N.; CARNEIRO, M. C. L.; REIS, V. P. G. S.; SEPULVEDA, C. A. S. O jogo Clipsitacídeos como estratégia didática para o ensino de evolução: eficácia e impacto na prática docente. *In*: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 9., Águas de Lindóia, 2013. **Anais [...]**. Águas de Lindóia: ABRAPEC, 2013. p. 1-8. Disponível em: [http://abrapecnet.org.br/atas\\_enpec/ixenpec/atas/resumos/R0277-1.pdf](http://abrapecnet.org.br/atas_enpec/ixenpec/atas/resumos/R0277-1.pdf) . Acesso em: 16 abr. 2018.

MAIA, C. N. A. FERREIRA, L. G. Igualdade ou diferença? A questão da diversidade e da identidade na escola. **Revista Espaço Acadêmico**, v. 11, n. 127, p. 38-47, 2011. Disponível em: <http://www.periodicos.uem.br/ojs/index.php/EspacoAcademico/article/view/13351> . Acesso em: 26 jan. 2020.

MARCOLIN, N. “Selvagens” no museu. **Pesquisa FAPESP**. Edição 175, set, 2010. Disponível em: <https://revistapesquisa.fapesp.br/selvagens-no-museu> . Acesso em: 12 jan. 2018.

MAYR, E. **Desenvolvimento do pensamento biológico: diversidade, evolução e herança**. Editora Universidade de Brasília. Brasília, 1998.

MAYR, E. **Biologia, ciência única: reflexões sobre a autonomia de uma disciplina científica**. Tradução de Marcelo Leite. São Paulo: Editora Companhia das Letras, 2005.

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

MENINA bonita do laço de fita. Direção: Diego Lopes e Claudio Bittencourt. Roteiro: Diego Lopes. Ilustrações e *storyboard* de Giovani Kisoski. Curitiba: **Oger Sepol** Produções, 2014. 1 vídeo (7min 21s). Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=UHR8SXhQv6s> . Acesso em: 12 maio 2018.

MEYER, D. Uma questão de pele. **Blog Darwinianas**, nov. 2017. Disponível em: <https://darwinianas.com/2017/11/21/uma-questao-de-pele> . Acesso em: 17 maio 2018.

MEYER, D.; EL-HANI, C. N. **Evolução: o sentido da Biologia**. São Paulo: Editora Unesp, 2005.

MORAES, R. Uma tempestade de luz: a compreensão possibilitada pela análise textual discursiva. **Ciência & Educação**, v. 9, n. 2, p. 191-211, 2003. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/ciedu/v9n2/04.pdf> . Acesso em: 16 jan. 2018.

MORI, L.; MIYAKI, C. Y.; ARIAS, M. C. Os tentilhões de galápagos: o que Darwin não viu, mas os Grants viram. **Genética na escola**, v. 1, n. 1, p. 1-3, 2006. Disponível em: [https://www.academia.edu/29475553/Os\\_tentilhões\\_de\\_Galápagos\\_o\\_que\\_Darwin\\_não\\_viu\\_mas\\_os\\_Grants\\_viram](https://www.academia.edu/29475553/Os_tentilhões_de_Galápagos_o_que_Darwin_não_viu_mas_os_Grants_viram) . Acesso em: 25 set.2017.

MOTOKANE, M. T. Sequências didáticas investigativas e argumentação no ensino de ecologia. **Revista Ensaio**, v. 17, n. especial, p. 115-137, 2015. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/epec/v17nspe/1983-2117-epec-17-0s-00115.pdf> . Acesso em: 25 set. 2017.

MOURA, E. A.; MATA, M. S.; PAULINO, P. R. V.; FREITAS, A. P.; MOURÃO JÚNIOR, C. A.; MÁRMORA, C. H. Os planos genéticos do desenvolvimento humano: a contribuição de Vigotsky. **Revista Ciências Humanas - Educação e Desenvolvimento Humano**, v. 9, n. 1, p. 106-114, 2016. Disponível em: <https://www.rchunitau.com.br/index.php/rch/article/view/298/189>. Acesso em: jun.2017.

MUNANGA, K. Teorias Sobre o Racismo. *In: Racismo: perspectivas para um estudo contextualizado da sociedade brasileira*. HASENBALG, C. A.; MUNANGA, K.; SCHWAREZ, L. M. Niterói, RJ: EDUFF, 1998.

MUNANGA, K. Uma abordagem conceitual das noções de raça, racismo, identidade e etnia. *In: BRANDÃO, André Augusto P. (org.), Cadernos PENESB - Programa de Educação sobre o Negro na Sociedade Brasileira*. Niterói, RJ: Editora da Universidade Federal Fluminense, EdUFF, 2004. p. 15-34.

NATIONAL Geographic Brasil. **O que Darwin não sabia?** Edição 107, fev., 2009. Disponível em: <https://pt.slideshare.net/gilsonderetti/oquedarwinnosabiaedio107fevereirode2009>. Acesso em: 30 set. 2017.

NIEVEEN, N.; FOLMER, E. Avaliação formativa na pesquisa-aplicação em educação. *In: PLOMP, T.; NIEVEEN, N.; NONATO, E.; MATTA, A. (org.), Pesquisa-Aplicação em educação: uma introdução*. São Paulo; Editora Artesanato Educacional, 2018, p. 177 – 198. Disponível em: <http://www.abed.org.br/arquivos/Pesquisa-Applicacao.pdf> . Acesso em: maio 2019.

OLEQUES, L. C.; SANTOS, M. L. B.; e BOER, N. Evolução biológica: percepções de professores de biologia. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**. v. 10, n. 2, p. 243-263, 2011. Disponível em: [http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen10/ART2\\_VOL10\\_N2.pdf](http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen10/ART2_VOL10_N2.pdf). Acesso em: 28 jan.2019.

OLIVEIRA, R. P. **Evolução Biológica**: uma proposta de construção do conhecimento em uma turma de ensino médio. Produto retirado da dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Federal de Pelotas. Pelotas, 2015. Disponível em: [http://repositorio.ufpel.edu.br:8080/bitstream/prefix/2897/1/Renata%20Portugal%20Oliveira\\_Dissertacao%20%281%29.pdf](http://repositorio.ufpel.edu.br:8080/bitstream/prefix/2897/1/Renata%20Portugal%20Oliveira_Dissertacao%20%281%29.pdf). Acesso em: 29 jan. 2019.

OLIVEIRA, J. R. S.; BATISTA, A. A.; QUEIROZ, S. L. Modelo de argumentação como ferramenta para análise da qualidade da escrita científica de alunos de graduação em química. *In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS*, 7., Florianópolis, 2009. **Anais [...]**. Florianópolis: ABRAPEC, 2009. p. 1-12. Disponível em: <http://posgrad.fae.ufmg.br/posgrad/viienepec/pdfs/352.pdf>. Acesso em: 06 abr. 2018.

OLIVEIRA, C. L. C.; MENEZES, M. C. F.; DUARTE, O. M. P. O ensino da teoria da evolução em escolas da rede pública de Senhor do Bonfim: análise da percepção dos professores de ciências do Ensino Fundamental II. **Revista Exitus**, V. 7, n. 3, p. 172-196, 2017. Disponível em: <http://www.ufopa.edu.br/portaldeperiodicos/index.php/revistaexitus/article/view/353>. Acesso em: 29 jan. 2019.

ORTIZ, E.; SILVA, M. R. O uso de abordagens da história da ciência no ensino de biologia: uma proposta para trabalhar a participação da cientista Rosalind Franklin na construção do modelo da dupla hélice do DNA. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 21, n. 1, p. 106-123, 2016. Disponível em: <https://www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienci/article/view/237>. Acesso em: 27 jun. 2017.

PENA, S. D. J. Razões para banir o conceito de raça da medicina brasileira. **História, Ciências, Saúde – Manguinhos**, v. 12, n. 1, p. 321-346, 2005. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/hcsm/v12n2/05.pdf>. Acesso em: 23 maio 2017.

PENA, S. D. J.; CARVALHO, D.; SILVA, J. A.; PRADO, V. F.; SANTOS, F. R. Retrato molecular do Brasil. **Ciência Hoje**, n. 159, p. 16-25, 2000.

PESSOA JÚNIOR, O. Quando a abordagem histórica deve ser usada no ensino de ciências. **Ciência e Ensino**, n. 01, p. 04-06, 1996. Disponível em: <http://opessoa.fflch.usp.br/sites/opessoa.fflch.usp.br/files/Hist-no-EC.pdf> Acesso em: 17 mar. 2017.

PIAGET, J. **Biologia e conhecimento**: Ensaio sobre as relações entre as regulações orgânicas e os processos cognocitivos. Tradução de Francisco M. Guimarães. 4.ed. Petrópolis, RJ: Editora Vozes, 2003.

PIAGET, J. **Epistemologia genética**. Tradução de Álvaro Cabral. 3.ed. São Paulo: Editora Martins Fontes, 2007.

PINHEIRO, J. I.; CUNHA, S. B.; CARVAJAL, S. R.; GOMES, G. C. **Estatística básica**: a arte de trabalhar com dados. Rio de Janeiro, RJ: Elsevier, 2009.

PINOCHET, J. El modelo argumentativo de Toulmin y la educación en ciencias: una revisión argumentada. **Ciência e Educação**, v. 21, n. 2, p. 307-327, 2015. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/ciedu/v21n2/1516-7313-ciedu-21-02-0307.pdf>. Acesso em: 22 jun. 2017.

RACISMO. Apresentação e roteiro: Átila Iamarino. Edição e arte: Estúdio 42. Curitiba. **Nerdologia**, 2015. 1 vídeo (6 mim 52s). Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=qip5YJw-f9c>. Acesso em: 11 maio 2018.

REIS, V. P. G. S.; CARNEIRO, M. C. L.; AMARANTE, A. L. A. P. C.; ALMEIDA, M. C.; SEPÚLVEDA, C. A. S.; EL-HANI, C. N.. O jogo dos clipsitacídeos: uma simulação do processo de seleção natural como estratégia didática para o ensino de evolução. **Ciência em Tela**, v. 6, n. 2, p. 1-18, 2013. Disponível em:

<http://www.cienciaemtela.nutes.ufrj.br/artigos/0602sa01.pdf>. Acesso em : 17 out. 2017.

RAICIK, A. C.; PEDUZZI, L. O. Q. A estrutura conceitual e epistemológica de uma descoberta científica: reflexões para o ensino de ciências. **Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, v. 9, n. 2, p. 149-176, 2016. Disponível em:

<https://bityli.com/TAy7V> . Acesso em: mar. 2017.

RIDLEY, M. **Evolução**. Tradução de Henrique Bunselmeyer Ferreira, Luciane Passaglia e Rivo Fischer. 3.ed. Porto Alegre: Artmed, 2006.

RIOS, K. B. O.; OLIVEIRA, S. V.; SEPULVEDA, C. A. S.; REIS, V. P. G. S.; AMARANTE, A. L. A. C.; MEIRELES, J. R. C. Investigação de princípios de design para sequência didática sobre os mecanismos de transmissão de características hereditárias monogênicas autossômicas. *In*: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 10., Águas de Lindóia, 2015. **Anais [...]**. Águas de Lindóia: ABRAPEC, 2015. p. 1-9. Disponível em: <http://www.abrapecnet.org.br/enpec/x-enpec/anais2015/resumos/R1549-1.PDF> . Acesso em: 16 abr. 2018.

ROSA, F. S.; ROSA, B. J. Identidade e diferença em *Menina bonita do laço de fita*. **Revista de Letras** v. 19, n. 24, p. 72-83, mar. 2017. Disponível em:

<https://periodicos.utpr.edu.br/rl/article/view/5056>. Acesso em: maio 2018.

ROSA, S. R. G.; SILVA, M. R. A história de ciências no livro didático de biologia no ensino médio: uma análise do conteúdo sobre o episódio da transformação bacteriana. **Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**. v. 3 n 2, p. 59-78, 2010. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/alexandria/article/view/38101/29075>. Acesso em: abr. 2017.

RUFINI, S. E.; BZUNECK, J. A.; OLIVEIRA, K. L. Estudo de validação de uma medida de avaliação da motivação para alunos do ensino fundamental. **Psico-USF**, v. 16, n. 1, p. 1-9, 2011. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/pusf/v16n1/a02v16n1.pdf>. Acesso em: ago. 2017.

SÁ, L. P.; QUEIROZ, S. L. Promovendo a argumentação no ensino superior de química. **Química Nova**, v. 30, n. 8, p. 2035-2042, 2007. Disponível em:

<https://www.scielo.br/pdf/qn/v30n8/a42v30n8.pdf>. Acesso em: ago.2017.

SANTOS, C. M. D. A.; CALOR, R. Ensino de biologia evolutiva utilizando a estrutura conceitual da sistemática filogenética. **Ciência & Ensino**, v. 2, n. 1, 2007. Disponível em:

<https://bityli.com/6USov>. Acesso em: 18 abr. 2017.

SARMENTO, A. C.; MUNIZ, C. R. R.; SÁ, T. S.; SILVA, N. R.; PEREIRA, V. A.; SANTAN, A. S.; EL-HANI, C. N. Investigando princípios de design de uma sequência didática sobre metabolismo energético. **Ciência & Educação**, v. 19, n. 13, p. 573-598, 2013. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/ciedu/v19n3/06.pdf>. Acesso em: 20 mar. 2017.

SASSERON, L. H. CARVALHO, A. M. P. Construindo argumentação na sala de aula: a presença do ciclo argumentativo, os indicadores de alfabetização científica e o padrão de Toulmin. **Ciência & Educação**, v. 17, n. 1, p. 97-114, 2011. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/ciedu/v17n1/07.pdf>. Acesso em: 5 set.2017.

SAVIAN FILHO, J. **Argumentação**: a ferramenta do filosofar. São Paulo, SP: Martins Fontes, 2010.

SEPULVEDA, C.; EL-HANI, C. N. Controvérsias sobre o conceito de adaptação e suas implicações para o ensino de evolução. *In*: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM ENSINO DE CIÊNCIAS, 6., Florianópolis, 2007. **Anais [...]**. Florianópolis: ABRAPEC, 2007. p. 1-13. Disponível em: <http://axpfep1.if.usp.br/~profis/arquivos/vienpec/CR2/p742.pdf>. Acesso em: 16 abr. 2018.

SEPULVEDA, C.; EL-HANI, C. N. Obstáculos epistemológicos e sementes conceituais para a aprendizagem sobre adaptação: uma interpretação epistemológica e sociocultural dos desafios no ensino de evolução. **Acta Scientiae**, v.16, n.2, p. 237-263, 2014. Disponível em: <http://www.periodicos.ulbra.br/index.php/acta/article/viewFile/1159/963>. Acesso em: 16 abr. 2017.

SEPULVEDA, C.; EL-HANI, C. N.; REIS, Vanessa Perpétua Garcia Santana. Análise de uma sequência didática para o ensino de evolução sob uma perspectiva sócio-histórica. *In*: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM ENSINO DE CIÊNCIAS, 7., Florianópolis, 2009. **Anais [...]**. Florianópolis: ABRAPEC, 2009. p.1-12. Disponível em: <http://posgrad.fae.ufmg.br/posgrad/vienpec/pdfs/747.pdf>. Acesso em: 16 maio 2018.

SEVERO, I. R. M.; KASSEBOEHMER, A. C. Estudo do perfil motivacional de estudantes da educação básica na disciplina de Química. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 16, n. 1, p. 94-116, 2017. Disponível em: [http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen16/REEC\\_16\\_1\\_5\\_ex1066.pdf](http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen16/REEC_16_1_5_ex1066.pdf). Acesso em: 2 fev. 2019.

SILVA, C. S. F.; LAVAGNINI, T. C.; OLIVEIRA, R. R. Proposta de uma estratégia didática para o ensino de evolução biológica no ensino médio. *In*: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM ENSINO DE CIÊNCIAS, 7., Florianópolis, 2009. **Anais [...]**. Florianópolis: ABRAPEC, 2009. p. 1-12. Disponível em: [http://www.gpeqsc.com.br/guaipira/artigos/2009\\_7\\_ENPEC.18.pdf](http://www.gpeqsc.com.br/guaipira/artigos/2009_7_ENPEC.18.pdf). Acesso em: 16 abr. 2018.

SILVA, K. V.; SILVA, M. H. **Dicionário de conceitos históricos**. 2.ed. São Paulo, SP: Editora Contexto, 2009. Disponível em: <https://efabiopablo.files.wordpress.com/2013/04/diccion3a1rio-de-conceitoshiste3b3ricos.pdf>. Acesso em: jun. 2017.

SILVA, M. A.; WENDT, G. W.; ARGIMON, I. I. L. A teoria da autodeterminação e as influências socioculturais sobre a identidade. **Psicologia em Revista**, Belo Horizonte, v. 16, n. 2, p. 351-369, ago. 2010. Disponível em: <http://pepsic.bvsalud.org/pdf/per/v16n2/v16n2a08.pdf>. Acesso em: 23 set. 2017.

SOUZA, B. C. M. C.; AYRES, A. C. M. Educação nas relações étnico-raciais: implicações no ensino de ciências em escolas do Rio de Janeiro. **Revista Aproximando**, v. 2, n. 3, p. 1-9, 2016. Disponível em: <https://bityli.com/lbNdF>. Acesso em: 22 out. 2017.

STUURMAN, S. François Bernier and the invention of racial classification. **History Workshop Journal**, v. 2000, n. 50, p. 01-21, 2000.

TOULMIN, S. **Los usos de la argumentación**. Tradução de María Morrás e Victoria Pineda. Barcelona: Ediciones Península, 2007.

VALLE, M. G.; MOTOKANE, M. T. O uso de narrativas e o ensino de biologia: análise de uma carta de Charles Darwin a Alfred Russel Wallace. **Pesquisa em Foco**, v. 21, n. 1, p. 4-18, 2016. Disponível em: [http://ppg.revistas.uema.br/index.php/PESQUISA\\_EM\\_FOCO/article/view/1121](http://ppg.revistas.uema.br/index.php/PESQUISA_EM_FOCO/article/view/1121). Acesso em: 27 abr. 2017.

VARGENS, M. M. F.; EL-HANI, C. N. Análise dos efeitos do jogo Clipsitacédeos (Clipbirds) sobre a aprendizagem de estudantes do ensino médio acerca da evolução. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 11, n. 1, 2011. Disponível em: <https://periodicos.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/4131>. Acesso em: 27 out. 2017.

VERRANGIA, D.; SILVA, P. B. G. Cidadania, relações étnico-raciais e educação: desafios e potencialidades do ensino de ciências. **Educação e Pesquisa**, v. 36, n. 3, p. 705-718, 2010. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/ep/v36n3/v36n3a04.pdf>. Acesso em: 25 ago. 2017.

VERRANGIA, D. Criações docentes e o papel do ensino de ciências no combate ao racismo e a discriminações. **Educação em Foco**, v. 21, n. 1, p. 79-103, 2016. Disponível em: <https://periodicos.ufjf.br/index.php/edufoco/article/view/19657>. Acesso em: 25 ago. 2017.

VIGOTSKY, L. S. **A formação social da mente**: o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores. 4.ed. São Paulo: Martins Fontes, 1991.

VYGOTSKY, L. S. **Pensamento e linguagem**. Fonte eletrônica: Edição Ridendo Castigat Morase, 2001.

## APÊNDICE A – Fichas para a Atividade 1

Ao iniciar a aula:

## Quadro 52 – Ficha 1 para a Atividade 1.

<p>Ficha 1 – Atividade 1</p> <p>1) Como você acredita que surgiram as diferentes espécies que povoam o planeta Terra?</p> <hr/> <hr/> <hr/>
---

Fonte: Autora (2020).

Ao término da aula:

## Quadro 53 – Ficha 2 para a Atividade 1.

<p>Ficha 2 – Atividade 1</p> <p>2) Você pensava que as diferentes espécies existentes no planeta Terra surgiram como exposto pela professora?</p> <hr/> <p>3) Como um cientista fixista argumentaria sobre sua visão de mundo?</p> <hr/> <hr/> <hr/>
--

Fonte: Autora (2020).

## APÊNDICE B – Fichas para Atividade 2

Antes de iniciar a apresentação da animação de curta-metragem:

Quadro 54 – Ficha 1 para a Atividade 2.

Ficha 1 – Atividade 2

1) Se o mundo e as espécies que existem nele não foram sempre da mesma maneira, como ele se modificou?

---

---

---

Fonte: Autora (2020).

Ao término da aula, e após os alunos terem assistido a animação de curta-metragem:

Quadro 55 – Ficha 2 para a Atividade 2.

Ficha 2 – Atividade 2

2) Que crenças trazidas por Lamarck puderam ser observadas durante o filme assistido?

---

---

3) Por que o coelho, durante suas diversas tentativas de modificar sua cor utilizando fatores externos, não conseguiu atingir seu objetivo?

---

---

4) Haveria alguma possibilidade do coelho conseguir transformar a sua cor? \_\_\_\_\_  
Por quê? \_\_\_\_\_

5) Por que o coelho conseguiu ter filhos na cor desejada?

---

---

6) Na sua opinião, qual a importância de existir diversidade na cor de coelhos?

---

---

7) Qual seria o motivo do coelho branco desejar ser preto?

---

---

8) Na sua opinião o coelho seria beneficiado ou prejudicado por desejar ser da cor preta?

---

Por quê? \_\_\_\_\_

Fonte: Autora (2020).

## APÊNDICE C – Ficha para a Atividade 3

Ao final da aula:

## Quadro 56 – Ficha 1 para a Atividade 3.

<p>Ficha 1 – Atividade 3</p> <p>1) Você já ouviu falar em alguma espécie que tenha entrado em extinção? _____ Se sim, qual? _____</p> <p>2) Você saberia apontar a(s) causa(s) que levaria(m) uma espécie a deixar de existir que não envolvesse, direta ou indiretamente, a ação humana? _____ _____ _____</p> <p>3) Você costuma observar que entre indivíduos de uma mesma espécie existem diferenças de tamanho, coloração, alimentação, comportamento, entre outras coisas? _____</p>
--

Fonte: Autora (2020).

APÊNDICE D – Cartelas para tomada de dados no jogo da camuflagem

Quais lagartas (rosas ou verdes, pequenas ou grandes) serão capturadas em maior número?

Quadro 57 – Cartela 1 para a tomada de dados no jogo da camuflagem.

CARTELA 1				
Atenção: A cada ciclo de predação, recolocar no cenário as lagartas predadas.				
Ciclos de predação				
	Grandes	Pequenas	Grandes	Pequenas
Ciclo 1				
Ciclo 2				
Ciclo 3				
Ciclo 4				
Ciclo 5				
Ciclo 6				
Ciclo 7				
Ciclo 8				
Ciclo 9				
Ciclo 10				
SOMA				

Fonte: Adaptado de Gastal (2010).

Quadro 58 – Cartela 2 para tomada de dados no jogo da camuflagem.

CARTELA 2				
Atenção:				
1) As lagartas predadas não devem ser recolocadas no cenário.				
2) Todo o evento de predação acontecerá dentro de um mesmo ciclo.				
Ciclo de predação				
	Grande	Pequena	Grande	Pequena
Tentativa 1				
Tentativa 2				
Tentativa 3				
Tentativa 4				
Tentativa 5				
Tentativa 6				
Tentativa 7				
Tentativa 8				
Tentativa 9				
Tentativa 10				
Número de indivíduos sobreviventes				
"Taxa" de sobrevivência = $\frac{\text{No. de indivíduos sobreviventes}}{\text{No. de tentativas}}$				
"Taxa" média de sobrevivência = $\frac{\text{Soma das "taxas" de sobrevivência (todas equipes)}}{\text{No. de equipes}}$				

Fonte: Adaptado de Gastal (2010).

## APÊNDICE E – Ficha para a Atividade 4

Ao final da aula:

## Quadro 59 – Ficha 1 para a Atividade 4.

## Ficha 1 – Atividade 4

- 1) Que lagartas foram mais predadas? \_\_\_\_\_
  
- 2) A introdução de um novo predador, “cego” para as cores, poderia interferir no que está acontecendo neste ambiente? \_\_\_\_\_  
De que forma? \_\_\_\_\_
  
- 3) Quais fatores, relativos as lagartas, foram determinantes para que uma população sofresse maior predação que a outra? \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
  
- 4) Quais elementos, do ambiente, foram importantes para a permanência de um dos grupos de lagartas no ambiente em que estavam? \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
  
- 5) Tente elaborar uma explicação para o fato de um grupo de lagartas ter sido mais predado do que o outro.  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Fonte: Autora (2020).

## APÊNDICE F – Ficha para a Atividade 5

Ao final da aula:

## Quadro 60 – Ficha 1 para a Atividade 5.

<p>Ficha 1 – Atividade 5</p> <p>1) De que forma podemos perceber que os indivíduos melhor adaptados tiveram maior sucesso em permanecer no ambiente em que viviam?</p> <hr/> <hr/> <hr/> <p>2) Percebendo que a seleção natural é o mecanismo que garante a biodiversidade dos seres vivos, o que é esperado que ocorra com a população de lagartas?</p> <hr/> <hr/>
--

Fonte: Autora (2020).

## APÊNDICE G – Ficha para a Atividade 6

Ao final do jogo:

Quadro 61 – Ficha 1 para a Atividade 6.

(continua)

Ficha 1 – Atividade 6

1) Descreva o tipo de ferramenta utilizada pelo seu grupo na busca pelo alimento.

---



---

2) Que tipo de alimento foi recolhido com maior sucesso pela sua ferramenta? \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ Qu  
al motivo pode ser apontado para o sucesso em recolher este tipo de alimento e não outro?

---



---

3) Que tipo de “pássaro” lhe pareceu melhor adaptado para “comer” grãos de milho?

\_\_\_\_\_

Por quê? \_\_\_\_\_

---

4) Que tipo de “pássaro” lhe pareceu mais adaptado para “comer” pinhas e bolas de gude?

\_\_\_\_\_

Por quê? \_\_\_\_\_

---

5) Que tipo de “pássaro” lhe pareceu mais adaptado para “comer” amendoim e miçangas?

\_\_\_\_\_ Por

quê? \_\_\_\_\_

---

## Quadro 61 – Ficha para a Atividade 6.

(conclusão)

6) Se houvesse uma seca no ambiente que diminuísse a oferta de pinhas como forma de alimento, que “pássaro” teria maior chance de entrar em extinção? \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Que “pássaro” teria maior chance de sobreviver? \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Fonte: Autora (2020).

## APÊNDICE H – Tabelas para o jogo do bico eficiente

Etapa 1 do jogo:

Tabela 8 – Materiais e respectiva pontuação para a Etapa 1 do jogo do bico eficiente.

Material para a Etapa 1	Pontuação do material da Etapa 1
20 grãos de feijão	1 ponto
40 amendoins	4 pontos
40 pinhas	8 pontos
40 miçangas	0 pontos

Fonte: Baseado em Machado *et al.* (2013).

Tabela 9 – Pontuação para as ações da Etapa 1 do jogo do bico eficiente.

Pontuação para as ações da Etapa 1	
Permanência	8 pontos
Reprodução	16 pontos
Extinção	< 8 pontos

Fonte: Baseado em Machado *et al.* (2013).

Etapa 2 do jogo:

Tabela 10 – Materiais e respectiva pontuação para a Etapa 2 do jogo do bico eficiente.

Material para a Etapa 2	Pontuação do material da Etapa 2
10 grãos de milho	0 pontos
20 amendoins	4 pontos
20 pinhas	8 pontos
20 bolas de gude	16 pontos

Fonte: Baseado em Machado *et al.* (2013).

Tabela 11 – Pontuação para as ações da Etapa 2 do jogo do bico eficiente.

Pontuação para as ações da Etapa 2	
Permanência	16 pontos
Reprodução	32 pontos
Extinção	< 16 pontos

Fonte: Baseado em Machado *et al.* (2013).

Etapa 3 do jogo:

Tabela 12 – Materiais e respectiva pontuação para a Etapa 3 do jogo do bico eficiente.

Material para a Etapa 3	Pontuação do material da Etapa 3
20 miçangas	2 pontos
20 amendoins	4 pontos
20 pinhas	8 pontos
20 bolas de gude	16 pontos

Fonte: Baseado em Machado *et al.* (2013).

Tabela 13 – Pontuação para as ações da Etapa 3 do jogo do bico eficiente.

Pontuação para as ações da Etapa 3	
Permanência	16 pontos
Reprodução	32 pontos
Extinção	< 16 pontos

Fonte: Baseado em Machado *et al.* (2013).

Quadro 62 – Ficha para acompanhamento da pontuação e ações do jogo.

	Etapa 1		Etapa 2		Etapa 3	
	Pontuação	Ação observada	Pontuação	Ação observada	Pontuação	Ação observada
 Bico Pequeno						
 Bico Médio						
 Bico Grande						

Fonte: Autora (2020).

## APÊNDICE I – Ficha para a Atividade 7

Ao final da aula:

## Quadro 63 – Ficha 1 para a Atividade 7.

<p>Ficha 1 – Atividade 7</p> <p>1) Você conhecia a existência destes “zoológicos” humanos? _____</p> <p>2) Você faria uma visita a um destes “zoológicos”? _____</p> <p>3) Se seres extraterrestres chegassem à Terra, o que você acharia se nós humanos, os tratássemos como os indivíduos do vídeo que assistimos foram tratados?</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>4) Se nós, seres humanos, fôssemos levados a outro planeta, e fôssemos colocados em exposição, o que você acharia disto? _____</p> <p>_____</p> <p>Por quê? _____</p> <p>_____</p>
---

Fonte: Autora (2020).

## APÊNDICE J – Ficha para a Atividade 8

Ao final da aula:

Quadro 64 – Ficha 1 para a Atividade 8.

<p>Ficha 1 – Atividade 8</p> <p>1) Qual sua visão sobre fazer julgamento sobre o homem por suas características físicas?</p> <p>_____</p> <p>Por quê? _____</p> <p>_____</p> <p>2) Após o texto lido na aula de hoje, como você explicaria a diferença na cor da pele entre as pessoas? _____</p> <p>_____</p> <p>_____</p>
---

Fonte: Autora (2020).

## APÊNDICE K – Questionário opinário

Ao final da implementação:

1) O que significou para você as últimas aulas de ciências em que trabalhamos juntos? Por quê?

---

---

2) Como foram as aulas de ciências com os jogos? Por quê?

---

---

3) O que mais chamou sua atenção nas aulas com os jogos? Por quê?

---

---

4) Como foram as aulas de ciências com os vídeos? Por quê?

---

---

5) O que mais chamou sua atenção nas aulas com os vídeos? Por quê?

---

---

6) O que significou para você saber um pouco mais sobre a diversidade dos seres vivos? Por quê?

---

---

7) O que significou para você falar sobre as diferenças entre os seres humanos? Por quê?

---

---

8) O que a professora pode fazer para que estas aulas se tornarem melhores?

---

---

## APÊNDICE L – Termo de consentimento livre e esclarecido

Prezados Pais ou Responsáveis,

Eu, Camila de Munhos Concilio, professora da Escola (Nome da Escola), estou enviando este Termo de Consentimento Livre e Esclarecido para solicitar sua autorização no que se refere à participação de seu(sua) filho(a) na pesquisa que realizo chamada “*Design de uma Sequência Didática sobre o Ensino de Evolução Biológica: Um Convite à Reflexão sobre Raça*”. Esta pesquisa se realizará nos meses de junho e julho de 2018 na (Nome da Escola) na cidade de Bagé, RS, e é vinculada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências da Universidade Federal do Pampa. O objetivo geral deste estudo é investigar princípios teóricos que orientem um projeto de intervenção didático-pedagógica para o ensino de evolução, voltada ao aluno do Ensino Fundamental, envolvendo reflexões sobre raça, cuja finalidade é contribuir para a melhoria da qualidade do ensino de ciências, focando no ensino de evolução biológica no Ensino Fundamental, sendo transversalizado por reflexões sobre raça. Este trabalho é realizado sob orientação da Profa. Vania Elisabeth Barlette, docente da Universidade Federal do Pampa (tel. 53-999995040, e-mail vaniabarlette@unipampa.edu.br).

Foi explicado, para todos os alunos em classe, os objetivos e os procedimentos da pesquisa. Aqueles que manifestaram interesse em participar da pesquisa, receberam o Termo de Consentimento para solicitar autorização dos pais ou responsáveis, por isso o Sr.(a) está recebendo este documento. Todo o processo será registrado, do início ao final da pesquisa, por meio de registros escritos nos guias de acompanhamento das atividades dos alunos, nos testes e questionários, e por registros em áudio e vídeo de episódios da sala de aula. Esses registros são parte instrumental deste estudo e tem finalidade apenas acadêmica e educativa, e não outro fim, enfatizando que a participação do seu(sua) filho(a) implica na utilização das informações fornecidas nesses registros unicamente com esta finalidade.

Neste estudo, não são previstos riscos físicos ou psicológicos. Vale lembrar que seu(sua) filho(a) pode desistir de participar do estudo a qualquer momento, sendo que a desistência não irá acarretar qualquer prejuízo a ele(a). Ressalto que a participação na pesquisa é voluntária; portanto, caso seu(sua) filho(a) não queira tomar parte no estudo, o Sr.(a). não deve assinar este Termo de Consentimento. Ressalta-se, também, que esta pesquisa não é remunerada, e portanto, não caberá nenhum tipo de remuneração ao seu(sua) filho(a) em razão desta pesquisa.

Os resultados desta pesquisa serão divulgados, posteriormente, em eventos científicos, em livros ou revistas técnicas ou científicas. Além disso, um relatório de pesquisa sobre o estudo será realizado por mim, na qualidade de professora-pesquisadora. Como é usual em pesquisas deste tipo, o nome da Escola e dos participantes serão mantidos em total sigilo, ou seja, não serão mencionados nomes em relatórios ou artigos, ou qualquer outro tipo de trabalho acadêmico, técnico ou científico que possam vir a ser publicados. Cabe-lhe, também, o direito de fazer perguntas sobre a pesquisa e de conhecer os resultados dela.

Local e Data:

Bagé, 15 de junho de 2018

Nome da Professora-Pesquisadora Responsável:

Camila de Munhos Concilio (tel 53-999515483, e-mail: munhosconcilio@hotmail.com)

---

Assinatura da Professora-Pesquisadora Responsável

#### TERMO DE AUTORIZAÇÃO

Pelo presente Termo de Consentimento, eu, \_\_\_\_\_  
declaro que fui informado dos objetivos do estudo e autorizo meu filho(a) a participar do  
mesmo.

Local e Data: \_\_\_\_\_, \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2018

---

Assinatura do Pai, Mãe ou Responsável pelo(a) Participante

---

Assinatura do(a) Aluno(a) Participante

## APÊNDICE M – Termo de anuência das escolas para realização da pesquisa

## TERMO DE ANUÊNCIA

Eu, \_\_\_\_\_, na função de diretora da Escola (Nome da Escola), autorizo a realização da pesquisa “Design de uma Sequência Didática sobre Evolução Biológica: Um Convite à Reflexão sobre Raça” a ser conduzida pela Profa. Camila de Munhos Concilio nesta Instituição no (período escolar) de 2018.

Bagé, 15 de junho de 2018

---

Prof(a). (Nome Completo)

Diretora da (Nome da Escola)