

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS**

**Faculdade de Educação**

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

**PPGECM**



Dissertação

**Evolução como eixo integrador para o Ensino de Biologia:**

relato de uma Unidade Didática.

**Leonardo Nogueira Zanchetta**

Pelotas, 2017

**LEONARDO NOGUEIRA ZANCHETTA**

**EVOLUÇÃO COMO EIXO INTEGRADOR PARA O ENSINO DE BIOLOGIA:**

relato de uma Unidade Didática

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Faculdade de Educação da Universidade Federal de Pelotas, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências e Matemática.

Orientador: Prof<sup>a</sup>. Dra. Rita de Cássia Morem Cóssio Rodriguez

Co-orientador: Prof<sup>a</sup>. Dra. Francele de Abreu Carlan

Pelotas, 2017

Universidade Federal de Pelotas / Sistema de Bibliotecas  
Catalogação na Publicação

Z27e Zanchetta, Leonardo Nogueira

Evolução como eixo integrador para o ensino de biologia : relato de uma unidade didática / Leonardo Nogueira Zanchetta ; Rita de Cássia Morem Cássio Rodriguez, orientador ; Francele de Abreu Carlan, coorientador. — Pelotas, 2017.

83 f.

Dissertação (Mestrado) — Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, Faculdade de Educação, Universidade Federal de Pelotas, 2017.

1. Evolução. 2. Eixo integrador. 3. Ensino de biologia. I. Rodriguez, Rita de Cássia Morem Cássio, orient. II. Carlan, Francele de Abreu, coorient. III. Título.

CDD : 570

Leonardo Nogueira Zanchetta

**Evolução como eixo integrador para o Ensino de Biologia:** relato de uma  
Unidade Didática

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Faculdade de Educação da Universidade Federal de Pelotas, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências e Matemática.

Data da Defesa: 17.03.2017

**BANCA EXAMINADORA:**

---

Prof<sup>a</sup>. Dra. Rita de Cássia Morem Cossio Rodriguez - PPGECEM/UFPEL (orientadora)

---

Prof<sup>a</sup>. Dra. Francele de Abreu Carlan - PPGECEM/UFPEL (Co-orientadora)

---

Prof. Dr. Roque Ismael da Costa Güllich – UFFS – Campus Cerro Largo

---

Prof. Dr. Robledo Lima Gil – PPGECEM/UFPEL

---

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Maria de Fátima Duarte Martins – PPGECEM/UFPEL

## Resumo

ZANCHETTA, Leonardo Nogueira. **Evolução como eixo integrador para o Ensino de Biologia**: relato de uma Unidade Didática. 2017. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática. Universidade Federal de Pelotas. Pelotas.

Uma das principais questões do ensino em geral é a dificuldade em relacionar os conhecimentos. A disciplina de Biologia possui vários conteúdos, como a Microbiologia, Zoologia e a Botânica, tornando-se um desafio para o professor relacionar os conteúdos dentro de um enfoque que os unifique e dê sentido. Esta dissertação analisou o uso da Evolução como Eixo Integrador de alguns conteúdos de Biologia, no caso a Genética, Ecologia e a Evolução. Para tal foi criada uma Unidade Didática com um conjunto de 5 aulas mais um fechamento buscando esta integração entre estes conteúdos dentro de um enfoque evolutivo. As aulas abordaram os seguintes tópicos: “Aula 1 – Conceitos”, “Aula 2 - Mudança na Frequência dos Alelos, Genótipos e Fenótipos de uma população”, “Aula 3 - Tentilhões nas ilhas de Galápagos”, “Aula 4 – Impactos na Teia Alimentar” e “Aula 5 – Mutações”. A abordagem metodológica foi qualitativa, desenvolvida através de um estudo de caso para registro da aplicação da Unidade Didática com alunos do 3º ano do Ensino Médio de uma Escola Estadual. Os dados, após coletados, foram analisados por meio da análise descritiva e inferencial. Os resultados demonstraram ser possível trabalhar os conteúdos de biologia utilizando a evolução como eixo integrador e que este tipo de enfoque facilita o entendimento dos conteúdos pelos alunos. Este estudo não se esgota em si mesmo, mas propõe que outros estudos ampliem as possibilidades e avancem na análise da evolução como eixo integrador para o Ensino de Biologia.

**Palavras-chave:** Evolução, Ensino de Biologia, Eixo Integrador.

## **Abstract**

ZANCHETTA, Leonardo Nogueira. **Evolution as Integration Axis for Biology teaching:** report of a Didactic Unit. 2017. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática. Universidade Federal de Pelotas. Pelotas.

One of the main current problems of teaching is the difficulty of relating knowledge. The discipline of Biology has several contents, such as Microbiology, Zoology and Botany, and it is a challenge to relate the contents within an approach that unifies and give them a logical sense. This dissertation analyzed the use of Evolution as an Integrative Axis of some Biology contents such as Genetics, Ecology and Evolution. To achieve that, a Didactic Unit was created with a set of 5 classes plus a ending task, seeking this integration between these contents within an evolutionary approach. The classes covered the following topics: "Class 1 - Concepts", "Class 2 - Change in Frequency of Alleles, Genotypes and Phenotypes within Populations", "Class 3 - Finches in the Galapagos Islands", "Class 4 - Impacts in the Food web" and "Class 5 - Mutations ". Regarding the methodology aspects, this dissertation had a qualitative approach using a Case Study of the application of the unit. The Didactic Unit was applied with students of the High School's 3rd year and a descriptive analysis of the collected data was performed. The results showed that it is possible to teach the biology contents using evolution as an integrating axis and that this type of approach facilitates the understanding of the contents by the students although still more studies are needed to develop more complete and efficient ways of working evolution as Integrating Axis.

**Keywords:** Evolution, Biology Teaching, Integration Axis.

## Lista de Figuras

- Figura 1** **a** semente pequena de *Bastardia viscosa* **b** semente de tamanho médio de *Tournefortia pubescens* **c** semente grande de *Scutia spicata* **d** indivíduo de bico pequeno **e** indivíduo de bico mediano **f** indivíduo de bico grande..... 46
- Figura 2** Demonstração do tabuleiro com as peças com a indicação dos números ao redor do indivíduo, indicando a movimentação.....47
- Figura 3** Exemplo de ilha contendo semente pequena e suas instruções.....48
- Figura 4** Demonstração de como as três ilhas são antes de começar a atividade. a representa a Ilha 1 que possui só semente pequena b representa a Ilha 2 que possui só semente de tamanho mediano c representa a Ilha 3 que possui só semente grande.....49

## Lista de Tabelas

Tabela 1 Resultado das buscas com a palavra-chave “evolução” nas revistas qualis A1 da área de Ensino relacionadas à Ciências.....	26
Tabela 2 Resultado das buscas com a palavra-chave “evolução” nas revistas qualis A2 da área de Ensino relacionadas à Ciências.....	27
Tabela 3 Resultado das buscas com a palavra-chave “evolução” nas revistas qualis B1 da área de Ensino relacionadas à Ciências.....	27
Tabela 4 Resultado das buscas com a palavra-chave “evolução” nas revistas qualis B2 da área de Ensino relacionadas à Ciências.....	28

## **Lista de Abreviaturas e Siglas**

Base Nacional Curricular Comum - BNCC

Constituição Federal – CF

Coordenação de Aperfeiçoamento de Nível Superior – CAPES

Exame Nacional do Ensino Médio – ENEM

Parâmetros Curriculares Nacionais – PCN

Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio – PCNEM

Plano de Desenvolvimento da Educação - PDE

Programa de Avaliação da Vida Escolar – PAVE

Programa Ensino Médio Inovador - ProEMI

Seminário Integrado – SI

Unidades de Conhecimento – UC

## Sumário

<b>1 Introdução .....</b>	<b>11</b>
<b>1.1 Objetivo Geral.....</b>	<b>12</b>
<b>1.2 Objetivos Específicos.....</b>	<b>12</b>
<b>1.3 Memorial Descritivo.....</b>	<b>13</b>
<b>2 Referencial Teórico .....</b>	<b>15</b>
<b>2.1 O Ensino de Biologia no Brasil a partir de 1950 .....</b>	<b>15</b>
<b>2.2 O Ensino de Biologia nos documentos oficiais .....</b>	<b>17</b>
<b>2.3 Outros fatores que influenciam a maneira de trabalhar o Ensino de Biologia: o Exame Nacional do Ensino Médio e o Programa de Avaliação da Vida Escolar .....</b>	<b>24</b>
<b>2.4 Estado da Arte .....</b>	<b>25</b>
<b>2.5 A Evolução .....</b>	<b>31</b>
<b>2.6 Características das Unidades Didáticas .....</b>	<b>32</b>
<b>2.7 Teorias de aprendizagem: Vygotsky e a Escola Soviética.....</b>	<b>34</b>
<b>3 Metodologia .....</b>	<b>41</b>
<b>4 Análise e Discussão dos Resultados.....</b>	<b>44</b>
<b>4.1 Descrição da Unidade Didática.....</b>	<b>44</b>
<b>4.1.1 Aula 1 – Conceitos.....</b>	<b>44</b>
<b>4.1.2 Aula 2 - Mudança na Frequência dos Alelos, Genótipos e Fenótipos de uma população.....</b>	<b>45</b>
<b>4.1.3 Aula 3 - Tentilhões nas ilhas de Galápagos.....</b>	<b>46</b>
<b>4.1.4 Aula 4 – Impactos na Teia Alimentar.....</b>	<b>51</b>
<b>4.1.5 Aula 5 – Mutações.....</b>	<b>53</b>
<b>4.1.6 Fechamento da Unidade Didática.....</b>	<b>53</b>
<b>4.2 Discussão dos Resultados.....</b>	<b>54</b>
<b>4.2.1 Definição dos Conceitos.....</b>	<b>55</b>
<b>4.2.1.1 Aula 1 – Conceitos.....</b>	<b>55</b>
<b>4.2.1.2 Aula 2 - Mudança na Frequência dos Alelos, Genótipos e Fenótipos de uma população.....</b>	<b>57</b>

<b>4.2.1.3 Aula 3 - Tentilhões nas ilhas de Galápagos.....</b>	<b>58</b>
<b>4.2.1.4 Aula 4 – Impactos na Teia Alimentar.....</b>	<b>60</b>
<b>4.2.1.5 Aula 5 – Mutações.....</b>	<b>61</b>
<b>4.2.2 Relação entre os conceitos.....</b>	<b>62</b>
<b>4.2.2.1 Aula 1 – Conceitos.....</b>	<b>62</b>
<b>4.2.2.2 Aula 2 - Mudança na Frequência dos Alelos, Genótipos e Fenótipos de uma população.....</b>	<b>63</b>
<b>4.2.2.3 Aula 3 - Tentilhões nas ilhas de Galápagos.....</b>	<b>64</b>
<b>4.2.2.4 Aula 4 – Impactos na Teia Alimentar.....</b>	<b>64</b>
<b>4.2.2.5 Aula 5 – Mutações.....</b>	<b>65</b>
<b>4.2.3 Prática Pedagógica.....</b>	<b>65</b>
<b>4.2.4 Ensino e Aprendizagem.....</b>	<b>68</b>
<b>5 Considerações Finais.....</b>	<b>74</b>
<b>Referências.....</b>	<b>77</b>
<b>Apêndices.....</b>	<b>80</b>

## 1 Introdução

Há uma grande necessidade de transformar a maneira de ensinar. Embora muitas ideias, como inter, multi e transdisciplinaridade, já estejam determinadas em diretrizes e parâmetros nacionais, a sua aplicação ainda é muito difícil por diferentes motivos, sejam eles financeiros, estruturais, de recursos humanos ou pela falta de materiais didáticos que contemplem estas novas demandas. É, portanto, necessário o investimento em projetos que proponham exemplos de como trabalhar com uma maior integração entre os conhecimentos, assim como maior interatividade, para que o professor da educação básica tenha onde se inspirar. Além disso, o sistema educacional precisa passar por sérias mudanças para que exista comunicação entre as diferentes áreas do saber.

O uso de eixos integradores é uma possibilidade de conectar os conhecimentos na qual um mesmo assunto pode ser analisado pelo enfoque de diferentes conteúdos, opondo-se à maneira tradicional de ensino no qual os saberes são trabalhados de forma isolada. Este isolamento gera alguns problemas como a falta de uma visão global dos diferentes conceitos e a dificuldade para compreender onde o conhecimento encaixa-se na realidade, que é naturalmente interdisciplinar. Um Eixo Integrador caracteriza-se por ser um enfoque central que une as ideias e assuntos presentes em um projeto.

Para a criação de materiais didáticos integrados, o primeiro passo começa pela identificação dos conteúdos que têm potencial como eixos integradores. No caso da Biologia, este conteúdo pode ser a Evolução. A evolução estuda o resultado de processos ecológicos ao longo do tempo, portanto, tem relação direta com os conceitos da Ecologia. Esta, por sua vez, estuda as relações entre os componentes

da Zoologia, Botânica, Geologia, Microbiologia e num nível seguinte a Genética, a Biologia Molecular e assim por diante. Segundo Dobzhansky (1973) “nada na Biologia faz sentido, exceto à luz da Evolução” (*“Nothing in Biology makes sense except in the light of Evolution”*) e isto claramente deve ser trabalhado em sala de aula. Os próximos passos serão para estudar como estabelecer a união entre todos estes conteúdos de forma clara e acessível de maneira que a origem evolutiva de cada estrutura esteja sempre evidente e os conceitos de Evolução sejam sempre lembrados com a devida reflexão.

Desta forma, tem-se como problema de pesquisa: É possível a aplicação de uma Unidade Didática, que priorize a construção de conhecimentos, utilizando-se dos conteúdos de Ecologia, Genética e Evolução e tendo a Evolução como eixo integrador dos conceitos?

### **1.1 Objetivo Geral**

O objetivo geral desta dissertação foi produzir e analisar a aplicação de uma Unidade Didática a partir de conteúdos de Ecologia, Genética e Evolução usando a Evolução como Eixo Integrador.

### **1.2 Objetivos Específicos**

Criar uma Unidade Didática que abordasse os conteúdos Ecologia, Genética e Evolução usando a Evolução como Eixo Integrador.

Desenvolver uma estratégia didática para promover maior compreensão dos conceitos de evolução, ecologia e genética nos alunos.

Trabalhar a biologia estimulando a observação, os questionamentos e a análise dos resultados na construção do conhecimento.

Analisar a pertinência da abordagem da Evolução como Eixo Integrador através da aplicação de uma Unidade Didática.

### **1.3 Memorial Descritivo**

Ingressei no curso de Bacharelado em Ciências Biológicas da Universidade Federal de Pelotas no ano de 2006 e no segundo semestre do mesmo ano iniciei um estágio no Departamento de Botânica. O estágio era inicialmente uma pesquisa sobre fanerógamas, porém em 2008 entrei num projeto de extensão da mesma orientadora chamado Trilha Ecológica no Parque da Baronesa. O projeto consistia na identificação de diversas espécies de árvores existentes no Parque da Baronesa e na disponibilização de informações e curiosidades sobre cada uma delas. As escolas agendavam visitas ao parque e eu fazia a trilha com os alunos mostrando as árvores e falando sobre elas. Este foi meu primeiro contato com a educação e isso fez eu me interessar pela Educação Ambiental na época.

Logo após, em 2009, fui dar aula de Biologia no Cursinho Pré-Vestibular Desafio, que também é um projeto de extensão da UFPel. Nesta ocasião interessei-me ainda mais pela educação e decidi solicitar ao Colegiado do curso a troca do Bacharelado para a Licenciatura. Em 2010 desenvolvi outro Projeto de Extensão numa escola de ensino fundamental no qual eu criei uma série de aulas práticas sobre conceitos de ecologia para trabalhar com os alunos a Educação Ambiental. Em 2011, escrevi meu Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) sobre a ideia de construção de um software educativo para o ensino biologia na qual a representação de um ecossistema, ao ser explorado, iria revelando os conteúdos de biologia. O objetivo era criar uma forma não linear de explorar os conteúdos, podendo o aluno começar por onde lhe interessasse, sendo todos os conteúdos conectados entre si. Por exemplo, ao explorar uma flor, que a princípio é conteúdo de botânica, o aluno poderia chegar na genética através do tópico relacionado a polinização e aumento da variabilidade genética. Além disso, o software permitia representar visualmente conhecimentos que geralmente conhecimentos mais abstratos como escala de tempo geológico ou

escala em tamanho.

Em 2013, fui aprovado no concurso da Secretaria Estadual de Educação/RS e em 2014 fui nomeado passando a dar aula para o ensino médio. Neste ano, voltei a pensar em fazer mestrado e acabei sendo selecionado para o Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Federal Pelotas. Quando realizei a seleção para o mestrado minha ideia inicial era desenvolver o software educativo pensado durante o TCC, porém por não dispor das condições necessárias para sua realização, acabei optando pela criação de uma ideia mais simples de metodologia para ensino de biologia através da Unidade Didática apresentada nesta dissertação. Estas vivências da minha trajetória fizeram eu aumentar a busca por novas metodologias de ensino para a Biologia, investindo na criação de práticas pedagógicas.

## **2 Referencial Teórico**

### **2.1 O Ensino de Biologia no Brasil a partir de 1950**

O Ensino de Biologia no Brasil refletiu as mudanças paradigmáticas da educação ao longo do século anterior. É possível perceber as mudanças de enfoque no ensino de acordo com o contexto social, político e científico de cada década. Krasilchik (2004), traz uma ótima revisão sobre o assunto mostrando as tendências do Ensino de Biologia nas décadas de 1950, 1960, 1970 e 1990.

Sobre os objetivos do Ensino de Biologia em 1950, Krasilchik cita Freitas (s.d., p.13):

[...] eram de valor informativo, referindo-se aos conhecimentos proporcionados; valor educativo ou formativo, relacionado com o desenvolvimento do educando; valor cultural, consistindo na contribuição para grupos sociais (de que o aluno fazia parte); valor prático, referindo-se à aplicação de conhecimentos e objetivos utilitários.

O estudo da Biologia como História Natural mostrava a forte influência do padrão europeu de ensino tanto filosoficamente quanto pelos recursos didáticos utilizados na época e pelos professores do velho continente que lecionavam nas escolas superiores brasileiras. Os conteúdos eram fortemente fragmentados e as aulas práticas como meras ilustrações da teoria.

Na década de 1960, três grandes fatores mudaram as tendências do Ensino de Biologia: o progresso científico da área; a constatação de que o Ensino de Ciências é fundamental ao desenvolvimento de um país e a Lei de Diretrizes e Bases da

Educação de 21 de dezembro de 1961 que, como consequência, “descentralizou as decisões curriculares até então de responsabilidade da administração federal” (KRASILCHIK, 2004, p. 14). O objetivo do ensino na época era fazer com que os alunos adquirissem conhecimentos atualizados e representativos de Ciências Biológicas, vivenciando o processo científico.

A autora menciona, porém, que, apesar de ter ocorrido uma mudança na estrutura dos currículos, não foi possível oportunizar aos discentes a participação no processo científico, continuando a biologia ainda predominantemente descritiva. Isto trouxe a consequência de um “ensino teórico, enciclopédico que estimula a passividade, o exame vestibular que exige conhecimentos fragmentários e irrelevantes” (KRASILCHIK, 2004, p.16). As tendências educativas da década de 1970 tiveram forte influência do Regime Militar que comandava o país. A Lei de Diretrizes e Bases de 1971 tinha como objetivo a formação de um corpo de trabalhadores qualificado, porém a ênfase excessivamente tecnicista desta época sem o trabalho dos conteúdos-base do conhecimento científico acabou por prejudicar este intento, relata a autora.

Esta situação começou a mudar quando, no fim da década de 1970, movimentos populares exigiam a democratização do país e a crise econômica e social passou a afetar grande parte dos países do Terceiro Mundo” (KRASILCHIK, 2004, p.16). Estes aspectos junto com a crescente influência tecnológica na sociedade e comunidade científica evidenciaram a necessidade de reformulação dos currículos. “Nessa época, as propostas de ensino eram agrupadas em títulos como “Educação em Ciência para a Cidadania” ou “Ciência, Tecnologia e Sociedade”, devendo facilitar a mobilidade social do indivíduo e contribuir para o desenvolvimento do país (KRASILCHIK, 2004, p.16).

A década de 1990 ainda apresentava uma biologia de maneira descritiva e fragmentada com carência das relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade, porém com a intensificação de novos conceitos nas decisões políticas educativas. No final desta década, foram elaborados os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN), os quais consideram que “o papel das Ciências Naturais é o de colaborar para a compreensão do mundo e suas transformações, situando o homem como indivíduo participativo e parte integrante do Universo” (KRASILCHIK, 2004, p.18). Pretendia-se enfatizar os temas centrais (ambiente, ser humano e saúde) aspectos práticos e do cotidiano do aluno. Foram estabelecidos também temas transversais a

serem trabalhados como: ética, pluralidade cultural, meio ambiente, saúde e orientação sexual, não reduzindo mais o trabalho destes apenas aos professores de ciência. A autora, por fim, relata que embora as ideias norteadoras do Ensino de Biologia tenham evoluído de acordo com as novas demandas sociais, científicas e ambientais, a escola ainda carrega fortes resquícios da mentalidade educacional das décadas anteriores. Como os PCN para o Ensino Médio ainda estão em vigência, seguiremos em sua discussão em mais detalhes.

## **2.2 O Ensino de Biologia nos documentos oficiais**

Os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM), publicados em 1999, colocam o Ensino de Biologia como parte integrante da área das Ciências da Natureza, estando sua descrição localizada na parte III intitulada Ciências das Naturezas, Matemática e suas Tecnologias. Esta classificação (Ciências das Naturezas) continua presente no projeto da Base Nacional Comum Curricular (BNCC), que posteriormente será discutido, uma vez que continuam subdividindo as diferentes áreas do conhecimento em componentes curriculares.

Embora frequentemente, na educação básica, as disciplinas sejam abordadas em conteúdos específicos como a Genética, a Ecologia, etc, os PCNEM não indicam uma ordem específica para o trabalho. O foco dos PCNEM está em sugerir aos educadores as relações possíveis entre os conteúdos de Biologia e as demais disciplinas ou a relação destes com os aspectos sociais, políticos e tecnológicos. Isto ocorre porque o objetivo dos PCNEM é desenvolver competências e habilidades nos alunos e, para que isto ocorra, o importante não é o conteúdo em si a ser trabalhado, mas sim como este será trabalhado. A citação a seguir exemplifica estas relações:

O conhecimento de Biologia deve subsidiar o julgamento de questões polêmicas que dizem respeito ao desenvolvimento, ao aproveitamento de recursos naturais e à utilização de tecnologias que implicam intensa intervenção humana no ambiente, cuja avaliação deve levar em conta a dinâmica dos ecossistemas, dos organismos, enfim, o modo como a natureza se comporta e a vida se processa (BRASIL, 1999 p. 14).

Um aspecto interessante dos PCNEM é o enfoque evolutivo-ecológico sugerido para trabalhar a Zoologia e a Botânica (BRASIL, 1999 p.18) que reforça a importância de abordar o conhecimento dentro de um significado maior que os dê sentido. Será que este tipo enfoque será mantido nas futuras mudanças curriculares a nível nacional? Ou será que retornaremos ao mero conteudismo?

Atualmente está sendo discutida a implantação da Base Nacional Comum Curricular que estabelece um currículo comum para todo o Brasil. Conforme o documento presente até o momento (BRASIL, 2015), a Base Nacional Comum Curricular estabelecerá os conhecimentos em comum que todo aluno deve ter acesso na Educação Básica. A justificativa para a criação de uma Base Nacional, segundo Brasil (2015), é apresentada desde a Constituição Federal (CF) de 1988 que diz, em seu artigo 210 que “serão fixados conteúdos mínimos para o ensino fundamental de maneira a assegurar formação básica comum e respeito aos valores culturais e artísticos, nacionais e regionais” (BRASIL, 1988). Além da CF de 1988, posteriormente, em 1996, com o surgimento da Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB) volta-se a mencionar a necessidade de criação de uma Base Comum em seu artigo 26 ao estabelecer que:

Os currículos da educação infantil, do ensino fundamental e do ensino médio devem ter base nacional comum a ser complementada em cada sistema de ensino e em cada estabelecimento escolar, por uma parte diversificada exigida pelas características regionais e locais da sociedade, da cultura, da economia e dos educandos (BRASIL, 1996).

Para o Ensino de Biologia, a BNCC mantém sua colocação dentro da área das Ciências da Natureza. Na citação a seguir, podemos compreender melhor o que a BNCC pretende para esta área:

O ensino de Ciências da Natureza tem compromisso com uma formação que prepare o sujeito para interagir e atuar em ambientes diversos, considerando uma dimensão planetária, uma formação que possa promover a compreensão sobre o conhecimento científico pertinente em diferentes tempos, espaços e sentidos; a alfabetização e o letramento científicos; a compreensão de como a ciência se constituiu historicamente e a quem ela se destina; a compreensão de questões culturais, sociais, éticas e ambientais associadas ao uso dos recursos naturais e à utilização do conhecimento científico e das tecnologias.

Uma formação com essa dimensão visa capacitar as crianças, os jovens e os adultos para reconhecer e interpretar fenômenos, problemas e situações práticas, como por exemplo, questões associadas à geração e ao tratamento de lixo urbano e à qualidade do ar de nossas cidades, ao uso de agrotóxicos em nossas lavouras, a partir de diferentes visões de mundo, contextos e intencionalidades, para que esses sujeitos possam construir posições e tomar decisões argumentadas, perante os desafios do seu tempo. (BRASIL, 2015, p.149)

A ideia de capacitar o aluno para reconhecer e interpretar fenômenos, problemas e situações práticas a partir do ensino de biologia é válida e aparece em documentos anteriores também, porém o problema ainda reside no desafio de como executar estas ideias. Parece que, apesar dos currículos proporem algumas mudanças, a estrutura do ensino brasileiro permanece incompatível com muitas destas novas propostas.

A BNCC traz em seu texto, relativo ao Ensino de Biologia, a Evolução como eixo integrador da Biologia ao mencionar que “a noção de evolução e o pressuposto de que todas as formas vivas descendem de um ancestral comum permite que o fenômeno vida tenha uma unicidade e que a Biologia seja uma disciplina integrada” (BRASIL, 2015, p.187). Esta proposição da BNCC mostra que, mesmo com a iminente alteração dos Parâmetros Curriculares, este projeto ainda tem seus objetivos contemplados nas políticas educacionais atuais.

Ao contrário dos PCNEM, a Base Nacional Comum Curricular indica conteúdos a serem trabalhados através de Unidades de Conhecimento (UC). Para a disciplina de Biologia, são sugeridos sete Unidades de Conhecimento com os seguintes tópicos:

UC1B Biologia: a vida como fenômeno único e seu estudo [...] UC2B Biodiversidade: organização, distribuição e abundância [...] UC3B Metabolismo: transformação de matéria e energia, e manutenção dos sistemas vivos [...] UC4B Organismo: sistema natural complexo e autorreguláveis [...] UC5B Hereditariedade: padrões e processos de armazenamento, transmissão e expressão de informação [...] UC6B Evolução: padrões e processos de diversificação da vida [...] UC7B Os Ecossistemas, Gestão Ambiental e Diversidade Sociocultural (BRASIL, 2015a p.189).

Os conteúdos abordados neste trabalho coincidem com os conteúdos previstos para o 3º ano do Ensino Médio na BNCC (BRASIL, 2015a, p.200), no qual são trabalhadas a Genética a partir da UC5B sobre Hereditariedade, a Evolução a partir

da UC6B e a Ecologia a partir da UC7B. A citação a seguir sobre o Ensino de Evolução para o 3º ano mostra a importância da relação com outros conteúdos, no caso da Genética e da Ecologia:

UC6B - EVOLUÇÃO: PADRÕES E PROCESSOS DE DIVERSIFICAÇÃO DA VIDA [...]: Compreender o papel que processos genéticos – produção de variabilidade fenotípica – e processos ecológicos – as mudanças no ambiente, incluindo aquelas geradas pelas atividades dos próprios organismos – apresentam no mecanismo da seleção natural, no contexto de explicações de fenômenos relativos a mudanças adaptativas e a diversificações de espécies. [...]. Compreender o papel que mudanças em padrões ambientais e no desenvolvimento de formas orgânicas podem desempenhar na explicação de eventos de macroevolução, tais como irradiações adaptativas, extinções e surgimento de novos grupos taxonômicos (BRASIL, 2015, p.201).

Desta forma, a BNCC traz um direcionamento de conteúdos e tópicos no qual o professor deverá basear-se e que ressalta a possibilidade de relacionar os conteúdos, como no caso da Evolução com a Ecologia e a Genética citadas acima. A BNCC ainda é uma proposta a ser amplamente debatida e, possivelmente, ainda sofrerá muitas mudanças inclusive em suas Unidades de Conhecimento expostas acima. De toda forma, é importante registrá-la como uma proposta que brevemente será implantada como política educacional nas escolas brasileiras.

No âmbito da educação estadual há uma reestruturação curricular proposta através do Programa Ensino Médio Inovador (ProEMI) do Ministério da Educação (BRASIL, 2013a). A Proposta Pedagógica para o Ensino Médio Politécnico e Educação Profissional Integrada ao Ensino Médio 2011-2014, aplicada no Rio Grande do Sul, deriva do ProEMI a partir da implantação do Projeto de Redesenho Curricular que busca adequar os currículos dos ensinos médios estaduais às Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (Resolução CNE/CEB 02/2012). Este processo faz parte de ações previstas no Plano de Desenvolvimento da Educação (PDE), conforme citado a seguir:

[...] como estratégia do Governo Federal para induzir o redesenho dos currículos do Ensino Médio, compreendendo que as ações propostas inicialmente vão sendo incorporadas ao currículo, ampliando o tempo na escola e a diversidade de práticas pedagógicas, atendendo às necessidades e expectativas dos estudantes do ensino médio. (BRASIL, 2013, p.9)

Todas estas mudanças nas políticas educacionais citadas mostram a necessidade de mudar o ensino para uma formação mais completa do cidadão na qual o conhecimento não seja apenas absorvido, mas compreendido, interligado e aplicado em situações reais e fundamentais à formação do cidadão. Para isto, é importante que as mudanças curriculares realmente busquem relacionar os diferentes conhecimentos em abordagens mais complexas.

Em suma, no regime democrático, não deveria todo o cidadão ser formado na compreensão global dos fenômenos, das situações e das decisões? Para se tornar um ator social, autônomo e crítico, face a situações e a problemáticas complexas é incontornável uma formação na e pela interdisciplinaridade [...] contudo, ainda que a abordagem sistêmica se tenha tornado um dos paradigmas cognitivos dominantes em determinados setores de pesquisa [...] está ainda longe de influenciar o olhar comum sobre o mundo e de articular os saberes escolares (FOUREZ, 2008, p.21).

Na legislação brasileira relativa às políticas educacionais, temos a interdisciplinaridade citada em muitos de seus documentos. Nas Diretrizes Curriculares Nacionais da Educação Básica, por exemplo, é estabelecido que “a compreensão do real como totalidade exige que se conheçam as partes e as relações entre elas [...]” (BRASIL, 2013, p.161). De maneira semelhante, nos PCNEM (1999, p.21) é citado que “[...] essa visão segmentada contribui para o enfoque meramente disciplinar que, na nova proposta de reforma curricular, pretendemos superar pela perspectiva interdisciplinar e pela contextualização dos conhecimentos”. Mostram, portanto, que as relações entre os saberes presentes na interdisciplinaridade são de suma importância e que, portanto, a criação de materiais didáticos interdisciplinares é uma demanda atual. “A interdisciplinaridade é, assim, entendida como abordagem teórico-metodológica com ênfase no trabalho de integração das diferentes áreas do conhecimento” (BRASIL, 2013, p. 184).

Além da criação de materiais didáticos novos é perceptível que estas transformações:

[...] requerem um novo comportamento dos professores que devem deixar de serem transmissores de conhecimentos para serem mediadores, facilitadores da aquisição de conhecimentos; devem estimular a realização de pesquisas, a produção de conhecimentos e o trabalho em grupo (BRASIL, 2013, p.163).

Esta característica dos novos docentes pode ser facilitada se os novos materiais didáticos propostos possuírem espaço para a interatividade. Há também uma necessidade de que o material desenvolvido estimule a reflexão e a autonomia do estudante. É importante reaproximar a biologia de sua essência como ciência e, para que isto ocorra, é crucial abordar os assuntos estimulando a observação, a experimentação, a busca por evidências, a análise dos resultados e as conclusões criteriosas. “Relevante”, segundo Brasil (2013, p.164), “é o desenvolvimento da capacidade de pesquisa para que os estudantes busquem e (re)construam conhecimentos” e não apenas memorizem informações.

“Tais estratégias e metodologias são práticas desafiadoras na organização curricular, na medida em que exigem uma articulação e um diálogo entre os conhecimentos, rompendo com a forma fragmentada como historicamente tem sido organizado o currículo do Ensino Médio” (BRASIL, 2013, p. 183). Desta forma, reorganizar os conteúdos de biologia dentro de um enfoque que os dê sentido e que seja mais próximo da realidade é de grande importância.

No Rio Grande do Sul, para trabalharmos de maneira integrada no Ensino Médio, precisamos primeiramente compreender que o sistema de ensino do qual estamos inseridos até o momento é o Ensino Médio Politécnico, implementado a partir de 2011. O Ensino Médio Politécnico, conforme Rio Grande do Sul (2011, p.4), “[...] tem em sua concepção a base na dimensão da politecnia [...]” e constitui-se no aprofundamento da “[...] articulação das áreas de conhecimentos e suas tecnologias com os eixos Cultura, Ciência, Tecnologia e Trabalho”. Segundo Maia (2014, p.10) “a interdisciplinaridade, na proposta de reestruturação do ensino médio gaúcho, é considerada um meio eficaz e eficiente de articulação entre o estudo da realidade e a produção de conhecimento com vistas à transformação do ensino”. Segundo o documento que estabelece a proposta para o Ensino Médio Politécnico, “a execução desta proposta demanda uma formação interdisciplinar, partindo do conteúdo social, revisitando os conteúdos formais para interferir nas relações sociais e de produção na perspectiva da solidariedade e da valorização da dignidade humana” (RIO GRANDE DO SUL, 2011, p.4).

Dentro da estrutura do Ensino Médio Politécnico há a disciplina intitulada de

Seminário Integrado (SI) que tem a função de trabalhar com temas transversais de maneira interdisciplinar. O objetivo do SI é integrar as áreas de Linguagens, das Ciências Humanas, das Ciências da Natureza e da Matemática.

Os Seminários Integrados constituem-se em espaços planejados, integrados por professores e alunos a serem realizados desde o primeiro ano e em complexidade crescente. Organizam o planejamento, a execução e a avaliação de todo o projeto político-pedagógico de forma coletiva, incentivando a cooperação, a solidariedade e o protagonismo do jovem adulto. (RIO GRANDE DO SUL, 2011, p.23).

O documento ainda reforça que “a articulação dos dois blocos do currículo, por meio de projetos construídos nos seminários integrados dar-se-á pela interlocução, nos dois sentidos entre as áreas de conhecimento e os eixos transversais, oportunizando a apropriação e possibilidades do mundo do trabalho” (RIO GRANDE DO SUL, 2011, p.23). Apesar da ideia de o Seminário Integrado ser uma maneira interessante de buscar a interdisciplinaridade nas escolas, sua execução é muito confusa e apresenta muitos problemas. Conforme Balado (2014, p.5), há uma sobrecarga do responsável pela disciplina de SI o que lhe exige um “planejamento específico com visão interdisciplinar na tentativa de estabelecer o diálogo com as demais disciplinas através de temas e projetos, mas o que se percebe é que ao invés de promover a interação entre os componentes, resulta em trabalho solitário e fragmentado”.

É importante ressaltar que a Unidade Didática deste projeto não será aplicada nas aulas de Seminário Integrado e sim nas aulas de Biologia de uma turma de 3º ano do Ensino Médio. Outro aspecto importante do Ensino Médio Politécnico que facilita o trabalho integrado é a progressão dos professores com as turmas pelos três anos do Ensino Médio. Com esta oportunidade de trabalhar no longo prazo, abre-se espaço para reorganizar os conteúdos de Biologia dentro de um grande contexto, assim como buscar as relações com a Química e com a Física.

### **2.3 Outros fatores que influenciam a maneira de trabalhar o Ensino de Biologia: o Exame Nacional do Ensino Médio e o Programa de Avaliação da Vida Escolar**

Além dos parâmetros curriculares, existem outros fatores que influenciam na organização curricular de uma escola. É o caso das seleções para admissão no Ensino Superior como o Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) e o Programa de Avaliação da Vida Escolar (PAVE), este último utilizado pela Universidade Federal de Pelotas e que apresenta impacto no sistema educacional do Município de Pelotas e região.

O ENEM atualmente é a principal prova utilizada por universidades para selecionar estudantes. Ocorre uma vez por ano e aborda os seguintes tópicos em Biologia:

Moléculas, células e tecidos; Hereditariedade e diversidade da vida; Identidade dos seres vivos; Ecologia e ciências ambientais; Origem e evolução da vida; Qualidade de vida das populações humanas (BRASIL, 2015b).

Já o PAVE conta com três provas diferentes, uma para cada ano do ensino médio, avaliando os alunos de forma seriada. A três etapas abordam em Biologia:

Primeira Etapa: Origem da vida; características dos seres vivos; Ecologia; nomenclatura e classificação; características gerais e doenças causadas por Fungi, Protoctista, Bactéria e Vírus. Segunda Etapa: Reino Plantae; Reino Animalia; Citologia; Histologia. Terceira Etapa: Reprodução; Embriologia; Genética; Biotecnologia (UFPEL, 2014).

Os professores frequentemente ficam em dúvida se devem trabalhar a ordem dos conteúdos para o PAVE ou para o ENEM ou para nenhuma delas. Isto pode parecer simples, afinal o ENEM aborda todos os conteúdos do médio e, portanto, a ordem trabalhada não afetaria o rendimento. Porém, uma escola que quer aumentar as chances de seus alunos terem sucesso no ENEM e, desta forma, ingressarem em uma universidade, costuma adotar no terceiro ano revisões para a retomada dos

assuntos dos anos anteriores além de “treinar” questões no formato daquelas utilizadas no ENEM.

Já uma preparação para o PAVE segue uma ordem específica de conteúdos de acordo com o ano correspondente no Ensino Médio. Além disso, este programa prioriza questões com estilo objetivo e conteudista, enquanto o ENEM busca questões interdisciplinares e contextualizadas. Sendo as questões de estilos diferentes, a preparação para estas também deve ser diferente e, conseqüentemente, o enfoque dos conteúdos ensinados são diferentes.

A consequência para o aluno deste processo acaba sendo a falta de um currículo com um conceito de Ensino de Biologia bem definido e com objetivos claros, além da falta de uma sequência lógica para os conteúdos que serão trabalhados. Esta forma de proceder nas escolas conflitua com documentos como os Parâmetros Curriculares Nacionais e a proposta para a Base Nacional Comum Curricular que propõem um ensino interdisciplinar explorando a evolução como Eixo Integrador.

## **2.4 Estado da Arte**

Tendo em vista que a presente dissertação tem como principal objetivo a criação de uma unidade didática tendo como eixo integrador a evolução, o Estado da Arte buscou analisar as produções existentes sobre o tema. Para tal, foram pesquisados nos sites de todas as revistas relacionadas ao ensino de ciências, de *qualis* A1 até B2, trabalhos com a palavra-chave “evolução”. Como existem vários termos diferentes utilizados para se referir à expressão “materiais didáticos”, a utilização da palavra “evolução” (*evolution* e *evolución*, de acordo com a língua da publicação) teve o objetivo de ser o máximo abrangente, evitando deixar de fora da revisão trabalhos relevantes para esta pesquisa.

Porém, usar a palavra “evolução” como referência de busca traz alguns desafios, principalmente relativos aos vários significados e utilizações da palavra, como no sentido de crescimento, desenvolvimento, mudança ao longo dos anos, etc. Isto

significa que, ao jogar a palavra “evolução” na ferramenta de busca da revista, obtemos resultados de basicamente todas as áreas do conhecimento englobadas por ela. Um exemplo disto, é o artigo da revista *Ciência & Educação* (*qualis* A1) - “A importância da reflexão compartilhada no processo de evolução conceitual de professores de ciências sobre seu papel na mediação do conhecimento no contexto escolar” na qual o termo “evolução” tem um sentido diferente de evolução biológica. Por outro lado, a utilização de “evolução biológica” como palavra de busca acaba deixando muitos artigos importantes de fora porque muitas vezes a evolução biológica aparece descrita como apenas evolução.

Outro aspecto dificultante das pesquisas é a limitação por *qualis*. O *qualis* da Coordenação de Aperfeiçoamento de Nível Superior (CAPES) é uma avaliação da qualidade das publicações e ter esta referência de qualidade certamente é muito importante em qualquer pesquisa. Porém, às vezes revistas que poderiam ser importantes para a pesquisa não estão relacionadas devidamente no *qualis* da CAPES devidamente, como o caso da revista "*Evolution: Education and Outreach*" que é específica sobre ensino de evolução (“*Targeting K-16 students, teachers and scientists alike, the journal presents articles to aid members of these communities in the teaching of evolutionary theory*” descrição do site da revista) e nem sequer é mencionada no *qualis* da CAPES nas áreas de Ensino ou Educação, mas apenas como área de Biodiversidade *qualis* B1 e Ciências Biológicas I *qualis* C.

Dadas estas considerações iniciais, vamos à análise das buscas. As buscas foram feitas nas ferramentas de busca de cada uma das revistas, de *qualis* A1 à B2, com a palavra-chave “evolução”. Só foram considerados os resultados a partir de 2011 para evitar trabalhos desatualizados. Foi feita uma contagem do número de artigos sobre evolução segundo os critérios: “relacionados à religião”, “estudos sobre concepções dos conceitos de evolução”, “estudos sobre a vida e/ou obra de Darwin e Lamarck” e “Estudos relacionados à prática do Ensino de Evolução”, embora apenas os artigos do último critério serão utilizados nesta pesquisa. As tabelas a seguir mostram estes resultados.

Tabela 1 – resultado das buscas com a palavra-chave “evolução” nas revistas *qualis* A1 da área de Ensino relacionadas à Ciências.

Revistas de qualis A1	Número de resultados da busca	Relacionados à religião	Relacionados à teorias e conceitos	Estudos relacionados à prática do Ensino de Evolução
Ciência & Educação Pasta	31	1	2	0
Cultural Studies of Science Education	162	7	0	2
Enseñanza de las Ciencias	17	0	0	0
Interciencia (Caracas)	38	0	0	0
International Journal of Science Education	905	0	0	2
Journal of Biological Education	15	2	1	4
Public Understanding of Science	301	6	2	0
Research in Science Education	219	0	0	2
Research in Science & Technological	100	0	0	0
Revista de Educacion de las Ciencias	28	0	1	0
Science & Education	585	18	10	8
<b>Total</b>	<b>2401</b>	<b>34</b>	<b>16</b>	<b>18</b>

Tabela 2 – resultado das buscas com a palavra-chave “evolução” nas revistas *qualis* A2 da área de Ensino relacionadas à Ciências.

Revistas <i>qualis</i> A2	Número de resultados da busca para a palavra Evolução	Relacionados à religião	Relacionados à teorias e conceitos	Estudos relacionados à prática do Ensino de Evolução
21st Century Science & Technology (Online)*	-	1	2	0
Anais da Academia Brasileira de Ciências	63	1	0	0
Ciência & Saúde Coletiva	76	0	0	0
Educação em Revista	6	0	0	0
EDUCERE	4	0	0	0
Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências	18	0	0	4
Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*	-	-	-	-
Historical Studies in the Natural Sciences	317	0	1	0
Investigação em ensino de ciências	62	0	1	0
Journal of Science Communication	20	2	0	0
Revista Electrónica de Enseñanza de las	57	0	0	0
Revista Brasileira de Educação	8	0	0	0
Rev. Br. De Pesquisa em Educação em	10	0	2	2
Rev. El. De Investigación en Educación en	31	0	0	0
Science in Context	229	0	1	0
Science **	-	-	-	-
Science, Technology and Society	161	-	-	-
W. A. Of Science, Engineering and	-	-	-	-
<b>Total</b>	<b>1062</b>	<b>4</b>	<b>7</b>	<b>6</b>

\*sem buscador

\*\*resultados não relacionados à ensino

Tabela 3 – resultado das buscas com a palavra-chave “evolução” nas revistas *qualis* B1 da área de Ensino relacionadas à Ciências.

Revistas de <i>qualis</i> B1	Número de resultados da busca	Relacionados à religião	Relacionados à teorias e conceitos	Estudos relacionados à prática do Ensino
Ciência em Tela	0	0	0	0
Ciência & Ensino	4	0	0	0
ComCiência	4	0	0	0
Currículo sem Fronteiras **	93	0	0	0
Educação nas Ciências ***	-	-	-	-
Genética na Escola *	-	0	4	5
Gondola: enseñanza y aprendizaje de las	26	0	0	0
História, Ciências, Saúde-Manguinho	24		2	
Journal of Baltic Science Education	3	0	1	0
Revista Chilena de Educación Científica *	-	-	-	-
Revista Ciências & Idéias	1	0	0	0
Revista de Ciências da Educação	2	0	0	0
Revista de Educación en Biología	15	1	4	0
Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulg	6	0	3	0
Revista Tecnologias na Educação *	0	0	0	0
Science Education International	1	0	0	0
<b>Total</b>	<b>179</b>	<b>1</b>	<b>14</b>	<b>5</b>

\*sem buscador

\*\*buscador Google

\*\*\*sem site

Tabela 4 – resultado das buscas com a palavra-chave “evolução” nas revistas *qualis* B2 da área de Ensino relacionadas à Ciências.

Revistas de <i>qualis</i> B2	Número de resultados da busca	Relacionados à religião	Relacionados à teorias e conceitos	Estudos relacionados à prática do Ensino de Evolução
Ciência & Ambiente *	0	0	0	0
Ciência e Cultura	0	0	0	0
Ciência e Natura	20	0	0	0
Ciência Hoje	218	-	-	-
Debates em Educação Científica e Tecnológica	0	0	0	0
Disciplinarum Scientia *	0	0	0	0
Journal of Biosciences	-	-	-	-
Molecular Phylogenetics and Evolution	70**	0	0	0
Natural Science Education *	0	0	0	0
Revista Científica da UFPA***	0	0	0	0
Revista de Educação, Ciências e Matemática	0	0	0	0
Revista de Ensino de Biologia da Associação	0	2	3	6
Revista de Ensino de Ciências e Engenharia†	-	-	-	-
Revista de Ensino de Ciências e Matemática	0	0	0	0
Scientific American Brasil	0	-	-	-
<b>Total</b>	<b>308</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>6</b>

\*sem buscador

\*\*usando filtros do site 2011-2015, species trees, phylogenetic relationship, phylogenetic analysis, gene tree

\*\*\*publicações anteriores à 2011

\*\*\*\*site inativo

Sobre os artigos encontrados relacionados ao ensino de evolução, comentaremos a respeito daqueles que tomamos como base para o projeto. Infelizmente um número significativo de artigos, principalmente de revistas *qualis* A1, apresentam seu acesso bloqueado e, por este motivo, não será possível mencioná-los neste trabalho. Dentre os artigos com acesso liberado, temos Stephens (2014) que descreve o desenvolvimento e a avaliação de uma visualização interativa chamada de Mapa Evolutivo Dinâmico o qual expressa a evolução biológica usando uma metáfora não-padrão. O Mapa Evolutivo Dinâmico (MED) proposto é uma alternativa à representação tradicional baseada em árvores filogenéticas que busca superar algumas limitações conceituais. Neste caso, ele representa visualmente a evolução do principal táxon de aves desde a origem dos pássaros anatomicamente modernos a 120 milhões de anos até o presente. Stephens (2014) argumenta que o MED resolve algumas confusões que as árvores filogenéticas geram nos estudantes, como: a noção de progresso já que a árvore cresce em um sentido e a noção de uma certa hierarquia pela tendência de focar em alguns grupos.

O artigo de Martins, Vieira & Coutinho (2012) descreve uma alternativa de recurso didático para o ensino de evolução que são as imagens de paisagens adaptativas propostas por Martins, Vieira & Coutinho (2012). As paisagens adaptativas são representações gráficas da relação entre a aptidão darwiniana e atributos biológicos sujeitos à ação da seleção natural em uma população. A principal informação que as paisagens adaptativas proporcionam são as previsões de como a média de cada atributo irá se comportar na população. “Espera-se que os valores médios para cada atributo, com o passar das gerações, aproximem-se dos picos mais altos dentro da paisagem, que representam regiões de alta aptidão [...] Isto mostra que, a cada geração, os indivíduos com valores próximos aqueles da região do pico têm, em média, sucesso reprodutivo maior do que indivíduos com valores diferentes para aqueles atributos” (MARTINS, VIEIRA & COUTINHO, 2012, p.5). Os autores, neste artigo, apenas apresentaram o recurso, porém não possuíam informações sobre a aplicação do recurso em sala de aula.

Dalapicolla, Silva & Garcia (2015) analisaram três coleções de livros didáticos, baseando-se na Análise de Conteúdo de Bardin e na Estrutura Conceitual da Biologia de Mayr, afim de detectar se estes utilizam a evolução como Eixo

Integrador, conforme é recomendado pelos documentos oficiais. Foram examinados os conteúdos referentes ao filo dos cordados nas três coleções didáticas com o objetivo de avaliar como esses materiais abordam a evolução. Os autores notam que os livros didáticos utilizam os conceitos evolutivos de forma escassa e superficial.

A realização deste Estado da Arte revelou a carência de criação de materiais didáticos relacionados à evolução, seja ao conteúdo em si ou ao seu uso como Eixo Integrador. Estes números reforçam a importância de propor novas ideias ao Ensino de Biologia que explorem o potencial da Evolução como eixo integrador de materiais interdisciplinares. Dentre os poucos trabalhos existentes, esta pesquisa possibilitou conhecer o que tem sido produzido com relação ao Ensino de Evolução, apesar de nenhum ter proposta semelhante a deste trabalho.

## **2.5 A Evolução**

O estudo da Evolução é extremamente importante para o Ensino de Biologia a ponto de ser o conteúdo considerado como o grande unificador da Biologia. Dobzhansky (1973) declarou que “nada faz sentido na biologia exceto à luz da evolução” e isso se deve a forma como a Evolução explica como as espécies mudam ao longo de gerações e, portanto, como novas espécies surgem ao ponto de podermos colocar toda a biodiversidade dentro de uma mesma lógica. Como exemplo, podemos mencionar a Zoologia que pode ser abordada pelo enfoque da Anatomia, Embriologia e Fisiologia comparada, das relações filogenéticas, da Coevolução derivada de relações ecológicas interespecíficas e assim por diante, sendo todos estes assuntos partes do estudo da Evolução.

O grande marco da Evolução foi a publicação do livro “A Origem das Espécies” em 1859 de Charles Darwin, no qual Darwin detalha os mecanismos da Seleção Natural, embora existissem outros pesquisadores com ideias semelhantes na época. Os mais famosos foram Lamarck que explicou a mudança das espécies por outros motivos e Alfred Russel Wallace que chegou na mesma teoria de Darwin independentemente. Porém, Herron e Freeman (2013) citam que W. C. Wells em 1813 e Patrick Matthew em 1831 também tiveram conclusões semelhantes à

Seleção Natural em suas pesquisas. Os autores citam estes dois últimos pesquisadores para mostrar que a Seleção Natural é algo tão evidente na natureza que pelo menos dois pesquisadores chegaram próximo desta ideia antes de Darwin.

A Evolução neste trabalho entra como o Eixo Integrador da Biologia já que qualquer conteúdo pode ser abordado numa perspectiva evolutiva. Neste caso, os conteúdos relacionados serão a Genética e a Ecologia. Para garantir a qualidade do conhecimento será utilizado o livro *Evolutionary Analysis* de John C. Herron e Scott Freeman (2013) como base, sendo este uma das principais referências em matéria de Evolução.

## 2.6 Características das Unidades Didáticas

O uso das Unidades Didáticas como estratégia de ensino tem a influência de autores como H. C. Morrison e J. F. Herbart, porém utilizaremos como principal referência a concepção da autora Irene Mello Carvalho (1969). Damis (2006) traz uma boa revisão sobre os principais pontos que definem as Unidades Didáticas, baseados nos autores mencionados, como as características de organização, os objetivos da estratégia, as especificidades a serem observadas e os aspectos da aprendizagem.

Um dos principais aspectos da Unidade Didática é a existência de um “[...] elemento integrador de organização do ensino em torno de um conteúdo de estudos [...]” (DAMIS, 2006, p. 120). Além disto, algumas características de organização são importantes para identificar a técnica, das quais Damis (2006, p.121) cita:

- a) a disposição do conteúdo em unidades coloca o aluno em contato com o todo antes de iniciar o estudo das partes ou subunidades;
- b) as atividades programadas nas etapas de exploração e assimilação ocupam os alunos em atividades de coleta, organização e análise de dados;
- c) após o estudo analítico das partes, o conhecimento é integrado na elaboração da síntese final do que foi aprendido - a organização do conhecimento aprendido constitui-se em momento importante da técnica.

Como objetivos da estratégia de ensino, são mencionadas as colocações de Veigas (2004 apud DAMIS, 2006, p122) a seguir:

- a) proporcionar o desenvolvimento individual e social do educando;
- b) propiciar a colaboração dos alunos no planejamento do trabalho a ser realizado;
- c) favorecer o atendimento individual e em grupo dos alunos, permitindo-se reajustar as atividades planejadas para atender às necessidades e expectativas desses alunos;
- d) articular, por meio da organização das atividades de ensino, as quatro dimensões da ação didática: ensinar, aprender, pesquisar e avaliar.

Carvalho (1969 apud DAMIS, 2006, p.122) ainda salienta algumas séries de especificidades que o professor deve observar ao trabalhar através de uma Unidade Didática:

Os estudos serão desenvolvidos por meio da apresentação de um tema ou situação problema; as atividades selecionadas devem ser ricas e variadas; as experiências e atividades desenvolvidas devem estar inter-relacionadas, isto é, unificadas pela ideia dominante [...]; o conteúdo será organizado e disposto em todos os significativos, ou unidades; o aluno iniciará o estudo tomando contato com o conteúdo global, antes de desenvolver o estudo minucioso de cada parte ou das subunidades; posteriormente, devem-se analisar as partes/subunidades que compõem o todo; serão desenvolvidas atividades de coleta de dados e de elaboração e organização desses dados; os conhecimentos estudados serão reelaborados e integrados numa síntese final; os conteúdos de estudos serão reelaborados e integrados numa síntese final; os conteúdos de estudos serão correlacionados em torno de um problema/ questão central; haverá disposição de rico e variado material didático e de uma nova concepção de ambiente disciplinar na sala de aula.

Por fim, é importante mencionar aspectos relativos à aprendizagem através das Unidades Didáticas. Um dos pontos a serem observados, segundo Rivilla & Mata (2002, p.227 apud DAMIS, 2006, p. 129), é que ela é “[...] centrada na atividade do aluno e promove a conexão real entre os objetivos explicitados para os estudos e a realidade”. Desta forma, “[...] o aluno constrói sua aprendizagem com base em sua estrutura psicológica e em seu nível de desenvolvimento cognitivo [...]”. E, por fim, é preciso compreender que “[...] o aluno deve ser colocado para desenvolver situações de aprendizagem que criem conflitos cognitivos entre os conhecimentos a serem aprendidos”.

Baseado nestas colocações sobre o ensino através da proposição de Unidades Didáticas, estabelecemos os parâmetros necessários para o que foi elaborado nesta dissertação. Esta Unidade Didática abordará os conteúdos de Evolução, Ecologia e Genética usando o enfoque evolutivo como eixo integrador destes conhecimentos. Compreendido o que são as Unidades Didáticas, é importante discutir o embasamento teórico relativo ao processo de aprendizagem.

## **2.7 Teorias de aprendizagem: Vygotsky e a Escola Soviética**

Descobrir quais são os métodos mais adequados para promover a aprendizagem não é uma tarefa fácil. As variações entre os indivíduos são tantas que é praticamente impossível criar um material didático que funcione bem com todos os alunos. Para desenvolver a unidade didática, foco desta dissertação, analisamos algumas teorias de aprendizagem. Sacristán (1998), traz uma interessante comparação das principais teorias de aprendizagem dividindo-as em dois grupos: as teorias de condicionamento e as teorias mediacionais. Como a análise teórica deste projeto será baseada em Vygotsky, focaremos neste autor que é parte da Escola Soviética dentro das teorias mediacionais.

Sacristán (1998, p.33) destaca que as teorias mediacionais foram reações à interpretação behaviorista da aprendizagem e menciona as semelhanças entre estas teorias: “a importância das variáveis internas; a consideração da conduta como totalidade e a supremacia da aprendizagem significativa que supõe reorganização cognitiva e atividade interna”. Sacristán (1998, p.40) também menciona Vygostky, além de Luria, Leontiev, Rubinstein, Liublinskaia, Talyzina, Galperin, entre outros, como parte da Escola Soviética que foi fortemente influenciada por princípios psicológicos do materialismo dialético. A concepção dialética entre a aprendizagem e o desenvolvimento mostra que “[...] a aprendizagem está em função da comunicação e do desenvolvimento” e que o desenvolvimento é entendido como “[...] o resultado do intercâmbio entre a informação genética e o contato experimental com as circunstâncias reais de um meio historicamente constituído” (SACRISTÁN, 1998,

p.40).

Segundo Sacristán (1998), para compreender a aprendizagem é preciso, primeiro, determinar o nível de desenvolvimento alcançado em função das experiências que o aluno acumulou durante sua vida. Para Vygotsky, este nível de desenvolvimento alcançado não é um ponto estável, mas um amplo e flexível intervalo. Este eixo dialético entre aprendizagem e desenvolvimento é o que Vygotsky chamou de Zona de Desenvolvimento Proximal e é relativo a este ponto a sua divergência com a teoria genética de Piaget e sua concepção de etapas do desenvolvimento. Para a psicologia dialética, as etapas do desenvolvimento são “[...] uma formulação baseada nas manifestações aparentes e relativamente estáveis do desenvolvimento”, sendo mais uma “descrição do que uma explicação do desenvolvimento” (SACRISTÁN, 1998, p.40).

Outro aspecto importante da Escola Soviética é a *apropriação da bagagem cultural* como “produto da evolução histórica da humanidade que se transmite na relação educativa” (SACRISTÁN, 1998, p.41). Desta forma, ressalta o valor da “instrução, da transmissão educativa, da atividade tutorada, mais que a atividade experimental da criança por si só” (SACRISTÁN, 1998, p.41), as quais têm como principal instrumento de transmissão social a linguagem. Dada esta contextualização, vamos às teorias de Vygotsky relativas à aprendizagem, ao desenvolvimento e à formação dos conceitos científicos que foram estudados nesta dissertação.

A discussão sobre desenvolvimento e aprendizagem de Vygotsky traz alguns conceitos importantes como a já citada Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP). Antes de definir a ZDP, Vygotsky (2007) em *A Formação Social da Mente: o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores* faz uma revisão e discussão sobre como outras teorias existentes na época compreendiam as relações entre o desenvolvimento e a aprendizagem. Uma delas, na qual Piaget era um dos adeptos, centrava-se no “[...] pressuposto de que os processos de desenvolvimento da criança são independentes do aprendizado” (VYGOTSKY, 2007, p. 87). Outra, em sentido oposto, sugeria que a aprendizagem é desenvolvimento, baseado nas ideias antigas de reflexo. A proposta de Vygotsky é a de que a aprendizagem e o

desenvolvimento são processos diferentes, porém que se relacionavam em vários níveis e que, a partir desta ideia de interação surgia a ideia de Zona de Desenvolvimento Proximal. “De fato, aprendizado e desenvolvimento estão inter-relacionados desde o primeiro dia de vida da criança” (VYGOTSKY, 2007, p.95).

Vygotsky (2007, p.95) parte do princípio de que há um nível de desenvolvimento real que corresponde ao “nível de desenvolvimento das funções mentais da criança que se estabeleceram como resultado de certos ciclos de desenvolvimento já completados”. Em outras palavras, aquilo que a criança já aprendeu a ponto de poder realizar independentemente. Porém, quando a criança entra em contato com outras pessoas, sejam professores ou companheiros mais capazes, abre-se um potencial de desenvolvimento, ou seja, a possibilidade de que aquele desenvolvimento já completo, o real, passe para um nível superior de desenvolvimento. Desta relação entre o desenvolvimento real e o potencial nasce a ideia de zona de desenvolvimento proximal, conforme a definição a seguir:

[...] zona de desenvolvimento proximal [...] 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 de um adulto ou em colaboração com companheiros mais capazes (VYGOTSKY, 2007, p.97).

A análise do desenvolvimento mental do indivíduo leva em conta o real e o proximal. Enquanto que o desenvolvimento real revela aquilo que já foi internalizado, a ZDP define as “funções que ainda não amadureceram, mas que estão em processo de maturação, funções que amadurecerão [...]” (VYGOTSKY, 2007, p.98), a qual é um processo induzido pela aprendizagem.

Propomos que um aspecto essencial do aprendizado é o fato dele criar a zona de desenvolvimento proximal; ou seja, o aprendizado desperta vários processos internos de desenvolvimento, que são capazes de operar somente quando a criança interage com as pessoas em seu ambiente e quando em cooperação com seus companheiros. Uma vez internalizados, esses processos tornam-se parte das aquisições do desenvolvimento independente da criança (VYGOTSKY, 2007, p.103).

Para Vygostky (2007, p.100) “[...] o aprendizado humano pressupõe uma natureza social específica e um processo através do qual as crianças penetram na vida intelectual daqueles que as cercam”. E este processo de aprendizagem, fruto das relações com outras pessoas, dispara processos que criam esta possibilidade de

desenvolvimento potencial. Porém, é preciso salientar que para que possa existir esta possibilidade de desenvolvimento, é necessário que o processo de aprendizagem envolva atividades que estejam em um nível de dificuldade além do que o aluno consegue resolver sozinho. É comum ver práticas didáticas que, por ausência de desafio intelectual, simplesmente trabalham na zona de desenvolvimento real do aluno, dando uma falsa noção de progresso com a sua aprovação no ano escolar. Devido a isto, entre outros motivos, que “o desenvolvimento nas crianças nunca acompanha o aprendizado escolar [...]” (VYGOTSKY, 2007, p.104) já que o desenvolvimento é um processo qualitativo e lento de transformação das estruturas internas do indivíduo que não ocorrerá sem o processo de ensino e de aprendizagem adequado.

[...] o aprendizado orientado para os níveis de desenvolvimento que já foram atingidos é ineficaz do ponto de vista do desenvolvimento global da criança. Ele não se dirige para um novo estágio do processo de desenvolvimento, mas, em vez disso, vai a reboque desse processo. Assim, a noção de zona de desenvolvimento proximal capacita-nos a propor uma nova fórmula, a de que o “bom aprendizado” é somente aquele que se adianta ao desenvolvimento (VYGOTSKY, 2007, p.102).

Analisada a relação geral entre o desenvolvimento e a aprendizagem, vamos a um assunto específico como o desenvolvimento dos conceitos científicos, ou melhor, nas palavras de Vygotsky (2005, p.103), ao estudo sobre “Qual a relação entre a assimilação da informação e o desenvolvimento interno de um conceito científico na consciência da criança?”. Inicialmente, assim como feito com o assunto anterior, Vygotsky traz um balanço do que as principais teorias da época diziam a respeito do tema. Uma delas representa uma visão tradicional de ensino que ainda vigora e que propõe o seguinte:

Uma escola de pensamento acredita que os conhecimentos científicos não têm nenhuma história interna, isto é, não passam por nenhum processo de desenvolvimento, sendo absorvidos já prontos mediante um processo de compreensão e assimilação (VYGOTSKY, 2005, p.103).

Vygotsky (2005) naturalmente descarta esta possibilidade e entende que a assimilação de conceitos requer que o desenvolvimento atinja os níveis necessários. Um conceito “[...] é um ato real e complexo de pensamento que não pode ser ensinado por meio de treinamento, só podendo ser realizado quando o próprio desenvolvimento mental da criança já tiver atingido o nível necessário” (VYGOTSKY,

2005, p.104). Sugere também que um “[...] conceito expresso por uma palavra representa um ato de generalização” (VYGOTSKY, 2005, p.104), porém que os significados das próprias palavras não permanecem estáticos, mudando ao longo do tempo. Isto significa que o aluno ao ser apresentado à uma palavra nova a recém inicia-se o seu processo de desenvolvimento partindo de uma generalização do tipo mais primitiva da palavra. Com o desenvolvimento do intelecto, isto é substituído por generalizações de um tipo cada vez mais elevado até alcançar a formação dos conceitos verdadeiros. Isto nos leva a crer que a compreensão de um conceito envolve uma série de etapas que vão além do aluno simplesmente ter memorizado a definição “correta” dele. Para isto, são necessárias muitas funções intelectuais como “[...] a atenção deliberada, memória lógica, abstração, capacidade para comparar e diferenciar” (VYGOTSKY, 2005, p.104).

A formação de um conceito científico, que é um tipo de conceito não-espontâneo, tem como característica a presença de um sistema, o qual não ocorre nos conceitos espontâneos e é a principal distinção entre os dois (VYGOTSKY, 2005). “Os conceitos científicos, com o seu sistema hierárquico de inter-relações, parecem constituir o meio no qual a consciência e o domínio se desenvolvem, sendo mais tarde transferidos a outros conceitos e as outras áreas do pensamento” (VYGOTSKY, 2005, p.115).

Para que o conceito possa submeter-se à consciência e ao controle deliberado é necessário que este faça parte de um sistema. Este processo ocorre através de uma série de generalizações que significam “[...] a formação de um conceito supra-ordenado que inclui o conceito dado como um caso específico” (VYGOTSKY, 2005, p.116). O conceito supra-ordenado, por sua vez, “implica a existência de uma série de conceitos subordinados e pressupõe também uma hierarquia de conceitos de diferentes níveis de generalidade” (VYGOTSKY, 2005, p.116). Deixando de maneira mais clara, Vygostky (2005, p.116) afirma que “a própria noção de conceito científico implica uma certa posição em relação a outros conceitos, isto é, um lugar dentro de um sistema de conceitos”.

O desenvolvimento de um conceito científico [...] geralmente começa com sua definição verbal e com sua aplicação em operações não-espontâneas – ao se operar com o próprio conceito, cuja existência na mente da criança

tem início a um nível que só posteriormente será atingido pelos conceitos espontâneos. (VYGOTSKY, 2005, p. 135)

Vygotsky (2005) sugere que os conceitos espontâneos são ascendentes enquanto o desenvolvimento dos conceitos científicos são descendentes. Isto significa que enquanto os conceitos espontâneos têm influência na experiência pessoal e precisam ser qualificados e desenvolvidos, os conceitos científicos partem de abstrações distantes das experiências pessoais e precisam, aos poucos no decorrer dos trabalhos escolares, ser internalizados para níveis mais elementares e concretos. Apesar dos conceitos espontâneos e científicos ocorrerem em direções opostas, Vygotsky (2005) salienta suas relações ao dizer que “é preciso que o desenvolvimento de um conceito espontâneo tenha alcançado um certo nível para que a criança possa absorver um conceito científico correlato” (VYGOTSKY, 2005, p.135).

O grau de generalidade dos conceitos segue uma certa ordem de fases e estágios que o aluno alcança na sua formação como “sincretismo, complexos, pré-conceito e conceito” (VYGOTSKY, 2005, p.138). Para que seja possível avaliar o desenvolvimento dos conceitos, podemos buscar como evidências como o aluno consegue usar este conceito em comparações, julgamentos, conclusões, para assim diagnosticar o grau de generalidade.

A medida de generalidade determina não apenas a equivalência de conceitos, mas também todas as operações intelectuais possíveis com um determinado conceito. Todas as operações intelectuais – comparações, julgamentos, conclusões - exigem um certo movimento dentro da rede de coordenadas que esboçamos (VYGOTSKY, 2005, p.141).

Vygotsky (2005) exemplifica essa diferença de estágios de generalidade com o caso de que no pensamento por complexos “flor” e “rosa” não possuem uma relação de supra-ordenação já que ambos os conceitos coexistem no mesmo plano. Em outras palavras, há a ausência neste estágio de um grau de organização sistemática das relações supra-ordenadas e subordinadas entre os conceitos o qual é característico do pensamento por conceitos. Para que estas generalizações ocorram gradualmente e de forma cada vez mais complexas são necessárias transformações nas generalizações do nível anterior. “A transformação dos pré-conceitos [...] em conceitos verdadeiros [...] é alcançada por meio das generalizações dos nível

anterior [...] Os conceitos novos e mais elevados, por sua vez, transformam o significado dos conceitos inferiores” (VYGOTSKY, 2005, p.142).

Desta forma, a avaliação da aprendizagem a partir da Unidade Didática proposta buscará indícios de que o conhecimento foi incorporado ao complexo de desenvolvimento do aluno, sendo ele capaz de fazer relações dos conteúdos em diferentes níveis. Vigostky (2005) estabelece que se o aluno revela a capacidade de transitar entre diferentes sistemas de conceitos conscientemente, é indício de que conceito geral e básico dessas relações, que neste caso será a Evolução, foi estabelecido. Os conteúdos trabalhados de maneira integrada foram a Evolução, a Ecologia e a Genética usando a Evolução como Eixo Integrador e, desta forma, a aprendizagem foi considerada de acordo com o nível de relações que o aluno conseguiu estabelecer.

### 3 Metodologia

Como este trabalho teve o objetivo de avaliar a aprendizagem a partir da utilização de uma Unidade Didática, para conseguir executar o proposto a investigação se deu em uma abordagem qualitativa. "A pesquisa qualitativa envolve a obtenção de dados descritivos, obtidos no contato direto do pesquisador com a situação estudada, enfatiza mais o processo do que o produto e se preocupa em retratar a perspectiva dos participantes" (LÜDKE e ANDRÉ, 1986, p.13). Segundo Lüdke e André (1986, p.16), o estudo qualitativo é "rico em dados descritivos, tem um plano aberto e flexível e focaliza a realidade de forma complexa e contextualizada".

Realizamos um Estudo de Caso no qual foi estudada a aprendizagem resultante da aplicação da Unidade Didática para o ensino de Evolução, Ecologia e Genética usando a Evolução como Eixo Integrador.

O estudo de caso é o estudo de um caso, seja ele simples e específico ou complexo e abstrato [...] é sempre bem delimitado devendo ter seus contornos claramente definidos no desenrolar do estudo [...] pode ser similar a outros, mas é também distinto, pois tem um interesse próprio, singular [...] (LUDKE e ANDRÉ, 1986, p.17).

Os sujeitos da pesquisa foram alunos de uma turma de terceiro ano do Ensino Médio composta por 32 alunos que foram acompanhados durante o levantamento dos dados. Os sujeitos pesquisados estudavam em uma escola pública localizada no centro da cidade de Pelotas, RS. A escola começou a funcionar no dia 02 de março de 1942, no prédio situado a Rua General Osório, 816 e 818 – prédio este doado pela família do Coronel Pedro Luiz da Rocha Osório. De 1954 a 1968, funcionou na Rua Barão de Santa Tecla, 469. Em 1968 foi inaugurado o novo prédio

da Escola, na Rua General Osório, 818.

O procedimento envolveu a aplicação da unidade didática criada seguindo a sequência da apostila elaborada totalizando 5 aulas e o fechamento (APÊNDICE D.). O fechamento consistiu em um conjunto de perguntas sobre algumas relações entre os conteúdos trabalhados nas aulas com o Eixo Integrador Evolução. Após, ocorreu a elaboração de um mapa conceitual com os alunos a partir das respostas obtidas. Para realizar o levantamento de dados, utilizamos como instrumentos de coleta questionários (APÊNDICE B), registros e documentação da ação prática através de diários de bordo (APÊNDICE A) e o material “Escreva tudo que você compreendeu sobre esta aula” (APÊNDICE C).

Os dados foram organizados e transcritos de forma descritiva, para posterior análise e categorização das evidências, relacionando-as com os construtos teóricos que sustentam a investigação, conforme apresentados a seguir. As análises basearam-se na compreensão de aprendizagem, desenvolvimento e formação de conceitos científicos de Vygotsky. Vygotsky considerava que o adolescente desenvolve o pensamento por conceitos, o que é diferente do pensamento por complexo que ocorre nas crianças. Desta forma, os instrumentos de coleta serão estruturados com o objetivo de levantar evidências destes processos de relações entre os conceitos de evolução, genética e ecologia na aprendizagem dos alunos, de acordo com a teoria de Vygotsky sobre o pensamento por conceitos na aprendizagem (KOSHINO, 2011). Vale ressaltar que foi aplicado um Piloto do Projeto com alunos do 3º ano do Ensino Médio no ano de 2015.

Dos 32 alunos da turma, 31 alunos fizeram uma ou mais atividades propostas e, entre estes, 12 alunos realizaram todas as atividades: as 5 aulas, o Fechamento da Unidade Didática e o preenchimento do Questionário, todas as etapas realizadas no ano de 2016. Um aluno não entregou nenhum dos materiais. Como o objetivo da análise era avaliar a aplicação da Unidade Didática como um todo, consideramos os dados coletados apenas dos 12 alunos que participaram de todas as atividades. Portanto, a avaliação e a aplicação da Unidade Didática e sua influência na aprendizagem de conceitos relativos à Evolução, Ecologia e Genética usando a Evolução como Eixo Integrador ocorreu através dos dados coletados com os 12 alunos que realizaram todas as atividades propostas.

## **4 Análise e Discussão dos Resultados**

### **4.1 Descrição da Unidade Didática**

#### **4.1.1 Aula 1 – Conceitos**

A Aula 1 foi aplicada no dia seis de outubro e teve duração de 35 minutos de um período contendo 40 minutos. Realizaram a atividade 27 alunos do 3º ano do Ensino Médio, sendo que a atividade era individual. A atividade não apresentou problemas de execução. Para a realização da aula foram fixados no quadro imagens de várias espécies, como lobos, coiotes, álamos, salgueiros e também de fatores abióticos, como água, luz solar, etc., de forma que representasse um ecossistema. A ideia desta aula introdutória era representar visualmente os conceitos básicos que seriam utilizados nas aulas seguintes. Foram representados, usando estas imagens, os conceitos de organismo, população, comunidade, ecossistema, recurso, condição, nicho ecológico, habitat e espécie. O material de preenchimento do aluno continha espaço para que fosse possível a definição dos conceitos como tarefa para casa.

Porém, para cada nível de organização da vida, além da definição em si foram discutidas também as propriedades que emergem de cada nível, ou seja, que aspectos só conseguimos analisar quando focamos em cada nível. O objetivo, além de introduzir conceitos básicos, era detectar se os alunos haviam captado essa discussão que foi além dos conceitos, no espaço do material intitulado "Escreva a seguir tudo o que você compreendeu sobre esta aula".

#### **4.1.2 Aula 2 - Mudança na Frequência dos Alelos, Genótipos e Fenótipos de uma população.**

Esta aula, originalmente, era sobre variações e as chances de sobrevivência. A proposta era definir aleatoriamente os alelos de cada indivíduo que iria participar da simulação para ver quais seriam daltônicos e quais teriam visão normal. O indivíduo daltônico teria desvantagem na busca por alimento (fruto vermelho em meio a folhagens verdes) e isso mostraria como diferentes fenótipos poderiam afetar as chances de sobrevivência. Embora a atividade tenha sido pensada como variações na capacidade de distinguir cores das aves que se alimentavam de frutos vermelhos, o termo daltonismo causou estranhamento e tendência a má interpretação como no sentido de que uma pessoa daltônica teria menores condições de viver com qualidade, o que não era objetivo da proposta. Em virtude disso, esta aula foi modificada inteiramente para uma simulação sobre fatores que afetam a frequência de alelos, genótipos e fenótipos, elementos que são estudados na teoria neodarwinista.

A nova proposta parte de uma população na qual todos os indivíduos têm o mesmo genótipo, ou seja, alelos iguais. Para isso, o material dispõe de uma tabela a ser preenchida com a quantidade e frequência dos alelos, genótipos e fenótipos desta população. A primeira atividade simula uma mutação em um destes indivíduos e os alunos têm que recalcular as quantidades e frequências e comparar com a situação inicial. Isto mostra que mutações são fatores que alteram as frequências de alelos, genótipos e fenótipos em uma população. A segunda situação simula uma mudança no ambiente que, como consequência, faz com que um fenótipo tenha maiores chances de deixar descendentes que o outro. Os casais deveriam ser sorteados, assim como o alelo a ser herdado por cada filho através do lançamento de uma moeda para que os resultados fossem aleatórios. A diferença na simulação era de que pais com um determinado fenótipo, no caso o recessivo “aa”, deixariam mais filhos que os dominantes “Aa”, e por último que “AA”. Novamente, os alunos deveriam recalcular as quantidades e frequências após os cruzamentos feitos para comparar com a situação inicial. O resultado era uma alteração nas frequências não

devido à mutações, mas à seleção natural.

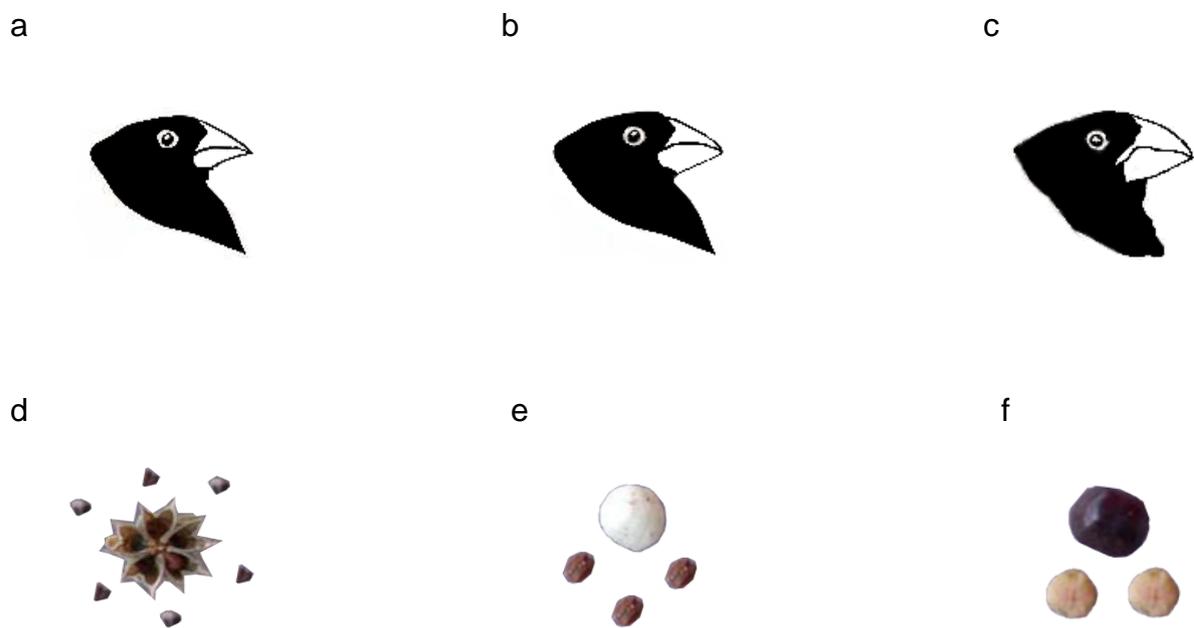
Os dois últimos fatores que alteram as frequências, a deriva genética e a migração, foram simulados colocando os indivíduos da população que representavam diferentes fenótipos através de bolinhas de isopor com diferentes cores em uma sacola. Um aluno retirava aleatoriamente determinada quantidade de indivíduos da sacola e esta quantidade poderia tanto representar indivíduos que morreram devido à uma catástrofe natural quanto indivíduos que imigraram da população. Para ambos os casos, se recalcularmos as frequências dos alelos, genótipos e fenótipos da população que sobraram na sacola, provavelmente perceberemos alterações nas frequências com relação à população inicial. Finalizamos, desta forma, representações de quatro fatores que podem alterar as frequências dos alelos, genes e fenótipos segundo a Teoria Neodarwinista: mutações, Seleção Natural, Deriva Genética e Migração. Esta mudança da Aula 2 contribuiu com a Aula 5 sobre Mutações, já que agora ela passou a ter um sentido mais adequado à Unidade Didática, pois é um aprofundamento de um mecanismo importante já mencionado na Aula 2 como alterador de frequências.

A execução da aula ocorreu conforme o previsto. Foi desenhado no quadro a tabela que os alunos preencheriam no seu material para que as simulações e anotação fossem realizadas pelo professor em conjunto com os alunos. A medida que os dados foram surgindo com o sorteio pelos alunos dos valores de cada situação, o professor ia preenchendo a tabela. Apesar do resultado dos cruzamentos e da herança dos alelos serem imprevisíveis, eles cumpriram o objetivo de mudar as frequências dos alelos, genótipos e fenótipos ao analisarmos os valores da tabela.

#### **4.1.3 Aula 3 - Tentilhões nas ilhas de Galápagos**

A Aula 3 teve como objetivo realizar simulações que representassem como mudanças no ambiente poderiam dar destinos diferentes a uma mesma população. A proposta era criar ilhas com diferentes tipos de alimentos e colocar populações iguais nelas. Cada ilha possuía uma população inicial igual, ou seja, com 2 indivíduos de cada variação, no caso 2 de cada tipo de bico: 2 pequenos, 2

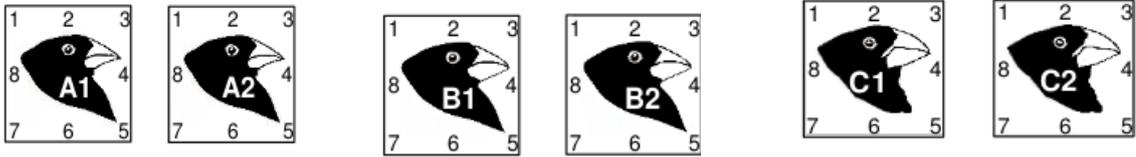
medianos e 2 grandes, totalizando 6 indivíduos. O que mudava em cada ilha era o alimento disponível. Numa delas havia só sementes pequenas, que eram melhor consumidas por indivíduos de bico pequeno; noutra sementes de tamanho médio que favoreciam os indivíduos de bico mediano; e na terceira, sementes de tamanho grande que favoreciam os indivíduos de bico grande. A ideia era demonstrar que o tamanho de bico mais adequado ao tipo de semente disponível na ilha teria vantagens para conseguir alimentar-se e reproduzir-se. Abaixo é possível conferir os tipos de semente usadas e as variações de bicos:



**Figura 1** a semente pequena de *Bastardia viscosa* b semente de tamanho médio de *Tournefortia pubescens* c semente grande de *Scutia spicata* d indivíduo de bico pequeno e indivíduo de bico mediano f indivíduo de bico grande.

Esta atividade não sofreu modificações durante o projeto de dissertação, porém as instruções foram alteradas, pois foi identificado na aplicação do piloto a dificuldade de compreensão dos alunos quanto ao movimento das peças e aos critérios da simulação. Para resolver este problema, cada indivíduo passou a vir com uma letra que indicasse sua variação (A – bico pequeno; B – bico mediano; C – bico grande) e com números na volta do indivíduo para sinalizar para qual casa movimentar a peça de acordo com o lançamento do dado, conforme indicado a

seguir:

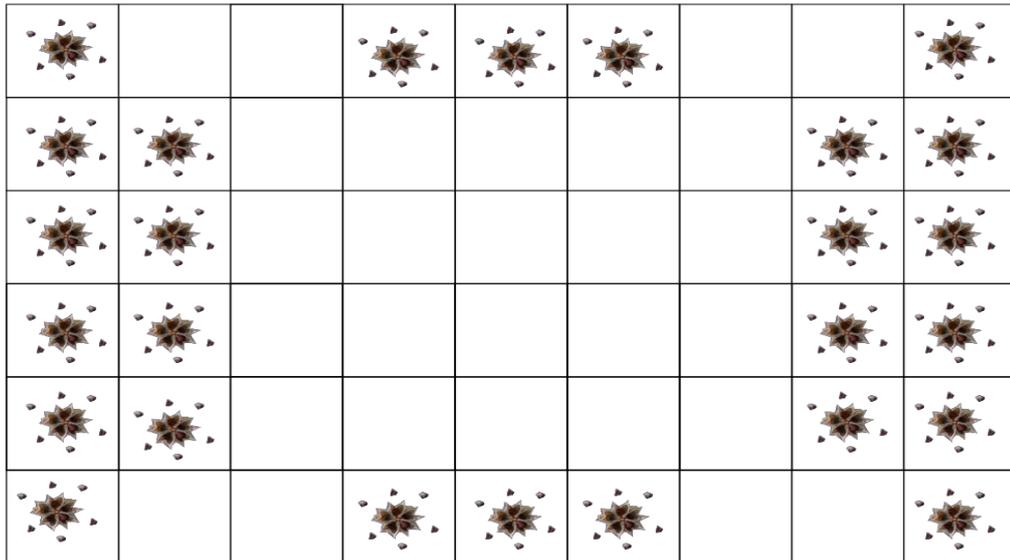


**Figura 2** Demonstração de como ficaram as peças com a indicação dos números ao redor do indivíduo que indicam a movimentação. Por exemplo: se o resultado do dado for o nº 3, significa que a peça movimentar-se-á para a casa da diagonal superior direita, conforme está indicado pela posição do nº 3 no canto superior direito dos indivíduos. As letras indicam qual tamanho de bico tem o indivíduo e o número ao lado da letra diferencia os indivíduos que possuem a mesma variação, já que são dois de cada tipo inicialmente.

As regras da atividade também foram descritas de maneira mais clara. Como a proposta da atividade era que determinado bico de ave fosse mais adequado para determinado alimento em populações que eram iguais em todas as ilhas nas quais somente o alimento variava de ilha para ilha, o número de vezes que cada tipo de bico consumia o alimento quando em uma casa com semente precisava ser diferente em cada ilha. Para que isto ocorresse, como regra da simulação, o número de vezes que o indivíduo deveria cair numa casa com alimento para realmente contar como que ele tivesse se alimentado dependia do tipo de alimento da ilha. Por exemplo: na ilha que só continha sementes pequenas o tentilhão de bico pequeno comeria sempre que caísse numa casa com alimento; já o de bico de tamanho médio, que não é tão eficiente, precisaria cair duas vezes em uma casa com a semente pequena para contar uma vez que ele tivesse se alimentado; e o tentilhão de bico grande, que era muito pouco eficiente para consumir sementes pequenas, precisaria passar 3 vezes em uma casa com a semente pequena para contar como tendo se alimentado uma vez.

Ao final de 10 rodadas para cada indivíduo, aquele que se alimentou 2 vezes se reproduzia adicionando um filho no tabuleiro e aquele que não tivesse se alimentado nenhuma vez morreria. Comparando o resultado final das 3 ilhas, nas quais o que variava era o ambiente (o tipo de semente), foi possível perceber que as populações das ilhas que inicialmente eram iguais, mudaram em sentidos diferentes. Porém, devido a complexidade da proposta, para melhor entendimento dos alunos o tabuleiro foi modificado de forma a já conter as instruções de jogada descritas no

material, conforme a Figura 3 a seguir:



Ilha 1

**Alimento disponível:** Semente de *Bastardia viscosa* (semente pequena)

**Bico tipo A (pequeno):** Precisa passar 1 vez em casa com alimento para comer 1 vez.

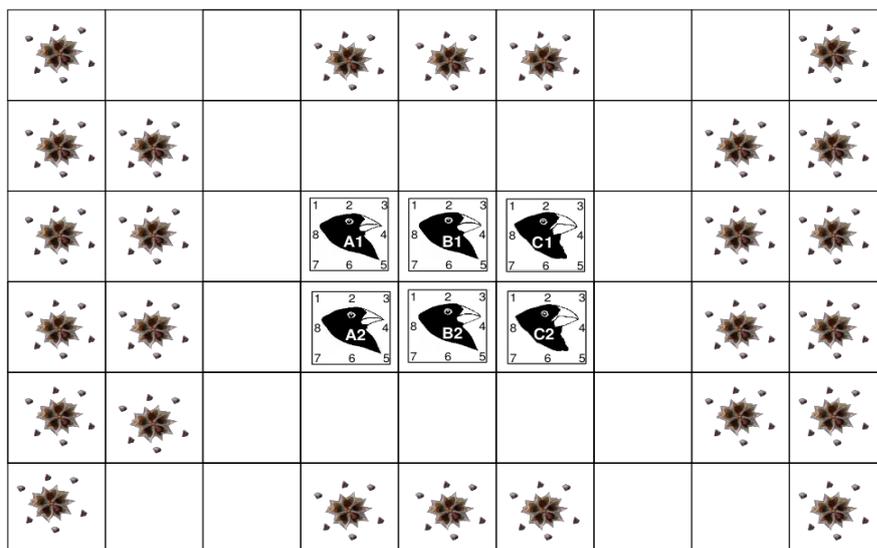
**Bico tipo B (médio):** Precisa passar 2 vezes em casas com alimento para comer 1 vez.

**Bico tipo C (grande):** Precisa passar 3 vezes em casas com alimento para comer 1 vez.

**Figura 3** Exemplo da ilha que contém a semente pequena com as instruções escritas abaixo dela. Nas outras ilhas, que possuem sementes diferentes, a ordem das instruções mudam. Por exemplo: na ilha com a semente grande, quem come sempre é o tentilhão de bico grande; o de bico médio precisa passar duas vezes em casa com alimento para comer uma vez e o de bico pequeno precisa passar 3 vezes para comer uma vez.

As ilhas prontas para começar a atividade ficavam da seguinte maneira, conforme a Figura 4 abaixo:

a



Ilha 1

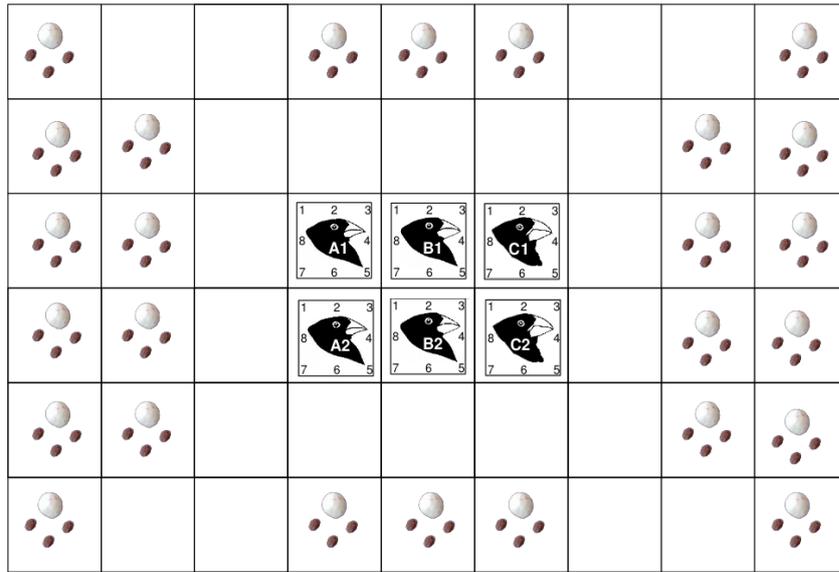
**Alimento disponível:** Semente de *Bastardia viscosa* (semente pequena)

**Bico tipo A (pequeno):** Precisa passar 1 vez em casa com alimento para comer 1 vez.

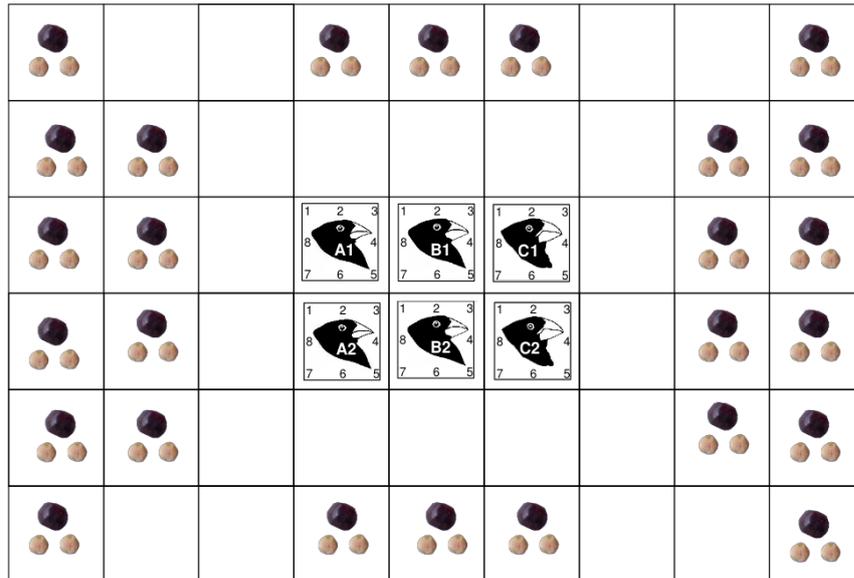
**Bico tipo B (médio):** Precisa passar 2 vezes em casas com alimento para comer 1 vez.

**Bico tipo C (grande):** Precisa passar 3 vezes em casas com alimento para comer 1 vez.

b

**Ilha 2****Alimento disponível:** Semente de *Tournefortia pubescens* (semente de tamanho mediano)**Bico tipo A (pequeno):** Precisa passar 2 vezes em casas com alimento para comer 1 vez.**Bico tipo B (médio):** Precisa passar 1 vez em casas com alimento para comer 1 vez.**Bico tipo C (grande):** Precisa passar 2 vezes em casas com alimento para comer 1 vez

c

**Ilha 3****Alimento disponível:** Semente de *Scutia spicata* (semente grande)**Bico tipo A (pequeno):** Precisa passar 3 vezes em casas com alimento para comer 1 vez.**Bico tipo B (médio):** Precisa passar 2 vezes em casas com alimento para comer 1 vez.**Bico tipo C (grande):** Precisa passar 1 vez em casa com alimento para comer 1 vez.

**Figura 4** Demonstração de como as três ilhas ficaram antes de começar a atividade. **a** representa a Ilha 1 que possui só semente pequena **b** representa a Ilha 2 que possui só semente de tamanho mediano **c** representa a Ilha 3 que possui só semente grande. Observe que as populações iniciais são iguais nas três ilhas, possuindo dois indivíduos com cada variação, ou seja, dois de bicos pequenos (A1 e A2), dois de bicos medianos (B1 e B2) e dois de bicos grandes (C1 e C2).

A aplicação desta aula transcorreu bem e os alunos conseguiram executar a proposta já que as instruções estavam mais claras após estas modificações. Os alunos foram divididos em grupos de 6, cada grupo com uma ilha, no qual cada estudante movimentava um dos indivíduos da ilha por 10 rodadas. A movimentação das peças ocorreu de acordo com o lançamento de um dado de 8 faces para que fosse aleatório a definição dos resultados de cada ilha. Após as 10 rodadas realizadas, foram anotados os indivíduos que se alimentaram, se reproduziram e quais morreram. Desta forma, o resultado final de cada grupo, ou seja, quantos indivíduos restaram em cada ilha, foi exposto no quadro para que pudéssemos comparar e discutir a variação de resultados de cada ilha.

O resultado, conforme previsto, mostrou que apesar de todos os grupos terem começado com uma população igual, ou seja, com dois indivíduos de cada uma das 3 variações de tamanho de bico (A1, A2, B1, B2, C1 e C2) ao final da atividade as populações sofreram modificações. Em outras palavras, na ilha com semente pequena, os indivíduos de bico pequeno deixaram mais descendentes; na ilha com semente de tamanho médio os indivíduos de bico com tamanho médio deixaram mais descendentes e desta mesma forma com indivíduos de bico grande. Nesta aula, é possível de maneira visual e interativa, perceber que é o ambiente que seleciona os indivíduos mais adaptados e não os indivíduos que mudam para se adequar ao ambiente, podendo-se discutir, desta maneira, conceitos importantes como Seleção Natural e Adaptação.

#### **4.1.4 Aula 4 – Impactos na Teia Alimentar**

A aula 4 foi baseada em uma teia alimentar com as espécies presentes no parque de Yellowstone. A ideia foi representar as relações interespecíficas que ocorrem nesta comunidade e, após, simular as consequências da retirada do predador topo de cadeia, no caso o lobo. Esta proposta foi inspirada na liberação da caça aos lobos que ocorreu no parque Yellowstone na década de 1920 e nos estudos das décadas seguintes sobre o impacto da ausência dos lobos nas demais espécies. Relacionando às demais aulas, enquanto a aula 3 demonstrou como uma alteração no ambiente poderia afetar uma população, como a de tentilhões em caso

de restrição do tipo de alimento e o impacto numa população de tentilhões, esta tinha a intenção de mostrar como várias alterações simultâneas nas chances de sobrevivência das espécies de uma comunidade podem ter consequências diretas e indiretas caso ocorra a retirada de uma espécie importante.

A execução da aula envolveu a colagem de fotos das espécies existentes na teia alimentar do parque de Yellowstone no quadro para que, através de discussão com os alunos, pudessemos determinar quem era predador de quem e quem competia com quem. Isto nos levou aos primeiros conceitos de Relações Interespecíficas, Predatismo e Competição. Estabelecida a teia alimentar, os alunos ouviram a história da caça aos lobos na década de vinte. Após a história foi retirada a foto do lobo da teia alimentar representada no quadro. A proposta da atividade era discutir com os alunos quais seriam as consequências diretas e indiretas da ausência do lobo na comunidade.

As consequências diretas e indiretas foram várias. O veado-vermelho aumentou de população já que não tinha mais a morte provocada pelo seu predador, o lobo. As espécies vegetais como álamo e salgueiro que servem de alimento para o veado-vermelho diminuíram em quantidade devido ao aumento de veados vermelhos alimentando-se delas. O coiote que competia por alimento com o lobo e tinha sua população controlada pela perda da competição com o lobo passou a aumentar em quantidade. A raposa, por sua vez, que competia diretamente com o coiote diminuiu sua população em razão do aumento da população e competição com o coiote. Os roedores que eram presas das raposas aumentaram em quantidade devido à diminuição da população de seu predador, a raposa. E assim por diante.

Desta forma, foi possível representar e discutir como várias espécies de uma comunidade podem ter suas chances de sobrevivência alteradas simultaneamente devido a alguma perturbação na dinâmica da comunidade. Estas mortes podem levar à extinção da espécie naquele local ou à mudanças nas frequências dos alelos de cada população em caso de redução das populações. Esta ideia contrasta com a ideia da aula anterior (aula 3) na qual analisamos as consequências de apenas uma alteração ambiental, no caso a restrição de alimento, em uma população apenas de tentilhões. Já nesta aula, discutimos várias alterações diretas e indiretas em várias populações simultaneamente devido a retirada de um predador topo de cadeia.

Conforme registrado no diário de bordo, os alunos não tiveram dificuldade na compreensão dos conceitos trabalhados nesta aula.

#### **4.1.5 Aula 5 - Mutações**

Na aula 2 discutimos fatores que alteram as frequências de alelos, genótipos e fenótipos e, entre eles, as mutações. Sua aplicação, conforme registrado no diário de bordo da aula 5, aconteceu no dia 18 de outubro de 2016 contando com um total de 21 alunos e teve duração de 25 minutos. O objetivo desta aula foi esclarecer como mutações podem alterar características nos indivíduos e gerar variabilidade. Cada aluno recebeu no seu material a tabela de relação aminoácidos/códon e no quadro foi escrito um gene e a proteína que ele formaria. A seguir foi registrado no quadro no quadro alguns casos de mutações neste gene, uma de adição, outra de deleção, os de substituição, etc. A tarefa era que cada grupo escolhesse um tipo de mutação proposta no quadro e determinasse o RNAm (RNA mensageiro) correspondente e a sequência de aminoácidos (proteína) que seria formada a partir desse novo gene gerado com a mutação, usando a tabela de aminoácidos/códons. Ao final da atividade, o resultado de cada grupo foi descrito no quadro para compararmos as variações geradas e também foram citados alguns exemplos de pequenas alterações que geram grandes consequências na espécie humana.

#### **4.1.6 Fechamento da Unidade Didática**

Como fechamento da unidade didática, foi proposto aos alunos, divididos em grupos de 5 integrantes, que discutissem algumas questões relativas aos principais temas abordados durante a atividade e sua relação com o Eixo Integrador Evolução. As questões propostas para a discussão foram: “O que é a evolução e como ela pode ocorrer?”, “Como as mutações podem afetar a evolução?”, “Como mudanças no ambiente, como a mudança no alimento disponível, podem ter relação com a evolução?” e “Como a retirada de uma espécie de uma comunidade pode afetar as chances de sobrevivência das outras?”. A discussão sobre cada tema foi entregue pelos alunos e após escrita e após, coletivamente, foi construído um mapa

conceitual dos conceitos trabalhados e sua relação com a evolução.

## **4.2 Discussão dos Resultados**

De acordo com a Análise Descritiva realizada com os dados coletados, foram estabelecidos os seguintes subcapítulos. O primeiro, “Definição dos Conceitos”, engloba dados coletados no Material para o Aluno nos espaços que foram destinados para preencher diretamente a definição dos conceitos trabalhados. Em segundo lugar, os dados do subcapítulo “Relações entre os Conceitos” que foi coletado principalmente no espaço presente em todas as aulas definido como “escreva tudo que você compreendeu sobre esta aula”. A parte “Definição do Conceito” talvez tenha revelado não apenas o entendimento do aluno, mas também a mera cópia do que o professor falou sobre o conceito ou o que pesquisou de outras fontes, como a internet.

O subcapítulo “Relações entre os Conceitos” revelou mais sobre o que o aluno realmente entendeu ou apresentou dificuldade de compreensão sobre o tópico, já que não se tratou de uma pergunta direta sobre o assunto. O subcapítulo seguinte, a “Prática Pedagógica”, investigou os dados coletados no Diário de Bordo com as observações do pesquisador, no Questionário preenchido pelos alunos ao final da Unidade Didática e mais algumas informações sobre a prática que surgiu no espaço “Escreva tudo que você compreendeu sobre esta aula”, já que algumas vezes o aluno escreveu sobre a prática em si, mencionando o que achou do tipo de atividade realizada, ao invés do que compreendeu sobre os conteúdos das aulas. O subcapítulo sobre “Ensino e Aprendizagem” buscou analisar o que o aluno compreendeu das relações estabelecidas na Unidade Didática como um todo. Estes dados foram coletados principalmente na atividade de fechamento da Unidade Didática.

Por fim, a numeração adotada a seguir nos subcapítulos indica de qual aluno é o dado e de qual das aulas foi obtido, sendo que o primeiro número identifica o aluno e o segundo a aula. Por exemplo, 5.3, indica que o dado está no material da aula 3 do aluno 5. Do total de 31 alunos que fizeram pelo menos uma das atividades da Unidade Didática, apenas 12 fizeram as 5 aulas mais a atividade de Fechamento.

Como o objetivo desta dissertação foi avaliar a aplicação da Unidade Didática, foram analisados os resultados apenas dos 12 alunos que realizaram todas as tarefas.

#### **4.2.1. Definição dos Conceitos**

##### **4.2.1.1 Aula 1 – Conceitos**

Analisando a Aula 1 “Conceitos”, obtivemos no material coletado as definições dos seguintes conceitos de ecologia que seriam base para as demais aulas: organismo, espécie, população, comunidade, habitat, condição, recurso, nicho ecológico e ecossistema. Para o conceito de Organismo, obtivemos duas variações de respostas: uma na qual o entendimento centrou-se na unidade, com o “estudo de um indivíduo” (alunos 8.1 e 4.1), e outra, predominante, que faz uma relação com “conjunto de órgãos [...]” (alunos 1.1, 2.1, 3.1, 6.1, 7.1, 9.1, 10.1, 11.1, 12.1). Entre ambas as definições, a primeira aproxima-se mais do que foi trabalhado em aula. O segundo conceito, o de Espécie, teve basicamente 4 variações nas definições. A primeira delas teve como foco indivíduos com “[...] características gerais iguais” (alunos 1.1, 9.1). A segunda e terceira foram semelhantes por mencionar o aspecto da reprodução, “capazes de se reproduzir” (alunos 2.1, 4.1, 5.1, 7.1, 8.1, 12.1), porém a terceira foi mais completa, pois mencionou também a capacidade de “[...] gerar um semelhante fértil” (4.1, 5.1, 7.1, 8.1, 12.1). Por fim, dois alunos compreenderam o conceito de espécie do ponto de vista da classificação ao mencioná-lo como “unidade básica do sistema taxonômico” (alunos 3.1, 6.1). Dentre todas as respostas apresentadas nesta aula, a terceira foi aquela que se aproximou mais do que foi trabalhado em aula.

O conceito de população mostrou quatro variações de repostas. A primeira apresenta uma confusão ao referir-se a populações como sendo “um conjunto de espécies” (aluno 1.1), ao invés de conjunto de indivíduos da mesma espécie. A segunda, a terceira e a quarta resposta possuem pontos em comum, sendo que a diferença é o quão completa é cada definição. Ambas referem-se como “Agrupamentos de uma determinada espécie” (aluno 2.1, 6.1, 3.1, 4.1, 7.1, 8.1, 10.1, 11.1, 12.1, 5.1, 9.1), sendo que a terceira e quarta revelam o aspecto espacial da

população “que vivem em uma mesma área geográfica” (aluno 3.1, 4.1, 7.1, 8.1, 10.1, 11.1, 12.1, 5.1, 9.1) enquanto a quarta definição ainda refere-se ao aspecto temporal ao adicionar “num determinado período” (aluno 5.1, 9.1). A quarta definição é a mais próxima da concepção trabalhada de população.

O conceito de comunidade, semelhante ao de populações, revelou 4 variações, sendo 3, com conceitos semelhantes e em crescente complexidade e a quarta uma confusão com comunidade no sentido social. Os três conceitos semelhantes de respostas possuem em comum a definição de “conjunto de populações” (alunos 1.1, 2.1, 4.1, 8.1, 9.1, 10.1, 5.1, 6.1, 11.1). Dois, dos 3 conceitos apresentam, também, o aspecto espacial ao mencionar “em uma determinada área” (alunos 2.1, 4.1, 8.1, 9.1, 10.1, 5.1, 6.1, 11.1) e uma delas acrescenta ainda o aspecto temporal “num determinado período” (alunos 5.1, 6.1, 11.1). A definição que engloba o aspecto espacial e temporal é aquela que mais se aproxima com o conceito de comunidade trabalhado na aula. Na quarta variação de resposta foi possível observar uma confusão no conceito ecológico de comunidade com aquele utilizado pelas ciências sociais em que a definição “é uma unidade social que compartilham algo em comum, como normas, valores e lugar em que estão situadas em uma determinada área geográfica” (alunos 3.1, 7.1).

Com relação à definição do conceito de habitat, todos os alunos responderam da mesma maneira como sendo “o local onde o ser vivo mora” (alunos 1.1, 2.1, 3.1, 4.1, 5.1, 6.1, 7.1, 8.1, 9.1, 10.1, 11.1, 12.1). Sobre o conceito de condição (Uma condição é um fator ambiental abiótico, não consumível, que influencia o funcionamento de organismos, como a temperatura, a umidade relativa, o pH, etc), o aspecto de que condição é algo “não consumível” (1.1, 7.1, 8.1, 10.1, 2.1, 5.1, 6.1, 12.1) aparece em oito respostas. Já a atribuição do conceito de condição ao fator “que influenciam os seres vivos” (alunos 1.1, 7.1, 8.1, 10.1) apareceu em quatro respostas. Os alunos 2.1, 5.1, 6.1, 12.1 e 4.1 ainda se referiram à condição como “fatores ambientais, características físicas e químicas”. Houve ainda a resposta de dois alunos relacionando o conceito “a propriedade ou natureza das coisas” (alunos 3.1, 9.1) sendo esta resposta fruto de uma confusão entre outros conceitos trabalhados em aula.

Com relação ao conceito de nicho ecológico, os alunos conseguiram estabelecer

relação semelhante com o conceito trabalhado em aula, porém usando termos diferentes para descrever e isto é um indício de que os alunos conseguiram estabelecer generalizações, ou seja, conseguiram compreender de fato o conceito. O aluno 1.1, por exemplo, usou a definição “conjunto de fatores não consumíveis e consumíveis de um ser vivo”, provavelmente numa relação com o que compreendeu sobre condição e recurso. O aluno 2.1 definiu como “descrição de uma espécie, suas restrições e tolerâncias [...]” e os alunos 3.1, 7.1 e 8.1 usaram uma definição mais precisa como “conjunto de tolerâncias e requerimentos de cada espécie”. Houve também o aparecimento da expressão “papal comportamental que o ser vivo desempenha em seu habitat” (4.1, 6.1, 9.1, 12.1), além de “modo de vida” (aluno 5.1). Por fim, o aluno 11.1 ainda menciona na definição o “poder de adaptação a fatores limitantes e necessidade de reprodução”.

Com relação ao último conceito desta aula, o de Ecossistema, 6 alunos referiram-se de maneira semelhante, porém utilizando termos diferentes, como por exemplo, “é a relação do que é vivo com o que não é” (alunos 1.1 e 4.1) e “conjunto formado pelas interações entre os componentes bióticos e abióticos” (alunos 2.1, 5.1, 10.1 e 11.1). Outra parcela dos alunos esqueceu parte do conceito, omitindo a parte biótica ou a abiótica como nos casos a seguir: “é um conjunto formado pelas interações entre componentes bióticos como os organismos vivos plantas, animais” (alunos 3.1, 7.1 e 8.1), esquecendo o fator abiótico e “conjunto formado pelo meio ambiente físico, ou seja, o biotipo” (aluno 9.1) na qual não há menção à parte biótica.

#### **4.2.1.2 Aula 2 - Mudança na Frequência dos Alelos, Genótipos e Fenótipos de uma população.**

Os dados coletados para o subcapítulo Definição dos Conceitos, apontaram para o conceito de Mutação para os alunos 1.2 e 4.2 como “uma alteração aleatória nos genes [...]” que, para 1.2, “acaba mudando alguma coisa” e para 4.2 “acarreta em alguma mudança boa ou ruim”. É mencionado nesta resposta o fator aleatório das mudanças, o que é importante, porém condiciona a mutação a alguma mudança, o que nem sempre ocorre podendo a mutação ser neutra. Os alunos 3.2, 5.2, 7.2 e 8.2

utilizaram uma expressão diferente “mudanças na sequência dos nucleotídeos” para definir a mutação, porém sem menção as consequências. A resposta de 6.2 e 12.2 “é uma mudança no DNA, o material hereditário da vida”, traz a relação entre a mutação e a possível herança da mesma. A resposta de 10.2 e 11.2 traz como diferença a menção a mutações cromossômicas além das genéticas em “pode ocorrer na sequência de DNA de um gene ou afetar os cromossomos”. Há ainda o aluno 9.2 que talvez tenha externalizado um pensamento por complexo, ou de falso conceito, relativo ao significado de mutação usando a definição a seguir: “O efeito ou ação de mudar, alterar ou transformar algo, uma metamorfose ou revolução”. Neste caso, percebe-se um conflito entre o conceito biológico de mutação com outras definições que a palavra pode ter.

O segundo conceito da atividade foi a Seleção Natural, o qual foi definido pelos alunos de maneira parecida. Os alunos 1.2, 4.2, 3.2, 5.2 e 9.2 mencionam de alguma forma que o ambiente é que seleciona os indivíduos, como nas frases “[...]a natureza favorece determinados seres vivos [...]” (alunos 1.2, 4.2) e “[...]os ambientes seriam responsáveis por selecionar[...]” (alunos 3.2, 5.2, 9.2). Os alunos 1.2 e 4.2 ainda mencionaram que isto faz “alguns deixarem mais filhos”. Os alunos 6.2, 7.2, 8.2, 10.2 e 11.2 mencionam o conceito de adaptação na definição, fator anteriormente não mencionado, ao dizerem que “seleciona indivíduos mais adaptados a determinada condição ecológica [...]”.

Com relação ao conceito de Migração, os alunos 1.2 e 4.2 o mencionaram como “isolamento geográfico de uns indivíduos [...]” enquanto que os alunos 3.2, 6.2, 7.2, 9.2 e 12.2 referiram-se diferente como “o deslocamento de indivíduos dentro de um espaço geográfico [...]”, sendo que os alunos 3.2, 7.2, 9.2 e 12.2 ainda mencionaram um aspecto temporal ao escreverem “de forma temporária ou permanente”. Os alunos 10.2 e 11.2 conseguiram fazer uma relação da migração com os aspectos genéticos, ao dizerem que “os processos migratórios são eventos que colaboram com a variabilidade gênica. A entrada de um indivíduo possibilita novos genes, diferentes dos existentes”. Por último, houve uma confusão do conceito de migração trabalhado na aula com o sentido de migração usado na síntese proteica, ao usar a definição “Designa uma etapa da biossíntese proteica que consiste na exportação do RNA funcional do núcleo para o citoplasma” (aluno 5.2).

O conceito de Deriva Genética é mencionado como “um acontecimento aleatório [...]” ou “mudança ao acaso [...]” pelos alunos 1.2, 3.2, 4.2, 5.2, 6.2, 7.2, 8.2, 9.2, 10.2, 11.2 e 12.2. Os alunos 3.2, 4.2, 5.2, 6.2, 7.2, 8.2, 9.2 e 12.2 ainda mencionaram que a mudança ocorre nas “frequências alélicas”, enquanto que 10.2 e 11.2 disseram que era “a variação do fluxo genético existente nas populações [...]”.

#### **4.2.1.3 Aula 3 - Tentilhões nas ilhas de Galápagos**

Os conceitos trabalhados nesta aula foram: Adaptação e Seleção Natural. Com relação ao conceito de adaptação, todos os alunos, com exceção do 3.3, mencionaram ser relacionado a "uma característica vantajosa" (alunos 1.3, 2.3, 6.3, 7.3, 8.3, 4.3, 5.3, 9.3, 10.3, 11.3, 12.3). Os alunos 4.3, 5.3, 7.3, 8.3, 9.3, 11.3 e 12.3 mencionaram ainda que esta característica vantajosa “torna algum organismo capacitado a sobreviver e se reproduzir”. A resposta mais completa, de acordo com o que trabalhamos na atividade, foi do aluno 10.3 na qual ele refere-se à adaptação como “o indivíduo que possui uma variação vantajosa e consegue deixar mais descendentes que a média é considerado mais adaptado”, dando ênfase ao fato de deixar mais descendentes do que a média da população. Houve ainda um aluno que confundiu o conceito de adaptação no sentido de evolução com o sentido comum da palavra adaptação, conforme podemos observar a seguir, de acordo com o aluno 3.3, “é a qualidade de acomodar-se a uma determinada situação. O homem é um ser eminentemente adaptativo”.

Com relação ao conceito de seleção natural, que já tinha sido abordado na aula 2, foi possível perceber uma ressifignicação conceitual na definição do conceito por parte de alguns alunos que inclusive utilizaram termos e situações trabalhadas nas aulas e não apenas a mera cópia da definição do conceito de algum lugar. Por exemplo, o aluno 6.3 já se refere à seleção natural fazendo relação com o que foi trabalhado na aula anterior ao dizer que “é um dos mecanismos básicos da evolução, junto com a mutação, migração e deriva genética”. Ou o aluno 8.3 que para definir a seleção natural utilizou a referência da aula trabalhada na qual era simulado como a disponibilidade de diferentes tipos de alimentos favorecia diferentes tipos de bicos. Isto pode ser percebido em “adaptação dos seres vivos,

para evoluir através da alimentação disponível no ambiente e a capacidade de sobreviver e se alimentar”.

Outra resposta interessante, fruto da simulação realizada para descobrir qual das variações de tamanho de bico teria maior sucesso na sobrevivência e reprodução, foi a do aluno 1.3 que menciona que apesar de que “a ambiente seleciona os seres vivos mais adaptados, eles acabam deixando mais descendentes [...]”, mas que isto “[...] nem sempre funciona assim”. Este “[...] nem sempre funciona assim” provavelmente é efeito da simulação que apontava que, apesar do indivíduo com o bico adequado a determinado tipo de alimento ter maior probabilidade de sucesso, isso não ocorre necessariamente porque ele pode estar naquela pequena parte da amostragem que não teve sucesso. Por fim, os alunos 10.3 e 12.3 mencionaram ainda a relação da característica com as gerações seguintes ao dizer que ela “tende a aumentar de frequência nas gerações seguintes”.

#### **4.2.1.4 Aula 4 – Impactos na Teia Alimentar**

Os conceitos trabalhados nesta aula foram: Relações Interespecíficas, Predatismo e Competição. Sobre as Relações Interespecíficas, os alunos 1.4, 3.4, 4.4, 6.4, 8.4, 9.4, 10.4 e 11.4 definiram afirmando que “são relações entre espécies diferentes, como predação, competição, mutualismo e parasitismo”. Os alunos 2.4 e 7.4 tomaram a competição, que é um tipo de relação interespecífica, como se fossem sinônimas como podemos conferir a seguir: “relação de competição entre as espécies”. Foi possível perceber também que os alunos 5.4 e 12.4 não compreenderam o conceito de relações interespecíficas, pois em suas respostas a definiram como algo que “ocorre entre indivíduos da mesma espécie”.

Com relação a Predatismo, o aluno 1.4 menciona a relação de benefício e as subdivisões ao dizer “uma espécie se beneficia e a outra não. Se divide em carnívora e herbívora”. Os alunos 2.4, 7.4 e 8.4 referiram-se como “um animal se alimenta do outro”, excluindo a possibilidade de herbívora enquanto o aluno 4.4 menciona a carnívora e a herbívora ao dizer “seres que se alimentam de carnes ou plantas”. Os alunos 6.4, 10.4 e 11.4 mencionam as diferenças de níveis tróficos em “[...] envolve espécies de diferentes níveis tróficos [...]” sendo que 6.4, 10.4 ainda

incluiram na resposta os termos: predador e presa na seguinte resposta: “predador, espécie consumidora, alimenta-se da presa”.

Com relação à Competição, os alunos 1.4 e 4.4 mencionam o fato de ser “uma relação negativa para ambas as espécies”, porque mesmo que uma espécie leve vantagem na competição, ainda assim ela perde alguma quantidade de alimento. Os alunos 2.4, 7.4 e 8.4 tiveram uma percepção mais limitada de competição ao reduzi-la apenas aos alimentos ao afirmaram que “espécies competem pelo mesmo alimento”. Provavelmente esta redução a alimentos deva-se ao fato de que o exemplo utilizado na aula foi com a alimentação. Os alunos 3.4, 5.4, 6.4, 9.4, 10.4, 11.4, 12.4 trazem uma definição mais ampla e próxima de um conceito científico e ainda mencionam que pode acontecer também entre indivíduos da mesma espécie ao dizerem que “é a interação de indivíduos da mesma espécie ou espécies diferentes que disputam algo”.

#### **4.2.1.5 Aula 5 - Mutações**

Os conceitos trabalhados nesta aula foram: DNA, RNA, Tipos de RNA, Códon, Aminoácidos, Mutações e Tipos de Mutações. Com relação ao conceito de DNA, o aluno 1.5 referiu-se como o “código de vida que determina as características”, enquanto que os alunos 2.5, 4.5, 5.5, 6.5, 7.5, 8.5, 9.5, 10.5, 11.5 e 12.5 referiram-se ao fato de ser um “composto orgânico, cujas moléculas contém instruções genéticas”. Já o aluno 3.5 referiu-se apenas à estrutura da molécula ao afirmar que “é [...] formada por duas cadeias na forma de uma dupla hélice”.

Com relação ao RNA, o aluno 1.5 compreendeu o RNA como “uma cópia do DNA”, enquanto que o aluno 2.5 definiu-o com relação à funcionalidade do RNA ao dizer que “comanda e coordena os processos celulares”. O aluno 3.5 expressou na resposta que “é a sigla para ácido ribonucleico, que é uma molécula também formada por um açúcar” e os alunos 4.5, 5.5, 6.5, 7.5, 8.5, 9.5, 10.5, 11.5 e 12.5 relacionaram com sua função na síntese proteica ao afirmar que é “responsável pela síntese de proteínas da célula”. Com relação aos Tipos de RNA todos responderam da mesma maneira ao dizer “mensageiro, transportador e ribossômico” (alunos 1.5, 2.5, 3.5, 4.5, 5.5, 6.5, 7.5, 8.5, 9.5, 10.5, 11.5, 12.5 ), o que era esperado já que a

pergunta era bem objetiva.

Com relação ao conceito de códon, todos referiram-se como uma sequência de 3 bases (alunos 1.5, 2.5, 3.5, 4.5, 5.5, 6.5, 7.5, 8.5, 9.5, 10.5, 11.5, 12.5), sendo que destes fez relação do códon com os aminoácidos ao dizer que “corresponde a um aminoácido” (aluno 1.5). Já em relação aos Aminoácidos o aluno 1.5 faz uma associação simplificada ao dizer que “é uma palavra formada por um códon”, enquanto que os alunos 2.5, 9.5 e 10.5 afirmam que “são moléculas orgânicas formadas de átomos de C, H, O e N”. Ambas as respostas não mencionam a relação com as proteínas. Já os alunos 3.5, 7.5, 8.5, 5.5, 6.5, 11.5 e 12.5 fizeram esta relação ao afirmar que são “essenciais para que haja a fabricação de cadeias de proteínas num organismo”.

Com relação às Mutações, todos referiram-se como “alteração do código genético” (1.5, 2.5, 3.5, 4.5, 5.5, 6.5, 7.5, 8.5, 9.5, 10.5, 11.5 e 12.5). Sobre os tipos de mutações, os alunos 3.5 e 11.5 mencionaram tratar-se de “mutações gênicas e cromossômicas” enquanto que os alunos 1.5, 2.5, 4.5, 5.5, 6.5, 7.5, 8.5, 9.5 e 12.5 responderam de maneira mais completa como “substituição, deleção, inserção, cromossômicas numéricas e estruturais”.

#### **4.2.2 Relação entre os conceitos**

O subcapítulo Relações entre Conceitos buscou compreender as possíveis relações estabelecidas pelos alunos a partir dos assuntos trabalhados. Os dados coletados com esse objetivo encontraram-se, predominantemente, na parte do material definida como “Escreva a seguir tudo o que você compreendeu sobre esta aula”.

##### **4.2.2.1 Aula 1 - Conceitos**

Na aula 1 podemos detectar algumas relações estabelecidas dentro daquilo que foi trabalhado. O aluno 1.1 ao dizer que “estudar a comunidade é importante para entender as cadeias alimentares e teias alimentares [...]” mostrou a compreensão de algumas das propriedades emergentes de se trabalhar em nível de comunidade,

como foi discutido. Também mencionou que “estudar o habitat é importante para saber o comportamento de uma determinada espécie” estabelecendo uma relação entre as características do ambiente e a espécie que nele vive. Os alunos 1.1, 4.1 também mostraram uma relação entre o conceito e a realidade ao dizer que “ao estudar as condições pode-se entender a melhor maneira de evitar a proliferação de bactérias”. Esta resposta deve-se à discussão de como as condições podem afetar a vida usando como exemplo diferentes formas de conservar ou limpar um alimento, seja pela temperatura baixa, pelo aumento da salinidade ou pelo aumento do ph, etc.

Os alunos 1.1 e 4.1 apontaram uma interessante relação entre recursos e competição ao dizer que “recurso [...] é importante para entender a competição entre as espécies”. Em síntese, se espécies consomem um mesmo recurso, estas tendem a competir por este e isto caracteriza uma relação interespecífica. Os alunos 2.1 e 10.1 mostraram o entendimento de que a importância de estudar as relações em um ecossistema “é para compreender a importância de cada espécie em uma comunidade e como elas podem se influenciar”. O aluno 2.1, de forma mais completa, revela ter compreendido como a retirada de uma espécie pode afetar a dinâmica da comunidade ao mencionar que:

[...] o desaparecimento de alguma, seja por meios naturais ou induzido pelo homem, podem ser cruciais para a existência das espécies que vivem nessa comunidade [...] Nem sempre as mudanças de espécies em comunidades é impactante a ponto de interferir na vida das outras, mas até as pequenas mudanças em um ambiente tem consequências e por isso é importante manter as espécies nos seus habitats já que seus impactos naquele ambiente muitas vezes não podem ser previstos nem calculados (ALUNO 2.1).

De maneira semelhante, o aluno 4.1 comentou “[...] por exemplo, uma população de lobos é extinta, isso gera uma desordem em toda a cadeia alimentar”, remetendo-se ao exemplo citado da retirada dos lobos de uma comunidade e as consequências geradas. Já o que chamou a atenção dos alunos 5.1 e 7.1 foram as propriedades emergentes do estudo em nível de ecossistema ao dizerem que “conseguimos analisar quanto de energia solar foi absorvida pelas plantas, que é uma energia física transformada em energia química que vira biomassa, e também conseguimos descobrir quanto dessa energia foi absorvida através da alimentação”.

#### **4.2.2.2 Aula 2 - Mudança na Frequência dos Alelos, Genótipos e Fenótipos de uma população.**

Na aula 2 podemos detectar alguns tipos relações estabelecidas dentro do que trabalhamos. O aluno 3.2 revelou que a análise do resultado das tabelas ajudou-o a perceber que a mutação é um fator gerador de variabilidade ao dizer que “a influência das mutações que é o fenômeno que ocorre geralmente na reprodução, quando o código genético dos descendentes possui uma diferença genética dos seus antecedentes”. De maneira semelhante, o aluno 7.2 percebe que uma mutação genética pode influenciar os rumos da espécie ao afirmar que “um indivíduo que sofre uma mutação genética pode influenciar na mudança de sua espécie ao reproduzir-se”.

O aluno 3.2 ainda mencionou que a atividade o ajudou a compreender melhor os conceitos de genética ao afirmar que “[...] compreendi que o genótipo é uma constituição genética de um indivíduo (homozigoto ou heterozigoto), fenótipos são formas alternativas de expressão de uma característica e alelos são formas alternativas de um mesmo gene”. O aluno 4.2 também afirmou a compreensão da seleção natural como modificador da frequência dos alelos ao dizer que “[...] a seleção natural também muda a frequência dos alelos através dos cálculos”. E, por fim, das relações detectadas na aula 2, o aluno 7.2 revelou uma interessante conclusão de que a variação de uma característica é devido a fatores genéticos ao afirmar que “nas aves, por exemplo, a definição do tamanho do bico é dada através de alelos que modificam os genes, fazendo mutação”, embora ainda seja possível perceber uma imprecisão na relação entre mutação, alelos e genes.

#### **4.2.2.3 Aula 3 - Tentilhões nas ilhas de Galápagos**

Para a aula 3, tanto 1.3 quanto 12.3 mencionaram que a atividade ajudou a compreender a relação entre a adaptação e a seleção natural, como podemos perceber em “através desse jogo pude observar a vantagem da adaptação e como influencia na seleção natural [...]”. O aluno 2.3 ainda salienta que “o ambiente foi um fator decisivo para a predominância de uma espécie ou outra”.

O aluno 7.3 foi capaz de fazer uma relação interessante na qual ele consegue concluir que estas características vantajosas passam para os filhos porque são melhoras genéticas, como podemos observar a seguir:

Entendi que no processo de seleção natural, sobrevivem os indivíduos mais adaptados, pois eles têm melhores condições de se alimentar, e se alimentando melhor eles reproduzem-se mais e deixam mais descendentes; os mesmos irão herdar as características vantajosas dos pais e seguirão passando essas melhoras genéticas para seus futuros filhos.

Isto revela que pelo menos um aluno conseguiu estabelecer uma relação mais ampla entre a genética e a evolução ao mencionar que os descendentes herdam as características dos pais e que estas são “melhoras genéticas”.

#### **4.2.2.4 Aula 4 – Impactos na Teia Alimentar**

Nesta aula não foram detectadas muitas relações entre conceitos, tendo como única possível relação a frase do aluno 2.4 que diz que “é necessário acontecer relações de competição e predatismo para equilíbrio do ambiente”. Esta frase mostra a compreensão de que as relações específicas regulam a dinâmica da comunidade inteira e não apenas das espécies envolvidas diretamente na relação. Os demais dados do item “Escreva a seguir tudo o que você compreendeu sobre esta aula” foram descritos em outros subcapítulos.

#### **4.2.2.5 Aula 5 - Mutações**

Nesta aula não foram detectadas muitas relações entre conceitos, tendo como única possível relação a frase do aluno 11.5 que conseguiu expressar a relação entre as alterações genéticas e as mudanças nas características expressas, como na frase a seguir: “Foram vistos alguns genes que sofreram mutações e acabaram formando um novo RNA e uma nova proteína que vai ser resultado de uma sequência de aminoácidos com nomes diversos”. Os demais dados do item “Escreva a seguir tudo o que você compreendeu sobre esta aula” foram descritos em outros subcapítulos.

### 4.2.3 Prática Pedagógica

Este subcapítulo descreve os dados coletados sobre a percepção dos alunos a respeito da prática pedagógica envolvendo uma unidade didática. A maior parte dos dados foram coletados através do Questionário, porém alguns dados sobre a prática surgiram do item “Escreva a seguir tudo o que você compreendeu sobre esta aula”. Na aula 1, que era uma introdução sobre os principais conceitos, os alunos 8.1, 11.1 relataram que “fora uma introdução favorável e compreensível para analisar os conhecimentos necessários a respeito da matéria”, enquanto que o aluno 9.1 achou ser “[...] uma aula legal e bem produtiva”.

Na aula 2, sobre “Mudança na Frequência dos Alelos, Genótipos e Fenótipos de uma população”, a proposta utilizava tabelas para comparar os dados gerados na atividade e as mudanças nas frequências. Relativo a isso, o aluno 3.2 disse: “[...] percebi que as tabelas fazem com que entendamos cada tipo de geração através da mutação e da seleção natural”. Na aula 3, que simulava a Seleção Natural, os alunos 1.3, 12.3 mencionaram que “através desse jogo pude observar a vantagem da adaptação, como influencia na seleção natural e como ela pode ter exceções”. Na aula 5, o aluno 2.5 mencionou que “[...] foi possível interligar os termos e relacioná-los de maneira mais fácil e compreensível”, atingindo um dos objetivos desta dissertação, e 3.5 mencionou que o estilo das aulas com tabelas e tabuleiros, mostrou que o conteúdo não era tão difícil quanto ele pensava:

Compreendi que a evolução, ecologia e a genética se tornaram mais fáceis com a utilização deste material, pois com essas aulas percebemos que não é tão difícil quanto pensávamos e a utilização de tabelas, esquemas e tabuleiros fizeram com que entendamos o conteúdo.

No material de coleta “Questionário”, preenchido após a última aula, obtivemos a maior parte dos dados inclusos neste subcapítulo. Para a questão “Você conseguiu compreender as regras das atividades propostas? Caso a resposta seja negativa, em quais atividades você teve dificuldade e por quê?”, obtivemos de todos os alunos (1.6, 2.6, 3.6, 4.6, 5.6, 6.6, 7.6, 8.6, 9.6, 10.6, 11.6, 12.6) que foi possível compreender as regras da atividades proposta, sendo que os alunos 8.6, 9.6, 11.6, 12.6 ainda mencionaram “sim, em algumas tive dificuldades iniciais, mas compreendi no geral”. Os alunos 3.6 e 10.6 ainda mencionaram aspectos das atividades como facilitadores ao dizerem que “sim, pois as tabelas, esquemas e tabuleiros fizeram

com que compreendêssemos com mais facilidade”.

Para a segunda questão do questionário “Qual sua opinião sobre a utilização destes tipos de aula para ensinar ecologia, evolução e genética?” o aluno 1.6 mencionou que as aulas apresentaram “[...] um estilo de aula interativa e analítica, além de promover um trabalho em equipe”. Já os alunos 2.6, 7.6 e 8.6 relataram que “[...] exemplos práticos e alcançáveis melhoram o entendimento” e os alunos 3.6 e 10.6 conseguiram “[...] ter uma noção mais completa sobre o conteúdo”. Outro aspecto mencionado foi o fato das atividades serem diferentes das tradicionais, pois segundo o aluno 4.6, a aula “[...] foge da mesmice e nos prende mais a atenção” e segundo os alunos 5.6 e 6.6 “[...] as aulas diferenciadas ajudaram muito e é uma forma diferente de aprender, mas entendendo muito mais”. O aluno 9.6 mencionou que ajuda aqueles que têm dificuldade e “fica mais fácil e claro, principalmente pra quem tem dificuldade” e o aluno 11.6 referiu-se à parte “Escreva a seguir tudo o que você compreendeu sobre esta aula” como algo positivo em “[...] escrever sobre o que aprendemos nos ajuda a melhor aprender a matéria”. Podemos discutir a partir do que o aluno 11.6 mencionou sobre a escrita que um conceito é uma palavra repleta de significados e que ele reconhecer a importância de escrever suas conclusões durante as atividades reforça este processo de significação.

Sobre a questão “Você conseguiu ampliar sua visão sobre as possíveis interações entre os conteúdos ecologia, evolução e genética?” todos os alunos (1.6, 2.6, 3.6, 4.6, 5.6, 6.6, 7.6, 8.6, 9.6, 10.6, 11.6, 12.6) mencionaram que “sim”. O aluno 2.6 disse que “[...] foi possível interligar os assuntos”, o aluno 11.6 que “[...]foi possível ampliar o conhecimento dos mesmos” e os alunos 3.6, 5.6, 6.6 e 10.6 conseguiram “[...] descrever e entender o conceito de cada um deles”.

A questão “Comente se representar visualmente as aulas (em forma de tabuleiros, peças e esquemas) facilitou a compreensão de conceitos abstratos como a seleção natural e adaptação” teve resposta positiva de todos os alunos (1.6, 2.6, 3.6, 4.6, 5.6, 6.6, 7.6, 8.6, 9.6, 10.6, 11.6, 12.6). O aluno 2.6 mencionou também que a aula “[...] mostrou exemplos práticos e fáceis” e os alunos 3.6 e 5.6 relataram que através dos recursos conseguiram “[...] ter uma visão mais ampla”. O aluno 6.6 relatou que as aulas o ajudaram em genética especificamente “[...] consegui compreender melhor como funciona a genética e outras coisas dos conceitos”

enquanto que o aluno 9.6 referiu-se à evolução em “[...] ficou mais fácil de compreender a seleção natural e adaptação”. O aluno 7.6 relatou que além de “[...] mais interessante, fez com que os alunos quisessem realmente aprender o conteúdo proposto” enquanto que os alunos 1.6, 11.6 e 12.6 mencionaram “[...] ser mais divertido”.

Com relação à última questão do Questionário, sobre “Quais as suas sugestões para melhorar o funcionamento das atividades?”, tivemos um fator já detectado durante a aplicação relativo à falta de tempo adequado. Os alunos 1.6 e 4.6 sugeriram “explicação mais devagar e dois períodos seguidos [...]” e o aluno 2.6 “[...] o que poderia melhorar seria o tempo, que permitiria um melhor desenvolvimento”. A limitação do tempo realmente foi prejudicial já que os períodos possuíam entre 40 e 45 minutos e, retirando o tempo entre as trocas de períodos, chamadas e organização da atividade, sobra pouco tempo para atingir a parte mais complexa da atividade. Fora estes aspectos, os alunos referiram-se como boas aulas ao dizer que “[...] Os jogos foram legais e eles podem ficar ainda melhores” (1.6 e 4.6), “As atividades foram bem organizadas [...]” (2.6) e “[...] só acho que as aulas estão muito boas e aproveitáveis” (3.6, 5.6, 6.6, 7.6, 11.6 e 12.6).

#### **4.2.4 Ensino e Aprendizagem**

Para desenvolver a unidade didática de modo que trabalhasse na Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP) do aluno, definida por Vygotsky (2007, p.97) como a “[...] distância entre o nível de desenvolvimento real [...] e o nível de desenvolvimento potencial”, foi necessário elaborar as atividades num nível de complexidade grande o suficiente para evitar a solução independente dos problemas. Para Vygostky (2007, p.102) “[...] o aprendizado orientado para os níveis de desenvolvimento que já foram atingidos é ineficaz do ponto de vista do desenvolvimento global da criança”. A Unidade Didática criada a partir da interação dos conteúdos de Ecologia, Genética e Evolução com um Eixo Integrador e através de aulas com simulações e análise de resultados obtidos a partir destas teve esta intenção de ser complexa o suficiente de modo a desafiar o aluno.

Além deste aspecto, houve a preocupação com a interação professor/aluno e

aluno/aluno através da comparação dos dados obtidos em diferentes grupos em tabelas e discussões já que, para Vygostky (2007, p.100), “[...] o aprendizado humano pressupõe uma natureza social específica e um processo através do qual as crianças penetram na vida intelectual daqueles que as cercam”. Interação esta que é ponto central para a criação da ZDP através da aprendizagem.

Propomos que um aspecto essencial do aprendizado é o fato dele criar a zona de desenvolvimento proximal; ou seja, o aprendizado desperta vários processos internos de desenvolvimento que são capazes de operar somente quando a criança interage com as pessoas em seu ambiente e quando em cooperação com seus companheiros. Uma vez internalizados, esses processos tornam-se parte das aquisições do desenvolvimento independente da criança. (VYGOTSKY, 2007, p.103)

Os dados neste subcapítulo foram coletados principalmente na sexta atividade realizada com os alunos como um fechamento do que foi trabalhado.

A Unidade Didática tendo trabalhado diversos conceitos científicos em diferentes níveis de definição e relação traz a tona, para a análise dos dados obtidos neste subcapítulo, a questão de Vygotsky (2005, p.103) sobre “Qual a relação entre a assimilação da informação e o desenvolvimento interno de um conceito científico na consciência da criança?”. Oposto à ideia tradicional de assimilação direta do significado de um conceito pela criança, Vygotsky (2005) propõe um processo dinâmico no qual o significado de um conceito não é estático e muda ao longo do tempo. Sugere também que um “[...] conceito expresso por uma palavra representa um ato de generalização” (VYGOTSKY, 2005, p.104) e que estas generalizações mais primitivas da palavra vão sendo substituídas por generalizações de um tipo cada vez mais elevados de acordo com o desenvolvimento do intelecto até alcançar a formação dos conceitos verdadeiros. Processo este que demanda muitas funções intelectuais como “[...] a atenção deliberada, memória lógica, abstração, capacidade para comparar e diferenciar” (VYGOTSKY, 2005, p.104). Nos dados obtidos podemos perceber aspectos deste processo de generalização em diferentes níveis.

Um exemplo foi o comentário do aluno 5.4, sobre a Aula 4 - Impactos na Teia Alimentar, na qual o aluno explicou um exemplo da retirada dos lobos de um ecossistema e suas consequências referindo-se, ao final, que “[...] a competição faz alguns sobreviverem mais que os outros, sendo assim, os animais mais fortes. A retirada de uma espécie muda completamente as outras”. Há uma tentativa de

relacionar o evento ecológico em questão com o seu entendimento de Seleção Natural, referindo-se aos animais mais fortes como possuindo as maiores chances de sobrevivência, o que é uma interpretação incompleta, porém muito comum sobre a evolução pelo público leigo.

Outra definição incompleta foi a resposta do aluno 4.6 sobre a questão “O que é a evolução e como ela pode ocorrer?” na qual ele refere-se como “[...] a mudança natural de um indivíduo [...]” cometendo uma outra má interpretação muito comum sobre a evolução. Confunde-se, com frequência, de que os indivíduos mudam para adaptar-se ao ambiente, ao invés de compreender que as variações surgem aleatoriamente e que, de acordo com o ambiente, alguma variação possa ser vantajosa ou não. Na resposta do aluno 9.6 para a mesma questão já há uma tentativa de estabelecer alguma relação entre as mudanças genéticas e as consequências evolutivas, mesmo que de maneira simples, ao dizer que “A evolução é o processo de mudanças ou transformações dos seres vivos e ela pode ocorrer através das mudanças dos genes”. O mesmo caso pode ser observado no aluno 1.6 quando diz: “Tanto a mudança no ambiente, como nos alimentos disponíveis fazem o ser vivo se adaptar ao meio ambiente, senão acabam morrendo ou reduzindo a sua população [...]”. Já os alunos 3.6, 5.6, 10.6, 11.6, 6.6 e 12.6 ofereceram uma resposta mais completa conceitualmente ao dizer que evolução “é a mudança das características hereditárias de uma população de uma geração para outra. Este processo pode ocorrer quando as populações de organismos mudam e se diversificam ao longo do tempo”.

A formação de um conceito científico, que é um tipo de conceito não-espontâneo, tem como característica a presença de um sistema, o qual não ocorre nos conceitos espontâneos e é a principal distinção entre os dois (VYGOTSKY, 2005). “Os conceitos científicos, com o seu sistema hierárquico de inter-relações, parecem constituir o meio no qual a consciência e o domínio se desenvolvem, sendo mais tarde transferidos a outros conceitos e as outras áreas do pensamento” (VYGOTSKY, 2005, p.115).

Para que o conceito possa submeter-se à consciência e ao controle deliberado é necessário que este faça parte de um sistema. Este processo ocorre através de uma

série de generalizações que significam “[...] a formação de um conceito supra-ordenado que inclui o conceito dado como um caso específico” (VYGOTSKY, 2005, p.116). O conceito supra-ordenado, por sua vez, “implica a existência de uma série de conceitos subordinados, e pressupõe também uma hierarquia de conceitos de diferentes níveis de generalidade” (VYGOTSKY, 2005, p.116). Deixando de maneira mais clara, Vygostky (2005, p.116) afirma que “a própria noção de conceito científico implica uma certa posição em relação a outros conceitos, isto é, um lugar dentro de um sistema de conceitos”.

O desenvolvimento de um conceito científico [...] geralmente começa com sua definição verbal e com sua aplicação em operações não-espontâneas – ao se operar com o próprio conceito, cuja existência na mente da criança tem início a um nível que só posteriormente será atingido pelos conceitos espontâneos (VYGOTSKY, 2005, p. 135).

Esta posição de conceitos em relações a outros, como um sistema, é mais difícil de detectar, porém temos alguns exemplos. Para a questão “Como as mutações podem afetar a evolução?” o aluno 4.6 respondeu “pelo fato das células do nosso corpo possuírem DNA, existem muitos lugares para ocorrer mutação. Mas nem todas as mutações importam para a evolução”, revelando diversos tipos de relações como a presença de DNA em diversas células, a probabilidade de ocorrer mutações em diversos lugares, porém sem que isso tenha necessariamente relação com a evolução, pois nem tudo é herdável. Os alunos 7.6 e 8.6 conseguiram relacionar as mudanças genéticas devidas a uma mutação como causa de variações fenotípicas, no caso nos tamanhos dos bicos que podem afetar aspectos ecológicos, como a eficiência com que se alimentam, e também mencionando que isto é dependente do ambiente no qual vivem. Percebemos nesta resposta que os alunos relacionaram uma série de aspectos trabalhados nas diferentes aulas da unidade didática.

Através da evolução, algumas espécies sofrem mutações que podem ser positivas ou negativas. Um exemplo é a diversificação dos bicos dos tentilhões, variando de formato e tamanho fazendo com que o animal alimente-se com maior ou menor frequência, dependendo do local onde vivem.

Para esta mesma questão tivemos algumas respostas mais simples, como as dos alunos 3.6, 5.6, 10.6 e 11.6 que afirmam que “as mutações afetam o indivíduo portador, sendo afetada a sobrevivência do organismo” e as dos alunos 1.6 e 9.6 que mencionam que “a mutação pode dar uma característica vantajosa para um ser

vivo, dando mais chance de ter descendentes”. Na resposta do aluno 2.6 é possível perceber alguns aspectos importantes como a influência do ambiente, a possibilidade de uma variação permitir deixar mais descendentes e a possibilidade de surgimento de uma nova espécie no longo prazo, conforme descrito a seguir: “[...] De acordo com o ambiente, as mutações podem influenciar a criação de uma nova espécie, dando alguma vantagem em relação aos demais que vá deixar mais descendentes”.

Para a questão “Como mudanças no ambiente, como a mudança no alimento disponível, podem ter relação com a evolução?” tivemos dos alunos 7.6 e 8.6 uma resposta que contempla o que foi trabalhado na Aula 3 - Tentilhões nas ilhas de Galápagos:

Mudanças no ambiente de determinadas espécies podem avantajá-las ou extingui-las, pois pode ajudar o animal a alimentar-se melhor se o alimento oferecido supra suas necessidades, fazendo com que estes tenham melhores condições de vida, deixando mais descendentes. Mas também pode acontecer de mudanças do habitat extingui-las, fazendo com que o animal não consiga alimentar-se, extinguindo a espécie.

O aluno 4.6 também conseguiu expressar a relação existente, porém de maneira mais simplificada e com uma compreensão limitada de alguns conceitos, como população e espécie. Sua resposta: “Possui relação, pois se a espécie muda seu ambiente de costume, não terá seu alimento de costume e, conseqüentemente, morrerá fazendo com que a evolução da sua espécie seja interrompida”. O aluno 9.6 teve resposta semelhante ao dizer que “o ser vivo precisa se adaptar a mudanças no ambiente e no alimento, pois é necessário para sua sobrevivência, caso contrário eles não sobrevivem”. Já os alunos 3.6, 5.6, 10.6 e 11.6 tiveram uma resposta que pode ser uma evidência de um pensamento por complexo dos alunos dentro do que foi desenvolvido nas atividades ao dizerem que “estas mudanças têm relação com a evolução, pois ela é uma mudança que veio para transformar a vida na terra desde o seu princípio mais simples até a sua diversidade existente”. Para a questão “como a retirada de uma espécie de uma comunidade pode afetar as chances de sobrevivência das outras?” os alunos 3.6, 5.6, 10.6 e 11.6 lembraram-se do exemplo utilizado na Aula 4 – Impactos na Teia Alimentar ao dizer “sim, pois quando uma espécie é retirada da cadeia alimentar, mexe com todas as outras. Um exemplo foi a

retirada do lobo nos EUA, ele era o principal predador, com isso alterando toda a cadeia”. A seguir, estes mesmos alunos 3.6, 5.6, 10.6 e 11.6 ainda escreveram alguma relação com a evolução em “diante disso, percebe-se que a evolução acontece com animais que se alimentam mais, assim estando mais apto na natureza, deixando mais descendentes”, apesar da ideia incompleta da adaptação ser relacionada à alimentação apenas. Talvez esta associação se deva aos exemplos utilizados nas atividades. Os alunos 2.6, 7.6 e 8.6 conseguiram expressar o objetivo principal desta aula com a seguinte resposta:

Ao uma espécie ser retirada de uma comunidade, a teia alimentar é atingida onde espécies são beneficiadas (como por exemplo se o predador é retirado isso torna as chances de sobrevivência das presas maiores) ou não (como por exemplo se a presa for retirada os predadores não terão alimento então diminuirão suas chances de sobrevivência), dessa forma, toda comunidade é afetada pela retirada de uma espécie.

O grau de generalidade dos conceitos segue uma certa ordem de fases e estágios que o aluno alcança na sua formação, como “sincretismo, complexos, pré-conceito e conceito” (VYGOTSKY, 2005, p.138). Para que seja possível avaliar o desenvolvimento dos conceitos, podemos buscar como evidências como o aluno consegue usar este conceito em comparações, julgamentos, conclusões, para assim diagnosticar o grau de generalidade.

A medida de generalidade determina não apenas a equivalência de conceitos, mas também todas as operações intelectuais possíveis com um determinado conceito. Todas as operações intelectuais – comparações, julgamentos, conclusões - exigem um certo movimento dentro da rede de coordenadas que esboçamos (VYGOTSKY, 2005, p.141).

Neste sentido, algumas respostas revelaram algumas comparações e julgamentos, embora as expostas anteriormente já tenham revelado diversas conclusões. A resposta do aluno 2.4, sobre a questão “como a retirada de uma espécie de uma comunidade pode afetar as chances de sobrevivência das outras?”, traz uma reflexão interessante na qual ele diz “é sempre importante manter todos os indivíduos de um ecossistema, já que não sabemos o quanto ele influencia a vida dos demais”. Baseado no conhecimento adquirido sobre as relações ecológicas de uma teia alimentar ele foi capaz de ir além e pensar que na dúvida de quais serão as consequências da ausência de uma espécie é melhor preservar o equilíbrio natural da teia. Outro caso interessante foi a resposta do aluno 1.6 na qual ele conseguiu

aplicar o que foi discutido na aula para outros exemplos, diferentes dos que foram usados nas atividades.

Retirando uma espécie de uma comunidade, pode causar um desequilíbrio ecológico devido a sua importância na teia alimentar [...] Exemplo, se a cobra come o sapo, o sapo come abelhas e a abelha poliniza a framboesa, se retirarmos a cobra, aumenta drasticamente o número de sapos que em número maior vão reduzir o número de abelhas para polinizar as framboesas e se reproduzir em número menor.

Vygotsky (2005) sugere que os conceitos científicos partem de abstrações distantes das experiências pessoais e precisam, aos poucos no decorrer dos trabalhos escolares, ser internalizados para níveis mais elementares e concretos. Para isto ocorrer, seria necessário mais tempo para trabalhar cada aula da unidade didática com os alunos. A pouca duração dos períodos de Biologia foi um obstáculo para a execução da unidade didática já que a parte mais complexa da discussão de cada aula foi reduzida a poucos minutos e os dados refletiram a falta de aprofundamento.

## **5 Considerações Finais**

A elaboração desta dissertação foi bastante desafiadora, primeiramente devido à complexidade da elaboração da Unidade Didática. Criar as aulas exigiu muito estudo técnico sobre cada conteúdo e criatividade para conseguir fazer as relações entre conteúdos e para tornar a aula interativa. No decorrer da criação, assim como de cada aplicação, seja no piloto, seja no final, foram necessárias várias revisões e alterações a fim de aperfeiçoar o material. Esta Unidade Didática tende a melhorar com as futuras aplicações e adequações.

Se considerarmos as características das unidades didáticas, descritas no capítulo 2.6, a unidade criada contemplou o que era necessário como “[...] estudos [...] desenvolvidos por meio da apresentação de um tema ou situação problema; as atividades selecionadas [...] ricas e variadas; as experiências e atividades desenvolvidas [...] inter-relacionadas, isto é, unificadas pela ideia dominante [...]” (CARVALHO, 1969 apud DAMIS, 2006, p.122). Não apenas estas, mas outras características foram contempladas, porém a aplicação e a análise da unidade trouxeram outros desafios.

A aplicação de uma prática didática nova é sempre um desafio, pois, por melhor que seja o planejamento, você não tem como projetar execução da proposta perante 30 alunos. Há a possibilidade do aluno não entender as instruções ou de você não conseguir interagir com cada aluno de forma suficiente para o desenvolvimento da atividade, ou da proposta não atingir seus objetivos durante a aula, entre outras complicações. Durante a execução das aulas da Unidade Didática a compreensão das instruções não foi um problema, apesar da complexidade os

alunos conseguiram realizar as atividades. O principal problema da aplicação da Unidade Didática foi o pouco tempo disponível em cada aula. Não seria adequado criar uma situação de exceção para a aplicação da unidade reservando mais de um período para cada aula. Se a unidade se propõe a ser algo que possa ser usado pelo professor de Biologia normalmente, é preciso projetá-la para ser aplicada numa situação normal de dois períodos por semana geralmente separados e com pouco tempo de duração, este possivelmente foi o maior desafio. No caso deste projeto, o pouco tempo dificultou a reflexão sobre os tópicos mais complexos de cada aula que exigia discussão das relações entre os conhecimentos e suas implicações a partir dos resultados obtidos em cada simulação proposta. A simulação era executada conforme o previsto, porém o fechamento e discussão foram prejudicados pelo tempo escasso. Este fator afetou a qualidade das respostas dos alunos na coleta de dados no sentido de revelar as relações dos conceitos trabalhados e o enfoque do eixo integrador.

Voltamos então ao problema de pesquisa: É possível a aplicação de uma Unidade Didática para desenvolvimento dos conteúdos de Ecologia, Genética e Evolução, possibilitando a construção de conhecimentos tendo como eixo integrador os conceitos de Evolução? Conclui-se que é possível e válido explorar o potencial da Evolução como Eixo Integrador dos conteúdos de Biologia. Trabalhar os conteúdos dentro de um contexto maior e com uma sequência lógica facilita o envolvimento do aluno com o processo de aprendizagem. Por exemplo, quando a genética foi ensinada isoladamente com esta mesma turma havia muita dificuldade para entender seus mecanismos, os cruzamentos, as probabilidades, etc. Porém, ao mencionar a genética como na aula 2, na qual analisamos como os cruzamentos podem gerar variações nas características de uma população ao recombinar os pares de alelos e simular os impactos nas chances de sobrevivências de uma determinada variação, em uma dada situação ambiente, em afetar a estrutura da população no decorrer do tempo, obtivemos comentários de alunos de que compreenderam questões sobre genética que não haviam entendido antes.

Outro aspecto positivo e comentado foi a interatividade das aulas, com as simulações e situações práticas de aplicação do conhecimento. Isto contemplou um

dos objetivos específicos que era “trabalhar a Biologia estimulando a observação, os questionamentos e a análise dos resultados na construção do conhecimento”. O fato do aluno se deparar com uma aula diferente na qual são apresentadas situações para as quais ele precisa aplicar o que sabe, testar e discutir os resultados, comparando-os com outros grupos trouxe um elemento novo e desafiador. Os alunos estão tão acostumados às aulas tradicionais que as iniciativas que saem do tradicional tendem a ter boa receptividade.

Por fim, o desenvolvimento e a aplicação desta Unidade Didática foi uma experiência interessante e esperamos que ela possa ajudar outros professores de Biologia que queiram testar metodologias diferentes nas suas aulas. Esta Unidade Didática tende a ser melhorada com o tempo fazendo com que ela se torne cada vez mais adequada para atingir seus objetivos. Por fim, é importante estimular que outros professores pesquisadores também procurem propor novas práticas docentes como parte de um processo de transformação necessária à educação.

## REFERÊNCIAS

BALADO, Maria do Carmo Lopez. Organização curricular do ensino médio politécnico no RS. In: ANPEDSUL, 10., 2014, Florianópolis. Disponível em:<[http://xanpedsul.faed.udesc.br/arq\\_pdf/1475-0.pdf](http://xanpedsul.faed.udesc.br/arq_pdf/1475-0.pdf)> Acesso em: 19 abr. 2016

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil**. Promulgada em 5 de outubro de 1988. Obra coletiva de autoria da editora Saraiva com a colaboração de Antonio Luiz de Toledo Pinto e de Márcia Cristina Vaz dos Santos Windt. São Paulo: Saraiva, 1998.

\_\_\_\_\_. **Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional**. Lei nº 9394, de 20 de dezembro de 1996.

\_\_\_\_\_. **Parâmetros curriculares nacionais: ensino médio**. Brasília: MEC/Secretaria de Educação Média e Tecnológica, 1999. 394p.

\_\_\_\_\_. **Programa: Ensino Médio Inovador**. Documento Orientador. 2013a

Disponível em: [http://portal.mec.gov.br/dmdocuments/documento\\_orientador.pdf](http://portal.mec.gov.br/dmdocuments/documento_orientador.pdf).

Acesso em: 15 abr. 2016

\_\_\_\_\_. **Diretrizes Curriculares Nacionais Gerais da Educação Básica**. Ministério da Educação. Secretária de Educação Básica. Diretoria de Currículos e Educação Integral. – Brasília: MEC, SEB, DICEI, 2013b. 542p

\_\_\_\_\_. **Proposição de Base Nacional Curricular Comum**. Ministério da Educação. Brasília: MEC, 2015a, 301p.

\_\_\_\_\_. **EXAME NACIONAL DO ENSINO MÉDIO**. EDITAL Nº 6, DE 15 DE MAIO DE 2015. Brasília: Ministério da Educação/INEP, 2015b

DALAPICOLLA, J; SILVA, V. A.; GARCIA, J. F. M. EVOLUÇÃO BIOLÓGICA COMO EIXO INTEGRADOR DA BIOLOGIA EM LIVROS DIDÁTICOS DO ENSINO MÉDIO. **Revista Ensaio**, Belo Horizonte, v. 17, n. 1, p. 150-172, 2015.

DAMIS, Olga Teixeira. Unidade Didática: uma técnica para a organização do ensino e da aprendizagem. In: **Técnicas de Ensino**: novos tempos, novas configurações. VEIGA, Ilma Passos Alencastro. Campinas: Papirus, 2006, p.105-135

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

FOUREZ, Gérard; MAINGAIN, Alain; DUFOUR, Barbara. **Abordagens didáticas da interdisciplinaridade**. Lisboa: Instituto Piaget:, 2008, 319p.

HERRON, Jon C.; FREEMAN, Scott. **Evolutionary Analysis**. 5.ed. Londres: Pearson, 2013, 864p.

KRASILCHIK, Myriam. **Prática de ensino de biologia**. 4.ed. São Paulo: EDUSP, 2004. 197p.

KOSHINO, Ilea Leão Ayres. **VIGOTSKI: DESENVOLVIMENTO DO ADOLESCENTE SOB A PERSPECTIVA DO MATERIALISMO HISTÓRICO E DIALÉTICO**. 2011. 133f. Dissertação (Mestrado em Educação)-Centro de Educação, Comunicação e a Artes, Universidade Estadual de Londrina, Londrina.

LÜDKE, Menga; ANDRÉ, Marli Elisa D. A. Pesquisa em educação: abordagens qualitativas. São Paulo: EPU, 1986, 99p.

MAIA, Átila de Macedo; TOMAZETTI, Elisete Medianeira. O Ensino Médio Politécnico no RS, Seminário Integrado, Interdisciplinaridade: Desafios Lançados. In: ANPEDSUL, 10., 2014, Florianópolis. Disponível em: <[http://xanpedsul.faed.udesc.br/arq\\_pdf/1365-0.pdf](http://xanpedsul.faed.udesc.br/arq_pdf/1365-0.pdf)> Acesso em: 19 abr. 2016

MARTINS, R. P.; VIEIRA, M. C.; COUTINHO, F. A. Visualizando a seleção natural em sala de aula: emprego das imagens de paisagens adaptativas como recurso didático. **Ciência em Tela**, v.5, n.2, 2012.

RIO GRANDE DO SUL. **PROPOSTA PEDAGÓGICA PARA O ENSINO MÉDIO POLITÉCNICO E EDUCAÇÃO PROFISSIONAL INTEGRADA AO ENSINO MÉDIO – 2011-2014**. Porto Alegre: Secretaria de Educação do Rio Grande do Sul, 2011.

SACRISTÁN, José Gimeno; GÓMEZ, A. I. Pérez. **Compreender e Transformar o Ensino**. 4.ed. Porto Alegre: Artmed, 1998, 398p.

STEPHENS, S. H. Communicating evolution with a Dynamic Evolutionary Map. **Journal of Science Communication**, v. 1, 2014.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS. Programa de Avaliação da Vida Escolar – Primeira Etapa, 2014. Disponível em:<[http://ces.ufpel.edu.br/vestibular/pave/download/programa\\_pave\\_e1.pdf](http://ces.ufpel.edu.br/vestibular/pave/download/programa_pave_e1.pdf)> Acesso em: 12 fev. 2016

\_\_\_\_\_. Programa de Avaliação da Vida Escolar – Segunda Etapa. Disponível em:<[http://ces.ufpel.edu.br/vestibular/pave/download/programa\\_pave\\_e2.pdf](http://ces.ufpel.edu.br/vestibular/pave/download/programa_pave_e2.pdf)> Acesso em: 12 fev. 2016

\_\_\_\_\_. Programa de Avaliação da Vida Escolar – Terceira Etapa. Disponível em:<[http://ces.ufpel.edu.br/vestibular/pave/download/programa\\_pave\\_e3.pdf](http://ces.ufpel.edu.br/vestibular/pave/download/programa_pave_e3.pdf)> Acesso em: 12 fev. 2016

VYGOTSKY, Lev Semenovitch. A formação social da mente: o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores. 7ª ed. São Paulo: Martins Fontes, 2007. p.224

VYGOTSKY, Lev Semenovitch. Pensamento e Linguagem. 3ª ed. São Paulo: Martins Fontes, 2005. p.194v

## **Apêndices**

## **APÊNDICE A: Diário de Bordo do Piloto**

### **Diário de Bordo**

#### **1 Informações gerais**

- 1.1 Aula aplicada:
- 1.2 Dia:
- 1.3 Início da Atividade:
- 1.4 Final da atividade:
- 1.5 Número de alunos:
- 1.6 Número de alunos por grupo:

#### **2 Avaliação do aluno durante a atividade**

- 2.1 Aluno entendeu as instruções?
- 2.2 Conseguiu executar a atividade?
- 2.3 Manteve o foco durante a atividade?
- 2.4 Demonstrou interesse por qual aspecto da atividade?
- 2.5 Conseguiu preencher o material de apoio?

#### **3 Avaliação da execução da atividade**

- 3.1 Problemas da aula proposta:

## APÊNDICE B: Questionário aplicado no Piloto

### Questionário

1 - Você conseguiu compreender as regras das atividades propostas? Caso a resposta seja negativa, em quais atividades você teve dificuldade e por quê?

---

---

---

2 - Qual sua opinião sobre a utilização destes tipos de aula para ensinar ecologia, evolução e genética?

---

---

---

3 - Você conseguiu ampliar sua visão sobre as possíveis interações entre os conteúdos ecologia, evolução e genética?

---

---

---

4 - Comente se representar visualmente as aulas (em forma de tabuleiros, peças e esquemas) facilitou a compreensão de conceitos abstratos como a seleção natural e adaptação.

---

---

---

5 - Quais as suas sugestões para melhorar o funcionamento das atividades?

---

---

---



## APÊNDICE D: Fechamento

### Fechamento

- 1 – O que é a evolução e como ela pode ocorrer?
- 2 – Como as mutações podem afetar a evolução?
- 3 – Como mudanças no ambiente, como a mudança no alimento disponível, podem ter relação com a evolução?
- 4 – Como a retirada de uma espécie de uma comunidade pode afetar as chances de sobrevivência das outras?