

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE CIÊNCIAS NATURAIS E EXATAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO
EM CIÊNCIAS: QUÍMICA DA VIDA E SAÚDE**

Pâmela Mello dos Santos

**EVOLUÇÃO BIOLÓGICA NA PERSPECTIVA DE ESTUDANTES DO ENSINO
MÉDIO: DAS CONCEPÇÕES ESPONTÂNEAS AOS SABERES ESCOLARES**

**Santa Maria, RS
2017**

Pâmela Mello dos Santos

**EVOLUÇÃO BIOLÓGICA NA PERSPECTIVA DE ESTUDANTES DO ENSINO
MÉDIO: DAS CONCEPÇÕES ESPONTÂNEAS AOS SABERES ESCOLARES**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do título de **Mestre em Educação em Ciências**.

Orientadora: Prof^ª. Dr^ª. Marlise Ladvocat Bartholomei-Santos

Santa Maria, RS
2017

Pâmela Mello dos Santos

**EVOLUÇÃO BIOLÓGICA NA PERSPECTIVA DE ESTUDANTES DO ENSINO
MÉDIO: DAS CONCEPÇÕES ESPONTÂNEAS AOS SABERES ESCOLARES**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do título de **Mestre em Educação em Ciências**.

Aprovada em 27 de junho de 2017:

Marlise Ladvoocat Bartholomei-Santos, Dr^a. (UFSM)
(Presidente/Orientadora)

Lenira Maria Nunes Sepel

Thaís Scott do Canto-Dorow

Santa Maria, RS
2017

Para que serve a Utopia?
a utopia está no horizonte, eu sei muito bem que nunca a alcançarei
Se eu caminho dez passos ela se afasta dez passos
Quanto mais a busco menos a encontrarei
Porque ela vai se afastando
à medida que me aproximo
Boa pergunta, então para que serve?
A utopia serve para isso
para que eu nunca deixe de caminhar.

Por Eduardo Galeano de Fernando Birri

Gratidão



Este é o sentimento que me acompanhou durante toda esta trajetória e que se intensificou ao final dela. Sou grata à Universidade Federal de Santa Maria pela oportunidade ao Ensino Público, ao Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde, pela oportunidade de produzir esta pesquisa, estendendo este agradecimento ao Coordenador do Curso Prof^o Dr. Luiz Caldeira e ao Secretário Gisandro, pelos diálogos, pelos esclarecimentos nos momentos de dúvidas e trâmites durante todo o processo, pelo auxílio sempre muito gentil, pelo incentivo e pela amizade. Sou grata aos Professores e colegas que enriqueceram minha bagagem quanto ao Ensino de Ciências e principalmente quanto à Importância do Ser Professor e do Ser Aluno.

Sou Grata aos amigos e Familiares que estiveram perto ou longe, incentivando e motivando o desenvolvimento deste trabalho e prestando apoio incondicional.

A minha Amada Professora Marlise, que certamente hoje, é além de Professora uma Amiga, meu sentimento de Gratidão, Respeito e Admiração pela pessoa que é. Meu agradecimento pelo apoio, incentivo, diálogos, pela orientação e pelas contribuições neste estudo, e principalmente por acreditar em mim e nunca deixar de demonstrar isso. Agradeço com muita satisfação ao Professor Luiz Caldeira, e às Professoras Lenira Sepel e Thaís Dorow por aceitar o convite em participarem da banca da Defesa da dissertação.

Muitos Amigos, colegas contribuíram de diferentes formas para que este estudo fosse concretizado sintam-se todos Agradecidos, vocês foram Fundamentais neste Caminho como são em Minha Vida.

Sou Grata aos estudantes a quem dedico esta pesquisa que foram meus alunos durante minha trajetória como Professora de Ciências e Biologia, pois, é por Vocês que realizei esta pesquisa.

Sou Grata a Deus, à Natureza, à Vida por esta experiência que tem me tornado melhor.

“Estou plenamente convencido de que as espécies não são imutáveis; convenci-me de que as espécies pertinentes ao que denominamos de o mesmo gênero derivam diretamente de qualquer outra espécie ordinariamente distinta, do mesmo modo que as variedades reconhecidas de uma espécie, seja qual for, derivam diretamente desta, convicto estou, enfim, de que a seleção natural tem desempenhado o principal papel na modificação das espécies, embora outros agentes tenham-na igualmente partilhado.”

Charles Darwin, 1859.

RESUMO

EVOLUÇÃO BIOLÓGICA NA PERSPECTIVA DE ESTUDANTES DO ENSINO MÉDIO: DAS CONCEPÇÕES ESPONTÂNEAS AOS SABERES ESCOLARES

AUTORA: Pâmela Mello dos Santos

ORIENTADORA: Marlise Ladvocat Bartholomei-Santos

A relevância do ensino de Evolução Biológica no Ensino Médio tem sido justificada pelos inúmeros estudos que dão a esse tema o papel unificador e integrador dos demais assuntos biológicos. Neste estudo, nos preocupamos em conhecer as concepções dos estudantes de Ensino Médio sobre a temática Evolução Biológica em três momentos distintos que denominamos Etapa I, Etapa II e Etapa III. Na primeira Etapa buscamos identificar as concepções espontâneas de estudantes do segundo ano do Ensino Médio sobre a formação da biodiversidade atual do planeta. A etapa II se deu após o contato dos estudantes com as aulas da temática do estudo e se baseou na apresentação de *cartoons* contendo questões sobre Lamarckismo, Seleção Natural, Seleção Natural e Adaptação, Seleção Natural e Reprodução, Genética, Seleção Natural e Competição. A etapa III compreendeu a aplicação de um questionário, com questões similares aos *cartoons*, um ano após a Etapa II. A partir dessas três etapas foi possível reconhecer que os estudantes possuem algumas ideias sobre aspectos evolutivos mesmo antes do contato com as aulas da temática e identificar os equívocos mais recorrentes em torno do assunto, que refletiram ideias do senso comum, como por exemplo a percepção de que a Evolução ocorre por necessidade e para melhoria. As concepções duradouras sobre o tema indicaram que há entendimento entre os estudantes de que características adquiridas não são herdadas; adaptação não é o mesmo que acostumar a certas condições ambientais; a competição pode ser inter ou intraespecífica, ocorrendo por várias razões; a seleção natural está relacionada à maior chance de sobrevivência e reprodução; algumas semelhanças e diferenças entre organismos podem ser explicadas por variações no DNA; a sobrevivência é influenciada por vários fatores, mas os indivíduos melhores adaptados têm maiores chances de sobreviver. Entre os equívocos que persistiram estão o desuso sendo responsável pela atrofia herdada de partes do corpo e a dominância de um fenótipo como uma representação de quantidade na população. Alguns assuntos foram insatisfatoriamente compreendidos, incluindo a resistência a inseticidas e antibióticos, a origem da variabilidade genética e ainda, o tempo necessário para a atuação da seleção natural. A pertinência de conhecer essas concepções vai ao encontro da importância de se construir um Ensino com mais significado e sentido, onde os assuntos sejam compreendidos de forma integrada.

Palavras-chave: Evolução Biológica, Ensino de Ciências, Concepções Espontâneas, Concepções prevalentes.

ABSTRACT

BIOLOGICAL EVOLUTION FROM THE PERSPECTIVE OF HIGH SCHOOL STUDENTS: FROM SPONTANEOUS CONCEPTIONS TO THE SCHOOL KNOWLEDGE

AUTHOR: Pâmela Mello dos Santos
ADVISOR: Marlise Ladvocat Bartholomei-Santos

The significance of teaching Biological Evolution in High School has been justified by several studies showing the unifying and integrative role of this topic for the other biological subjects. In the present study, we addressed the conceptions of High School students on Biological Evolution at three different moments that we denominated Stage I, Stage II and Stage III. At the first Stage, we sought to identify the spontaneous conceptions on the formation of the current planet biodiversity of High School second-year students. Stage II occurred after students had had classes on the study topic and it was based on the use of cartoons presenting questions about Lamarckism, Natural Selection, Natural Selection and Adaptation, Natural Selection and Reproduction, Genetics, Natural Selection and Competition. Stage III encompassed the application of a questionnaire containing questions similar to those of the cartoons, one year after Stage II. From these three stages, we could recognize that students present some ideas about evolutionary matters even before classes on the theme and also identify the recurrent mistakes on the topic, which reflected ideas of common sense as, for example, the perception that Evolution occurs by necessity and for improvement. The lasting conceptions about the topic indicated that there is an understanding about acquired traits not being inherited; adaptation is not the same as becoming used to some environmental condition; competition can be inter or intraspecific, occurring due to many reasons; natural selection is related to a greater chance of surviving and reproducing; some similarities and some differences among organisms can be explained by variation in DNA; survival is influenced by several factors, but better-adapted individuals have greater chances to survive. Among the misconceptions that lasted are the disuse being responsible by the inherited atrophy of body's parts and the dominance of a phenotype representing its frequency in a population. Some issues were unsatisfactorily understood, including the resistance to antibiotics and poisons, the origin of genetic variability and the time necessary to natural selection take place. The relevance of knowing these conceptions is in compliance with the importance of making a more meaningful teaching, where the topics can be understood in an integrated way.

Keywords: Biological Evolution, Science Teaching, Spontaneous Conceptions, Prevalent Conceptions

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Representação dos problemas, e de possíveis superações no que se refere ao Ensino de Ciências.....	28
Figura 2 - Representação das três etapas que compreendem a pesquisa.....	32
Figura 3 - Representação gráfica dos organismos escolhidos pelos estudantes para representar a biodiversidade.....	37
Figura 4 - Representação das respostas dos estudantes quanto ao segundo questionamento que norteou a primeira etapa deste estudo.....	38
Figura 5 - Representação das seis ideias-centrais, bem como as concepções dos estudantes quanto à formação da biodiversidade atual do planeta.....	40
Figura 6 - Comparação entre os índices de acerto (%) nas questões das etapas II e III referente à temática Seleção Natural.....	56
Figura 7 - Comparação entre os índices de acerto nas questões das etapas II e III referente à temática Genética.....	68
Figura 8 – Representação das concepções duradouras sobre a temática Evolução Biológica....	70
Figura 9 - Representação dos equívocos persistentes sobre a temática Evolução Biológica....	71

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Comparativo dos acertos das questões das duas atividades realizadas considerando todos os estudantes da etapa I (total 24) e 14 estudantes que participaram da etapa III.....	44
Tabela 2 - Questões com maior percentual de acerto no questionário da Etapa III e concepções nelas estabelecidas.....	44
Tabela 3 - Questões com menor percentual de acerto no questionário da III etapa e concepções nelas estabelecidas. Consideramos as questões com menos de 50% de acerto.....	45
Tabela 4 - Descrição dos <i>cartoons</i> da temática Lamarckismo (Etapa II), alternativas disponíveis e número de respostas (absoluto e em porcentagem) assinaladas em cada alternativa.....	45
Tabela 5 - Descrição das questões da temática Lamarckismo (Etapa III), alternativas disponíveis e número de respostas (absoluto e em porcentagem) assinaladas em cada alternativa.....	46
Tabela 6 - Descrição dos <i>cartoons</i> da temática Seleção Natural e Adaptação (Etapa II), alternativas disponíveis e número de respostas (absoluto e em porcentagem) assinaladas em cada alternativa.....	50
Tabela 7 - Descrição das questões da temática Seleção Natural e Adaptação (Etapa III), alternativas disponíveis e número de respostas (absoluto e em porcentagem) assinaladas em cada alternativa.....	50
Tabela 8 - Descrição dos <i>cartoons</i> da temática Seleção Natural (Etapa II), alternativas disponíveis e número de respostas (absoluto e em porcentagem) assinaladas em cada alternativa.....	52
Tabela 9 - Descrição das questões da temática Seleção Natural (Etapa III), alternativas disponíveis e número de respostas (absoluto e em porcentagem) assinaladas em cada alternativa.....	54
Tabela 10 - Descrição dos <i>cartoons</i> da temática Seleção Natural e Competição (Etapa II), alternativas disponíveis e número de respostas (absoluto e em porcentagem) assinaladas em cada alternativa.....	62
Tabela 11 - Descrição das questões da temática Seleção Natural e Competição (Etapa III), alternativas disponíveis e número de respostas (absoluto e em porcentagem) assinaladas em cada alternativa.....	62
Tabela 12 - Descrição dos <i>cartoons</i> da temática Seleção Natural e Reprodução (Etapa II), alternativas disponíveis e número de respostas (absoluto e em porcentagem) assinaladas em cada alternativa.....	65
Tabela 13 - Descrição das questões da temática Seleção Natural e Reprodução (Etapa III), alternativas disponíveis e número de respostas (absoluto e em porcentagem)	

assinaladas em cada alternativa.....	65
Tabela 14 - Descrição dos <i>cartoons</i> da temática Genética (Etapa II), alternativas disponíveis e número de respostas (absoluto e em porcentagem) assinaladas em cada alternativa.....	66
Tabela 15 - Descrição das questões da temática Genética (Etapa III), alternativas disponíveis e número de respostas (absoluto e em porcentagem) assinaladas em cada alternativa.....	67

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Descritivo da organização e localização em tempo/espaço das atividades que compreenderam as Etapas I, II e III.....	33
Quadro 2 - Descritivo dos temas abordados durante as aulas sobre Evolução Biológica, bem como as atividades e recursos didáticos utilizados.....	33
Quadro 3 - Alternativas escolhidas pelos estudantes nas atividades que compreenderam as etapas II e III.....	43
Quadro 4 - Expressões-chave e ideias-centrais manifestadas pelo coletivo referente à temática Lamarckismo.....	47
Quadro 5 - Expressões-chave e ideias-centrais manifestadas pelo coletivo referente à temática Seleção Natural e Adaptação.....	52
Quadro 6 - Expressões-chave e ideias-centrais manifestadas pelo coletivo referente à temática Seleção Natural.....	61
Quadro 7 - Expressões-chave e ideias-centrais manifestadas pelo coletivo referente à temática Seleção Natural e Competição.....	64
Quadro 8 - Expressões-chave e ideias-centrais manifestadas pelo coletivo referente à temática Seleção Natural e Reprodução.....	66
Quadro 9 - Expressões-chave e ideias-centrais manifestadas pelo coletivo referente à temática Genética.....	69

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

PCNs	Parâmetros Curriculares Nacionais
PCNEM	Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio
BNCC	Base Nacional Comum Curricular
EM	Ensino Médio
E.1 [...E24]	Estudante 1
RS	Rio Grande do Sul

SUMÁRIO

1 APRESENTAÇÃO	16
1.1 PROBLEMA DE PESQUISA.....	17
1.2 OBJETIVOS.....	17
1.2.1 OBJETIVO GERAL	17
1.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	18
2 REFERENCIAL TEÓRICO	19
3 PERCURSO METODOLÓGICO	31
3.1 Descrição e Caracterização dos participantes da pesquisa.....	31
3.2 Organização da Pesquisa.....	32
3.2.1 Etapa I	32
3.2.2 Etapa II	34
3.2.2.1 Ferramenta Diagnóstica.....	34
3.2.2.2 Aplicação dos <i>cartoons</i>	35
3.2.3 Etapa III	35
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES	37
4.1 Resultados e Discussões Etapa I.....	37
4.2 Resultados e Discussões Etapa II e III.....	43
5 CONCLUSÃO	70
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	72
REFERÊNCIAS	73
ANEXO A	76
APÊNDICE A	81
APÊNDICE B	84
APÊNDICE C	85
APÊNDICE D	98

1 APRESENTAÇÃO

Pensar a respeito dos motivos que me fizeram optar por desenvolver esta pesquisa me faz retornar às aulas de um dos grandes professores que tive durante a minha formação como professora de Ciências, Professor Fernando H. Bernal. Lembro-me de que nas suas aulas raramente ele nos trazia respostas prontas, na maior parte do tempo, éramos indagados, questionados, convidados à reflexão e até induzidos a questionar os próprios ensinamentos que dele recebíamos. Lembro-me da admiração que crescia a cada aula. Pensava eu, ele é um exemplo a ser seguido, quero poder desenvolver com meus alunos, um dia, este mesmo processo de Ensino, que instiga que promove curiosidade que envolve e que faz com que sempre busquemos mais.

Depois de concluída a graduação e entre outras experiências profissionais, além das salas de aula, fui construindo uma projeção de como seria a prática docente, como sonhava com o dia em que eu pudesse devolver a outros todo o ensinamento que recebi na universidade em especial por esse professor. Não demorou muito para que eu pudesse ter a primeira experiência como professora, não foi numa sala de aula da Educação Básica, minhas primeiras turmas foram em cursos preparatórios para o vestibular.

Nos cinco anos em que fui professora de Biologia em cursos preparatórios pude perceber que os estudantes não estavam prontos para serem mais questionados do que respondidos. Pude observar atenta que eles esperavam apenas respostas prontas e que a dúvida, o questionamento, não era comum nas suas formações escolares. Foi então que entrei pela primeira vez, após três anos em cursos preparatórios, em turmas da Educação Básica, como professora titular de Ciências e Biologia no Ensino Médio.

Durante dois anos, reforçou-me perceber a dificuldade dos estudantes em formularem hipóteses, em levantarem ponderações, em integrar os assuntos do cotidiano aos escolares, dos assuntos das diferentes disciplinas aos temas biológicos, e o que mais incomodou: a dificuldade em perceberem a Biologia como Ciência integrada, unificada e rica em encantos a motivar o aprendizado. Vi nos olhos dos estudantes, um cansaço pela necessária e constante memorização de fatos, datas, nomenclaturas, imagens. Vi neles, desmotivação e desinteresse. A partir de conversas com amigos e colegas de profissão, alguns já mestrandos e doutorandos, percebi a possibilidade de investigar e compreender melhor as dificuldades dos estudantes em ver a Biologia com sentido aproximado ou semelhante ao que ela de fato é. Esta e outras questões pertinentes ao ato de ensinar me levaram a escolher o Programa de Pós-Graduação de Educação

em Ciências: Química da Vida e Saúde, nesta Universidade e me motivaram a desenvolver esta pesquisa. Como educadora e estudante das Ciências Biológicas, tenho profundo desejo de contribuir para o Ensino de Ciências buscando compreender os desafios e as limitações do Ensino da Biologia na atualidade.

Uma das possíveis explicações para esse quadro talvez esteja na forma que os temas biológicos são tratados nas escolas, considerando a estrutura curricular onde os temas são fragmentados e dissociados. O Ensino de Biologia vem sendo analisado por muitos pesquisadores e em vários desses estudos são elencadas as razões que levam a um Ensino empobrecido que se baseia em Teorias e Leis isoladas, em memorização de nomenclaturas e conceitos, o que muito se distancia do que é a Biologia e do seu papel enquanto Ciência.

Para grande parte dos pesquisadores da área a Evolução Biológica tem um papel integrador e unificador dos saberes biológicos. A partir dela os conteúdos de Biologia ganham sentido e podem deixar de ser uma pilha de fatos isolados. O Ensino de Evolução pode contribuir para que o estudante compreenda a Biologia, na sua integridade e complexidade. Os documentos oficiais que orientam a Educação no Brasil, não deixam dúvidas sobre o papel que o tema Evolução Biológica pode ter no Ensino de Biologia. Dessa forma, várias perguntas nos motivam: quais são as concepções dos estudantes sobre o tema? Após o contato com as aulas, o estudante permanece com as concepções estabelecidas em sala de aula ou estas concepções são modificadas? Diante do exposto apresento a problematização que guia esta pesquisa.

1.1 PROBLEMA DE PESQUISA

Quais as concepções sobre Evolução Biológica que permaneceram nos estudantes após a passagem de um ano das aulas desta temática?

Para responder ao referido problema elaborou-se o Objetivo Geral.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo geral

Analisar o ponto de vista dos estudantes do Ensino Médio sobre a temática Evolução Biológica, a partir da integração das concepções espontâneas ao conhecimento científico.

1.2.2 Objetivos específicos

- Identificar as concepções espontâneas iniciais dos estudantes do segundo ano do Ensino Médio sobre o “papel” da Evolução Biológica na formação da biodiversidade atual no Planeta;
- Reconhecer as concepções sobre Evolução Biológica dos estudantes do segundo ano do Ensino Médio após o estudo da temática;
- Analisar se houve mudança nas concepções dos estudantes sobre o tema Evolução Biológica após um ano do estudo com as aulas dessa temática.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Entre as orientações sugeridas pelos Parâmetros Curriculares Nacionais - PCNs (2000) está a promoção de um ensino articulando os conteúdos em um formato ecológico-evolutivo, considerando os aspectos históricos, respeitando e reconhecendo os limites de cada uma das épocas em que foram construídas as explicações sobre o surgimento da vida na terra (BRASIL, 2000, p. 16). Dessa forma o Ensino de Ciências deveria ser baseado ou ao menos articulado com os aspectos históricos em que se construíram esses saberes.

Os PCNs também orientam para um conhecimento construído com o entendimento da Natureza da Ciência, quando refletem a importância de:

Conhecer algumas explicações sobre a diversidade das espécies, seus pressupostos, seus limites, o contexto em que foram formuladas e em que foram substituídas ou complementadas e reformuladas, permite a compreensão da dimensão histórica-filosófica da produção científica e o caráter da verdade científica (BRASIL, 2000. p. 17).

Ao longo dos documentos oficiais que norteiam e orientam as práticas do Ensino das Ciências da Natureza, fica claro o significativo papel do Ensino da Evolução Biológica como integradora e unificadora dos demais temas da Biologia:

Um tema de importância central no ensino de Biologia é a origem e evolução da vida. Conceitos relativos a esse assunto são tão importantes que devem compor não apenas um bloco de conteúdos tratados em algumas aulas, mas constituir uma linha orientadora das discussões de todos os outros temas. [...] A presença do tema origem e evolução da vida ao longo de diferentes conteúdos não representa a diluição do tema evolução, mas sim a sua articulação com outros assuntos, como elemento central e unificador no estudo da Biologia (BRASIL, 2006. p.22).

Mais recentemente, as Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (2013) reconhecem que se faz necessária uma reformulação no âmbito escolar, uma vez que indica que a escola deve ser repensada olhando para a realidade dos estudantes, dos professores e das condições das escolas no nosso país.

Esses mesmos documentos reforçam tais colocações ao abordarem questões relacionadas aos estudantes, ao descreverem que, “o aprendizado dos conhecimentos escolares tem significados diferentes conforme a realidade do estudante. Vários movimentos sinalizam no sentido de que a escola precisa ser repensada para responder os desafios colocados pelos jovens” (BRASIL, p. 146, 2013).

E, quando abordam assuntos sobre a escola, relacionam com tais questões a reformulação do ensino e a aprendizagem dos conhecimentos escolares, apontando como sendo desafios a serem enfrentados:

Para responder a esses desafios, é preciso, além da reorganização curricular e da formulação de diretrizes filosóficas e sociológicas para essa etapa do ensino reconhecer as reais condições dos recursos humanos, materiais e financeiros das redes escolares públicas em nosso país, que ainda não atendem na sua totalidade as condições ideais (BRASIL, p. 146, 2013).

Apesar de ser uma proposta ainda em fase de aprovação, a Base Nacional Comum Curricular para a Educação Básica (BNCC) assume a relevância no Ensino de Ciências em uma perspectiva evolutiva com ênfase nos principais pressupostos da Teoria da Evolução:

O componente curricular Biologia tem se estruturado em torno do pressuposto de que entender a vida como fenômeno é reconhecer que os sistemas orgânicos estão em constante transformação, têm elevada complexidade, [...] portanto, para compreendê-la satisfatoriamente, é preciso ter em conta tanto as distintas escalas temporais em que os processos biológicos agem, como os diversos níveis de organização em que se realizam (BRASIL, 2016, p.149).

Ainda, a BNCC aponta para um ensino que contemple a Biologia em todos os níveis de organização através de uma perspectiva filogenética e enfatiza o caráter integrador e unificador dos demais temas ao conhecimento evolutivo.

O pressuposto de que todas as formas vivas descendem de um ancestral comum permite que a Biologia seja uma disciplina integrada. Por essa razão, defende-se a centralidade e o papel integrador da Evolução nos currículos do Ensino Médio (BRASIL, 2016, p. 150)

Esse mesmo documento (BNCC) exemplifica situações práticas em que o conhecimento evolutivo é necessário na resolução de problemas e na compreensão de outros temas da Biologia:

É importante, por exemplo, que os/as estudantes saibam aplicar, de forma adequada, a teoria da seleção natural para explicar eventos evolutivos, como o surgimento de bactérias resistentes a antibióticos, o problema da obesidade em algumas populações humanas ou a diversificação de espécies (BRASIL, 2016 p.150).

Além da valorização do Ensino da Biologia Evolutiva, a BNCC orienta para um ensino que não seja fragmentado e pautado na memorização de termos técnicos, defendendo uma abordagem que proporcione uma visão integrada e sistêmica da Biologia (BRASIL, 2016, p. 152).

A necessidade do Ensino de Evolução Biológica de forma integrada e que confira sentido aos demais assuntos biológicos fica bem estabelecida nos documentos que norteiam a Educação no Brasil e na literatura especializada (DOBZHANSKY, 1973; FUTUYMA, 2002; MEYER e EL-HANI, 2005; SANTOS e CALOR, 2007).

Na atualidade, a polissemia¹ dos termos e a disseminação do termo Evolução pode gerar dúvidas e questionamentos sobre a validade do ensino de temas como a Evolução Biológica. Portanto, é importante que tenhamos clareza conceitual sobre o que se entende por Evolução. Segundo Futuyma (2002), a Evolução Biológica consiste na mudança das características hereditárias de grupos de organismos ao longo das gerações. Grupos de organismos, denominados populações e espécies, são formados pela divisão de populações ou espécies ancestrais; posteriormente, os grupos descendentes passam a modificar-se de forma independente. Portanto, numa perspectiva de longo prazo, a Evolução é a descendência, com modificações, de diferentes linhagens a partir de ancestrais comuns.

Conforme Ridley (2006, p.28), “Evolução significa mudança, mudança na forma e no comportamento dos organismos ao longo de gerações”.

Para Meyer e El-Hani (2005), a Evolução, tratada como sendo a modificação das espécies ao longo do tempo, lança luz sobre a nossa compreensão dos seres vivos de dois modos. Em primeiro lugar, ela implica que há relações de parentesco entre os seres vivos; para cada organismo vivo, há ancestrais que o precederam. Em segundo lugar, a Evolução nos permite investigar como ocorreram as mudanças nos seres vivos.

Para Santos e Calor (2007), apesar de ser considerada como suporte dos demais temas biológicos, a Teoria da Evolução também pode contribuir no Ensino de Biologia organizando e estruturando os saberes biológicos. Entretanto, os mesmos autores salientam que a maneira tradicional do ensino nas escolas do Brasil acaba por simplificar o Ensino dos assuntos evolutivos de forma inadequada nos aspectos históricos e conceituais.

Andreatta e Meglioratti (2009) concordam com essa ideia, afirmando que apesar das evidências que fundamentam a Teoria da Evolução ainda existem muitas limitações e resistências para o Ensino da Teoria Evolutiva nas aulas de Biologia.

Essas limitações acabam por dificultar o entendimento dos demais assuntos biológicos. Meyer e El-Hani (2005) enfatizam a necessidade do pensamento evolutivo para que se possa compreender quaisquer assuntos associados à Biologia em questões do nosso cotidiano. Entender a origem da AIDS ou compreender como as bactérias resistem aos antibióticos são

¹¹ Polissemia: Conjunto de vários sentidos a uma mesma palavra. Fonte: Dicionário Aurélio.

exemplos de situações que comprovam que a Evolução tem um papel central e indispensável ao pensamento biológico. No entanto, Andreatta e Meglhioratti (2009) apontam para as dificuldades conceituais que os professores apresentam, colaborando para que os conceitos de Evolução Biológica sejam trabalhados apenas de forma pontual, como um capítulo à parte, muitas vezes no final do período escolar, não constituindo um eixo integrador de outros conceitos. Conforme sinalizado pelas autoras, essa falha irá repercutir na vida dos estudantes, que poderão apresentar dificuldades de relacionar e aplicar tais conhecimentos vivenciados na escola em suas vidas e socialmente.

Outra dificuldade, percebida e sinalizada, está relacionada à fragmentação do Ensino de Biologia por temas, fazendo com que o aluno não consiga representar os fenômenos naturais de forma integrada e perca o interesse pelo conhecimento biológico, uma vez que não vê coerência nos temas estudados e não entende como os conteúdos abordados se relacionam com explicações sobre os seres vivos (ANDREATTA, MEGLHIORATTI, 2009).

Tratar a Evolução como somente mais um conteúdo a ser ensinado não é apropriado, uma vez que é dado às ideias evolutivas o papel central e organizador do pensamento biológico (MEYER e EL-HANI, 2005).

É importante destacar o papel significativo atribuído aos assuntos evolutivos quanto a dar sentido à aprendizagem de Biologia. Para que o ensino seja significativo, o assunto estudado também deve ter sentido aos olhos dos estudantes. Os assuntos biológicos podem cumprir esse papel se trabalhados na ênfase integradora que a literatura atribui:

Explorar e compreender os processos biológicos que permitem a continuidade da vida é no mínimo instigante. Entender os mecanismos que possibilitaram o cenário vivo atual do planeta, considerando o sucesso genético das populações, selecionadas pelos seus ambientes e observar as peculiaridades das relações que os organismos vivos estabeleceram ao longo do tempo e das mudanças geológicas e percebendo a dimensão da biodiversidade atual é além de desafiador, curioso e fascinante (MEYER, EL-HANI, 2005).

Talvez esse tenha sido um dos motivos que fizeram Charles Darwin dizer que estava impressionado profundamente com os fatos relativos à distribuição dos seres organizados que povoam este continente (DARWIN, 1859). A importância do estudo da Biologia Evolutiva ficou imortalizada na frase de Dobzhansky (1973, p. 125) ao referir-se ao Ensino de Biologia em uma perspectiva evolutiva: “Visto à luz da Evolução, a Biologia é, talvez, a Ciência mais gratificante e inspiradora. Sem essa luz torna-se uma pilha de fatos, diversos deles interessantes ou curiosos, mas sem fazer nenhum sentido”.

Sustentando esta ideia Ridley (2006, p. 28) diz que

Ela é uma das ideias mais poderosas em todas as áreas da ciência e é a única teoria que pode seriamente reivindicar a condição de unificar a Biologia. Ela é capaz de dar sentido a fatos que ocorrem no mundo invisível de uma gota de água da chuva, nos encantos coloridos de um jardim botânico ou em manadas tonitruantes de animais.

A beleza que envolve a compreensão da dinâmica da vida deveria ser difundida pelas salas durante as aulas de Biologia. No entanto, a literatura traz uma realidade bastante aquém relacionada a um ensino fragmentado, pautado em memorizações e conceitos que por vezes se distanciam dos conhecimentos científicos (SANTOS-GOUW, 2013; ANDREATTA e MEGLHIORATTI, 2009; MELLO, 2008). Para Gerhard e Rocha Filho (2012):

A fragmentação do conhecimento científico a ser ensinado manifesta-se na separação das disciplinas na escola, e tem sido danosa para a educação. Até mesmo no contexto de uma dada disciplina o conhecimento é separado em diversos conteúdos relativamente estanques, que são apresentados de maneira desvinculada e desconexa. O resultado da fragmentação do conhecimento a ser ensinado é a perda de sentido, que se manifesta nos alunos como repúdio a determinadas disciplinas, demonstrando que eles não conseguem perceber as semelhanças e relações entre as diferentes áreas do conhecimento.

De acordo com Gil Perez et al. (2001), o ensino tem sido transmissor de visões empobrecidas e distorcidas da Ciência sendo mais um obstáculo ao aprendizado.

A frase escrita pelo Biólogo Evolucionista Theodosius Dobzhansky, em 1973, é considerada pelos Biologistas uma afirmativa atemporal: "nada na Biologia faz sentido exceto à luz da Evolução". A expressão célebre que unifica a Biologia continua sendo repetida e tendo grande repercussão na Ciência. Entretanto, o atual Ensino da Evolução Biológica muito se distancia da visão unificadora que a ela foi proposto.

Um estudo realizado com estudantes brasileiros e italianos, a fim de identificar as concepções e a opinião destes sobre a temática Evolução Biológica, considerou-a um assunto que recebe grande influência dos aspectos socioculturais dos estudantes (Oliveira et al. 2016):

O [...] estudo levantou alguns indicadores que pontuam as relações dos diferentes aspectos socioculturais nas opiniões dos jovens que conhecem ou desconhecem substancialmente temas evolutivos, e que precisam ser detalhados e analisados no contexto escolar. As salas de aulas são compostas por uma heterogeneidade de opiniões, crenças, experiências, expectativas, valores e interesses, e nem sempre tal diversidade parece evidente no cotidiano (Oliveira et al., 2016, p. 702).

Dessa forma, é fundamental considerar a “bagagem” do estudante, a qual ganha várias denominações na literatura: conhecimentos prévios, concepções alternativas, ideias intuitivas

concepções espontâneas, todas elas indicando que o estudante tem uma história e ela está impregnada de cultura, informações, ideias que devem fazer parte dos processos de aprendizagem. Consideraremos para este estudo as concepções espontâneas conforme Peduzzi et al. (1992).

Nenhum aluno é como uma folha ou um quadro em branco, onde o professor possa depositar os conhecimentos escolares (Delizoicov et al., 2011; Peduzzi et al., 1992). Para Delizoicov et al. (2011), as explicações e os conceitos que o estudante formou e forma, em sua relação social mais ampla do que a de escolaridade, interferem em sua aprendizagem de Ciências Naturais.

A valorização dos conhecimentos espontâneos dos estudantes é um dos aspectos essenciais da Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel (1963, 1980). De acordo com o autor a Aprendizagem Significativa é o modo pelo qual um novo conhecimento se relaciona de modo não arbitrário e não literal à estrutura cognitiva do estudante, de forma que o conhecimento prévio do educando interage, de forma significativa, com o novo conhecimento que lhe é apresentado, possibilitando modificações na sua estrutura cognitiva.

De acordo com os pressupostos de Ausubel (1963, 1980) para que a aprendizagem seja significativa é indispensável o uso dos subsunçores:

Subsunçor é uma estrutura específica na qual uma nova informação pode se agregar ao cérebro humano, que é altamente organizado e detentor de uma hierarquia conceitual, que armazena experiências prévias do sujeito. Em Física, por exemplo, se os conceitos de unidades de medida já existirem na estrutura cognitiva do estudante, esses conceitos servirão de subsunçores para novas informações referentes aos conceitos de velocidade e aceleração (AUSUBEL, 1963, p. 25).

Nesse sentido, o professor pode contribuir buscando ou construindo os subsunçores que irão participar da construção do conhecimento científico a partir dos conceitos que os estudantes possuem, integrando, desta forma, os conhecimentos espontâneos aos saberes científicos. Para que isso seja possível é importante que o professor compreenda o protagonismo do estudante no processo de aprendizagem.

No exemplo usado por Ausubel (1963), conceitos de Física, como unidades de medida, podem ser subsunçores para a compreensão posterior dos conceitos de velocidade e aceleração; no Ensino da temática Evolução Biológica, ideias de ancestralidade, mudanças ambientais,

transformações, podem ser potenciais subsunçores para a compreensão mais ampla da Teoria Evolutiva.

Conforme Delizoicov et al. (2011), uma vez compreendido pelo professor seu papel de mediação e facilitador do aprendizado para o aluno, pode-se ampliar as possibilidades de aprendizagem.

Apesar da sua importância, as concepções espontâneas dos estudantes, infelizmente passam despercebidas para muitos professores, que acabam por considerá-las simples erros conceituais (Peduzzi et al., 1992).

A prática docente tradicional está centrada nas exigências da matéria e da escola, pensando no aluno de forma genérica, desconsiderando-os como pessoas concretas, com desejos, aspirações, dificuldades, capacidades. Pouco sabem os professores sobre seus alunos, sobre suas expectativas sobre a escola e sobre como aprender (Delizoicov et al., 2011).

É necessário olhar para o aluno e para a prática docente entendendo o papel do professor como mediador e, sobretudo, como sujeito passível de aprendizagem com as concepções dos seus alunos. Além disso, é preciso compreender que o aprendizado é construído a partir das relações e das interações sociais e naturais de forma constante durante toda vida. (Delizoicov et al., 2011)

Para Mello (2008, p. 47), entender as concepções que os alunos construíram nas suas trajetórias pode ser uma maneira de contribuir de forma mais simples na reestruturação das ideias e dos conhecimentos dos alunos. Para a autora, quando os conhecimentos prévios dos estudantes deixam de ser explorados e discutidos na escola, as ideias populares podem se tornar permanentes, ocorrendo persistência dos equívocos e o ensino do conhecimento científico pode ser comprometido. Assim, ao oportunizar aos alunos a discussão e reflexão sobre a sua bagagem de conhecimentos, o professor estará beneficiando o processo de aprendizagem, valorizando os saberes dos alunos e possibilitando o aprofundamento dos conhecimentos populares em científicos.

O valor e a importância dos conhecimentos espontâneos dos estudantes podem favorecer com uma aula mais interessante, produtiva e com maior sucesso escolar. Um ensino eficiente e produtivo passa, necessariamente, por uma exploração cuidadosa das concepções que os estudantes possuem e que estão em desacordo com o que é atualmente aceito pela Ciência (Peduzzi et al., 1992).

Além de considerar a bagagem do estudante e partir dela para a construção do aprendizado, outro aspecto ganha importância. O estudante precisa perceber a pertinência

daquilo que estuda. Nesse ponto, cabe considerar que a relevância do Ensino de Ciências está muito bem estabelecida na literatura e nos documentos oficiais que orientam o Ensino do Brasil.

Nossas vidas estão impregnadas de Ciências e as atividades cotidianas acabam por exigir conhecimentos que nem notamos ser científicos. Flammer (2014) elegeu quatro importantes razões para que a Ciência seja compreendida. A primeira delas está diretamente associada à ideia de autonomia; se o aluno compreender o funcionamento da Ciência será capaz de fazer escolhas certas sobre a sua alimentação, saúde, ambiente etc. A segunda trata da escolha profissional, pois muitas profissões exigem um entendimento da Ciência; na verdade a compreensão adequada das Ciências contribui em qualquer profissão. A terceira razão seria o pensamento crítico e capacidade de questionamento sobre a validade das informações que recebemos no cotidiano em relação a vários temas. Por último, entender claramente a Ciência pode ajudar a construir um mundo melhor, visto que as grandes descobertas das Ciências que hoje são amplamente utilizadas pela sociedade foram produzidas através do conhecimento científico.

Nessa perspectiva e tratando-se das contribuições da Biologia Evolutiva para a sociedade, Futuyama (2002) mencionou alguns exemplos, entre eles a relação da Biologia Evolutiva e a saúde, medicina e a agricultura. Todavia, popularmente o conhecimento científico não é totalmente aceito.

Para Flammer (2014), apesar da importância da Ciência no cotidiano, algumas pessoas desconfiam e até não gostam dela. Quando se observa o que as pessoas não gostam de Ciências frequentemente é aquilo que elas não entendem.

Quando pensamos em “entender Ciência” usualmente nos remetemos à escola, pois é lá onde se estabelece formalmente a construção do conhecimento científico. Para Loreto e Sepel (2003, p. 153), “apesar da identificação da mídia como grande veículo para informação e atualização, é a escola, ainda, o local mais adequado para o aprendizado formal, sistematizado e ordenado de conhecimentos socialmente úteis”.

Entretanto, ainda há uma compreensão distorcida por parte dos professores sobre o que é a Ciência e como ela funciona, proporcionando assim uma possível visão equivocada da Ciência aos alunos também.

A visão deformada da Ciência foi investigada com grupos de professores por Gil-Perez e colaboradores (2001). Entre as principais deformações encontradas estão a visão empírico-indutivista e ateórica da Ciência; rígida e infalível; dogmática; aproblemática; visão

exclusivamente analítica; acumulativa; de organização linear; individualista; elitista e socialmente neutra.

No mundo contemporâneo, muitos conhecimentos e novidades científicas são divulgados diariamente. Acompanhar as atualizações e compreender as novas descobertas são tarefas difíceis, isso talvez possa ser um dos limitadores da atualização do professor. Esse é um dos problemas detectados no Ensino de Biologia por Loreto e Sepel (2003, p.154), “um desses problemas diz respeito à velocidade com que os conhecimentos vêm sendo produzidos, o que praticamente impede que qualquer profissional do ramo esteja realmente atualizado.” Os mesmos autores identificaram outras problemáticas que envolvem o Ensino de Ciências bem como propostas de atuação e resultados esperados à aplicação dessas propostas. Essas ideias foram organizadas em um esquema por Loreto e Sepel (2003) e está reproduzido de forma adaptada na figura 1.

Para Mello (2008) a falta de atualização dos professores é um limitador de um ensino adequando da Evolução Biológica:

Em se tratando do ensino da teoria da evolução, devido aos problemas como a falta de aprofundamento em leituras e atualização do saber por parte dos professores, utilização de materiais didáticos precários e a presença de concepções distorcidas sobre o tema, os obstáculos vão se formando e se tornando um problema no ensino (MELLO, 2008, p.47).

Segundo Loreto e Sepel (2003) são necessárias ações que possam reduzir problemas ligados ao desenvolvimento dos conteúdos em sala de aula, assim, como o próprio fazer pedagógico. Todavia, demandam desde políticas públicas até a própria doação profissional como no caso em que sugerem o desenvolvimento de atividades mais interessantes e significativas ao aluno.

Estudos têm sido realizados na intenção de propor possibilidades e novos olhares sobre o Ensino de Ciências. Tolentino-Neto (2008), em sua tese de doutoramento, e Amestoy (2015), em sua dissertação de mestrado, discorrem sobre os interesses dos estudantes em relação à Ciência e apontam para a necessidade de uma nova prática pedagógica e para mudanças curriculares onde o estudante seja protagonista do seu aprendizado.

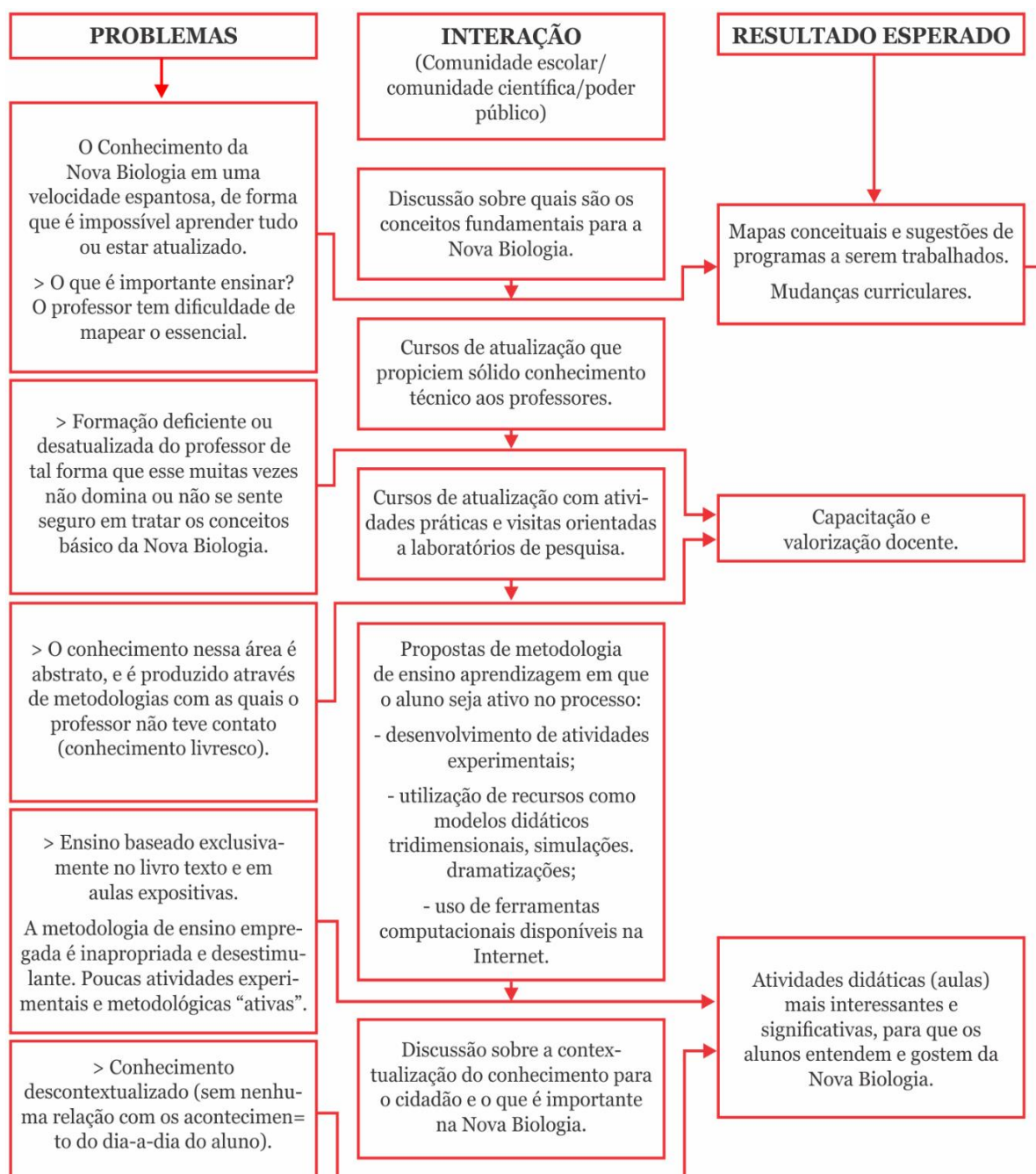
Tolentino-Neto (2008, p. 143) fala sobre a necessidade deste novo olhar:

As necessidades voltam-se, neste momento, para a aprendizagem e o desafio está dentro das salas de aulas. Entender como pensam, como se posicionam, o que

desejam, o que já experimentaram e o que pretendem nossos jovens é um passo importante.

Para o mesmo autor, a valorização de uma abordagem em que o ensino seja baseado no contexto do estudante pode ser uma forma de contribuir para que o ensino seja mais interessante ao aluno.

Figura 1 - Representação dos Problemas, e de possíveis superações no que se refere ao Ensino de Ciências.



Adaptado de Loreto e Sepel (2003).

Mello (2008) diz que o dialogar com os conhecimentos dos alunos em relação aos conhecimentos escolares pode ser útil na reconstrução do conhecimento. Para a autora: “na ausência dessa interação, dá-se espaço a proliferação de concepções de significados vazios e que só contribuem para o desenvolvimento de obstáculos à construção de novos saberes” (Mello 2008, p. 47).

É preciso que se ultrapassem essas fragilidades tanto do ponto de vista pedagógico, entre professor e aluno – aluno e professor, como principalmente entre a estrutura curricular e as realidades sociais e os contextos onde estão inseridos os estudantes.

A desarmonia que existe entre a realidade e o interesse do aluno e a organização curricular das escolas foram exemplificadas por Amestoy (2015), a autora aponta um exemplo local da possível aproximação do contexto do aluno com o interesse pela geologia. Ela diz:

Considerando a cidade de Santa Maria, /RS, localizada em uma região estratégica, com muitos sítios paleontológicos, os quais propiciam um turismo paleontológico por meio de viagens de estudo e uma aproximação e exploração de assuntos relacionados à Geologia e a Paleontologia, por que isso não acontece nas escolas locais? (Amestoy, 2015, p. 135).

Esse é um dos exemplos que se refere à relevância do contexto para a aprendizagem. No entanto, a importância da escuta do aluno e da percepção sobre o contexto e a realidade em relação à prática pedagógica deve estar presente não somente na sala de aula.

Apenas a voz do estudante, isolada na sala de aula, não é suficiente para um novo Ensino de Ciências, pois ela deve ultrapassar os muros da escola:

[...] os problemas na educação científica brasileira são tão complexos, que apenas “ouvir” os estudantes não é suficiente. É necessário que suas opiniões cheguem ao máximo de esferas educacionais possíveis, entre elas: professores, pesquisadores, gestores, elaboradores de materiais didáticos e decisões políticas públicas. (Amestoy 2015, p. 50).

Metodologias que partem do conhecimento e da realidade do aluno e que tem potencial para proporcionar atividades de investigação podem ser uma oportunidade de construção de um novo método que ressignifique o Ensino de Evolução, uma vez que muitas questões do cotidiano podem ser explicadas através de uma perspectiva evolutiva.

A busca da superação das fragilidades que limitam o Ensino de Ciências, em particular, o Ensino de Evolução Biológica perpassa pela reflexão da prática pedagógica, pelos questionamentos e movimentos que promovam mudanças em nível curricular e que estimulem o professor a olhar para o aluno não como protagonista do seu aprendizado.

Nesse contexto Mello (2008) aponta,

É importante levar para dentro da sala de aula todos os debates atuais sobre as questões envolvendo o ensino da evolução, buscando transparência de informações e estabelecendo um diálogo voltado à construção dos conhecimentos biológicos. Com isso, pode ser superada a abordagem convencional, que trata a evolução biológica como mais um assunto no currículo, sendo expostas sempre as mesmas teorias, sem nenhuma novidade. Esta abordagem é contraditória, pois se entendemos que a evolução não para, sendo um processo contínuo, como este assunto pode vir sempre do mesmo jeito nos livros didáticos, sem informações atualizadas e recentes? Assim como a evolução, as pesquisas também não param, e novidades surgem a todo instante. É importante que os alunos tenham a oportunidade de desenvolver um pensamento crítico sobre essas discussões (MELLO, 2008, p. 38).

A mudança de postura dos professores em prol de um ensino pluralista comprometido com a construção do conhecimento e com a superação das limitações no ensino pode se configurar na principal ferramenta de transformação do Ensino da Evolução Biológica (Mello, 2008).

3 PERCURSO METODOLÓGICO

As atividades que compreendem esta pesquisa tiveram seu início no primeiro semestre do ano de 2015. Para a sua realização contamos com a colaboração de 24 estudantes do segundo ano do Ensino Médio (EM) de um Colégio de Ensino Privado localizado no Município de Rosário do Sul no Rio Grande do Sul.

Quanto à abordagem, optamos pela mista quali-quantitativa para a realização desta pesquisa. No método misto, o pesquisador baseia a investigação supondo que a coleta de diversos tipos de dados garanta um entendimento melhor do problema pesquisado (CRESWELL, 2007, p. 34-35).

Acredita-se que os métodos mistos possam contribuir de forma significativa para futuras investigações que contemplem a complexidade das pesquisas na área da Educação, diante da profusão de informações de diferentes origens a que estão submetidos os nossos alunos e professores, e cujo tratamento de análise pressupõe, em sua subjacência, a conjugação de dados quantitativos e qualitativos (Dal-Farra e Lopes, 2013).

Para analisar as concepções espontâneas que compreendem a Etapa I, bem como para a análise das justificativas dos estudantes da Etapa III, nos inspiramos nos trabalhos de (LEFEVRE & LEFEVRE 2003), seguindo alguns passos da metodologia do Discurso do Sujeito Coletivo. Baseamos a análise dos dados nas Ideias-Centrais e Expressões-Chave manifestadas nas respostas escolhidas pelos estudantes nas atividades propostas e em seus discursos sobre os desafios de aprendizagem.

3.1 DESCRIÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DOS PARTICIPANTES DA PESQUISA

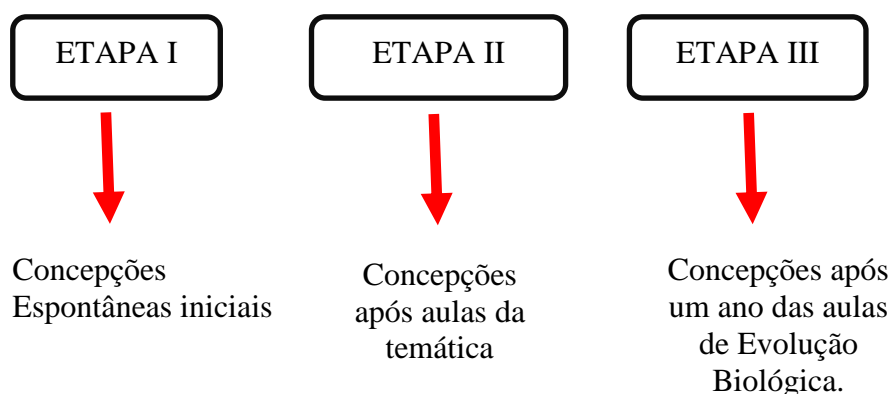
Este estudo foi realizado em uma Escola de Ensino Privado, localizada no Município de Rosário do Sul, RS, distante 138 km de Santa Maria. A Escola foi fundada em 01 de outubro do ano de 2001 e era a única escola de ensino privado do Município. Era uma escola pequena com aproximadamente 230 estudantes no Ensino Fundamental e Médio no ano de 2015. A escola encerrou as atividades no final de 2015. A maior parte dos estudantes participantes deste estudo, iniciou e construiu sua vida escolar nesta escola. Participaram da pesquisa 24 adolescentes com idade média de 17 anos.

Com a intenção de respeitar e preservar a identidade dos estudantes que colaboraram com este trabalho, usamos a seguinte abreviação: E. 1; E. 2; E. 3 [... E. 24. Todos os estudantes assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

3.2 ORGANIZAÇÃO DA PESQUISA

Esta pesquisa foi realizada em três etapas distintas (Figura 2). Cada uma delas caracterizada por buscar um diagnóstico das concepções dos estudantes em momentos diferentes (Quadro 1). A primeira etapa se preocupou em identificar as concepções espontâneas, a segunda, as concepções tão logo se deram as aulas da temática e, a terceira, um ano após a segunda etapa. Todas as etapas foram aplicadas pela própria pesquisadora, que também era a professora de Biologia da turma durante a realização das Etapas I e II.

Figura 2 - Representação das três Etapas que compreendem a pesquisa



Fonte: Produzido pela própria autora da Pesquisa

3.2.1 Etapa I

A atividade diagnóstica inicial ocorreu através de um diálogo sobre biodiversidade. A questão sobre como poderíamos representá-la foi levantada. Os estudantes sugeriram descrever organismos que poderiam representar a diversidade de seres que existem no planeta. Alguns estudantes participaram assinalando no quadro negro organismos que representavam para eles a biodiversidade atual de acordo com suas concepções espontâneas.

A segunda questão que norteou esse diálogo foi: Sendo hoje tão ampla e diversificada a vida no planeta, poderíamos afirmar que fora sempre assim? As concepções que se referem ao segundo ponto do diálogo foram registradas pelos estudantes em um mural de papel.

A descrição dos passos das atividades que compreendeu a Etapa I, bem como as Etapas II e III dessa pesquisa está apresentada no Quadro 1.

Quadro 1 - Descritivo da organização e localização em tempo/espço das atividades que compreenderam as Etapas I, II e III.

Etapas	Objetivo	Período de Aplicação	Tempo da atividade	Recursos Didáticos
Etapa I	Diagnosticar os conhecimentos espontâneos dos estudantes do 2º ano do EM sobre biodiversidade atual do planeta e sua origem, assim como estabelecer uma aproximação em relação aos mecanismos evolutivos.	A atividade foi realizada no primeiro semestre do ano de 2015, em aula, antes dos estudantes serem expostos aos assuntos Evolução Biológica e Genética.	2h	Diálogo
Etapa II	Verificar as concepções dos estudantes do 2º ano do EM logo após o contato com as aulas da temática Evolução Biológica, usando <i>cartoons</i> como ferramenta diagnóstica.	A atividade foi realizada no primeiro semestre do ano de 2015, 30 dias depois da Etapa I, no contraturno, após os estudantes serem expostos ao *assunto Evolução Biológica em sala de aula.	50 min	<i>Cartoons</i>
Etapa III	Verificar se houve mudança na concepção dos estudantes após um ano de contato com as aulas na temática de Evolução Biológica, usando um questionário.	A atividade foi realizada no segundo semestre do ano de 2016.	50 min	Questionário

Fonte: Produzido pela própria autora da pesquisa.

Os assuntos trabalhados durante as aulas sobre a temática Evolução Biológica foram embasados na apostila do Sistema Educacional Dom Bosco, adotado pela instituição de ensino. Os temas trabalhados compreendem os assuntos conforme apresentados no material didático e juntamente com a metodologia e os recursos de trabalho estão apresentados a seguir (Quadro 2).

Quadro 2 - Descritivo dos temas abordados durante as aulas sobre Evolução Biológica, bem como as atividades e recursos didáticos utilizados.

Tema²	Atividades	Recurso Didático
Evidências da Evolução (provas anatômicas, provas embriológicas, evidências moleculares, provas paleontológicas).	Aula expositiva	Slides apresentados em Data Show; Apostila; Livro Didático Amabis e Martho ³ ;

² Os assuntos apresentados na Coluna Tema do quadro, compreendem os títulos dos capítulos da apostila utilizada pela escola.

³ O livro didático era disponibilizado pela escola para uso em sala de aula ou para que os estudantes usassem na biblioteca, como recurso complementar à apostila.

Teorias da Evolução: Lamarckismo; Darwinismo.	Atividade prática sobre os Mitos da Teoria da Evolução. ⁵	Fundamentos da Biologia Moderna; Para a construção das aulas além da apostila e do livro didático, foram utilizados os materiais ⁴ disponíveis pelo Instituto de Biociências da USP (Universidade de São Paulo).
Fundamentos da Obra de Darwin.	Aula expositiva	
Mutacionismo ou Neodarwinismo.	Aula expositiva	
Teoria Sintética da Evolução.	Aula expositiva	
Seleção Natural.	Aula expositiva Atividade Prática sobre Seleção Natural ⁶ ;	
Especiação – Irradiação e Convergência Adaptativa.	Aula expositiva	
Evolução da Espécie Humana.	Seminário	

Fonte: Produzido pela própria autora da pesquisa.

3.2.2 Etapa II

A Etapa II consistiu na aplicação de um questionário com a finalidade de verificar os conhecimentos dos estudantes através do uso de *cartoons* como ferramenta diagnóstica logo após o contato dos estudantes com as aulas da temática. Essa atividade ocorreu após 30 dias da Etapa I.

3.2.2.1 Ferramenta Diagnóstica

Os *cartoons* utilizados nesta pesquisa foram criados por Dianne Anderson e Kathleen Fisher (San Diego State University, 2002), e foram obtidos no site <http://www.biologylessons.sdsu.edu/cartoons/concepts.html> (acesso em maio/2014). A tradução e a adaptação foram realizadas pela professora Marlise L. Bartholomei-Santos.

Atualmente os *cartoons* originais estão disponíveis para consulta no endereço: <http://www.pointloma.edu/experience/academics/schools-departments/department->

⁵ A Atividade sobre os Mitos da Evolução, compreendeu a desmistificação de alguns mitos sobre a Teoria. Os mitos foram apresentados aos estudantes em forma de cartazes e a atividade aconteceu em grupos. Onde aconteceu a discussão sobre cada um dos mitos e sobre as evidências científicas para cada um deles. Os mitos que foram trabalhados nesta ocasião foram obtidos através do endereço eletrônico: <http://www.ib.usp.br/evosite/misconcepts/IHowitworks.shtml>.

⁴ Os materiais disponibilizados pelo Instituto de Biociências da USP podem ser consultados através dos endereços eletrônicos: <http://www.ib.usp.br/evosite/> - <http://www.ib.usp.br/evosite/evo101/index.shtml>.

⁶ A atividade compreendeu uma prática sobre seleção natural, onde algumas ferramentas simbolizam os diferentes bicos dos tentilhões. Cada grupo de estudantes representou um tentilhão e tentou se alimentar com diferentes tipos de alimentos disponibilizados (sementes, folhas, materiais diversificados), com a finalidade de demonstrar a especificação alimentar de cada espécie e de introduzir o assunto da seleção natural.

biology/faculty-staff/dianne-anderson-phd/concept-cartoons-0. As autoras permitiram a utilização e reprodução dos *cartoons* nesta dissertação (Anexo A).

É importante salientar que nesta pesquisa esses *cartoons* foram utilizados com a finalidade de diagnosticar o entendimento dos estudantes acerca da Evolução Biológica, entretanto, essa ferramenta pode ser utilizada para outros objetivos pedagógicos sejam eles diagnósticos, lúdicos e/ou outras possibilidades.

3.2.2.2 Aplicação dos Cartoons

A atividade ocorreu na escola no turno inverso às aulas e compreendeu a projeção individual de cada um dos 20 *cartoons* através de um datashow.

As seguintes orientações foram dadas aos estudantes:

- Comece pelo título do slide.
- A seguir, leia a fala do personagem sem nenhuma letra ao seu lado (quando houver) e depois leia a fala dos personagens na ordem: A, B, C e D.
- Marque na folha de respostas a letra correspondente a explicação que você considera correta para a situação apresentada.

O tempo de apresentação de cada *cartoon* foi o mínimo necessário para que todos pudessem ler e marcar sua opção. Após a aplicação dos *cartoons*, as respostas aos questionamentos foram discutidas com os estudantes.

3.2.3 Etapa III

A Etapa III compreendeu a aplicação de um questionário similar ao questionário aplicado na segunda Etapa da pesquisa (APÊNDICE A) um ano após a aplicação dos *cartoons*. Essa Etapa teve por finalidade verificar se houve mudança na concepção dos estudantes após um ano de contato com as aulas na temática de Evolução Biológica.

Para que pudéssemos comparar e observar se ocorreu mudança nas concepções dos estudantes o questionário da terceira Etapa foi criado com base nos *cartoons*, basicamente os

estudantes responderam aos mesmos questionamentos, elaborados em um formato diferente. Enquanto os *cartoons* eram ilustrativos, o questionário foi composto de questões objetivas e um espaço para inserir uma justificativa da escolha realizada.

Para realização dessa Etapa criamos um grupo através de uma rede social, visto que a escola onde as primeiras duas Etapas foram realizadas fechou. Alguns estudantes permaneceram na cidade de Rosário do Sul migrando para as escolas da rede pública de ensino, enquanto outros foram para escolas privadas em outras cidades do estado.

A aplicação do questionário se deu de forma virtual, sendo que os estudantes tiveram 50 minutos para concluir.

O questionário foi encaminhado aos estudantes em arquivo formato PDF e a grade de respostas em documento do Word. O modelo da grade respostas que foi encaminhada aos estudantes está no APÊNDICE B.

Para evitar que os participantes usassem fontes de pesquisa ao responder o questionário, o tempo para envio das respostas foi limitado e a importância de os estudantes usarem seus conhecimentos nas respostas foi salientada.

- Algumas orientações foram dadas, sendo elas:

1º Este questionário não pode ser repassado a terceiros por fazer parte de uma Pesquisa para obtenção de título de Mestrado.

2º Para responder as questões utilize apenas os SEUS CONHECIMENTOS, sem consulta a materiais de apoio ou ajuda de terceiros.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 RESULTADOS E DISCUSSÕES DA ETAPA I

Ao serem indagados sobre como poderíamos representar a biodiversidade atual existente no planeta, os estudantes sugeriram nomear organismos, registrando no quadro os seres vivos lembrados pela turma, de acordo com suas concepções espontâneas. Os organismos escolhidos pelos estudantes estão apresentados na Figura 3.

Figura 3 - Representação gráfica em forma de nuvem de palavras⁷ dos organismos escolhidos pelos estudantes para representar a biodiversidade⁸



Num segundo momento discutimos sobre o motivo das escolhas dos organismos como representantes da biosfera. Para os estudantes, a opção se deu pela proximidade ao cotidiano (boi, cachorro, cavalo, galinha, gata, mosquito, ovelha, plantas, peixe, seres humanos). Além disso, consideraram a mídia geral como televisão, jornais, internet como fator para a escolha de baleia, bugio, coruja, sapo, macaco, mosquito, tigre, tucano, tubarão.

⁷ Aqui a nuvem de palavras não está representando a quantidade de vezes em que as palavras se repetem, usamos como estratégia de estímulo à leitura.

⁸Essa Nuvem de palavras foi criada pela autora a partir do site: <https://tagul.com>

Um grupo de seis estudantes destacou como relevante a maior parte dos organismos escolhidos serem animais. Sobre esse aspecto a turma considerou como fator limitador da baixa citação de plantas o desconhecimento dos nomes de vegetais.

Outro ponto de destaque e importância mencionado por um grupo de 4 estudantes é que os organismos ali citados estavam representando as diferentes regiões do planeta, tendo opções de organismos terrestres, aquáticos e com hábitos de vida distintos.

A segunda questão norteadora do diálogo foi: Sendo hoje tão ampla e diversificada a vida no planeta, poderíamos afirmar que fora sempre assim? As respostas dos estudantes estão apresentadas na Figura 4.

Figura 4: Representação das Respostas dos Estudantes quanto ao segundo questionamento que norteou a Primeira Etapa deste Estudo.



Fonte: Produzido pela própria autora da pesquisa.

A partir da ideia de ancestralidade comum, construímos um mural com as concepções de cada um dos estudantes, sobre o processo de formação da biodiversidade atual do planeta (Figura 5).

Através da Etapa diagnóstica foi possível perceber que a concepção espontânea de biodiversidade apresentada pelos estudantes (Figura 5) está associada exclusivamente à diversidade de organismos vivos, ou seja, à riqueza das espécies, não havendo demonstração de compreensão em relação à biodiversidade genética ou ecológica por exemplo.

A escolha da representação da biodiversidade somente através de uma lista de organismos parece não ser restrita à turma. Essa concepção de biodiversidade associada à multiplicidade de organismos também foi identificada em uma pesquisa realizada para mapear as percepções da população brasileira sobre a biodiversidade, onde 43% dos participantes que já haviam ouvido falar de biodiversidade, quando perguntados sobre os elementos que a compõem, indicaram as plantas e os animais com 72% e 70% das opiniões, respectivamente (BRASIL, 2006). Apesar de ser uma pesquisa de opinião, esses dados chamam a atenção pelo alto índice de associação que é feita sobre o termo biodiversidade aos animais e as plantas que tanto a população em geral como os estudantes que participaram da pesquisa demonstraram fazer.

Cotidianamente as diferentes formas de mídias (televisão, jornais, revistas, internet) falam sobre questões de biodiversidade. Para Loreto e Sepel (2003), “apesar da identificação da mídia como grande veículo para informação e atualização, é a escola ainda, o local mais adequado para o aprendizado formal, sistematizado e ordenado de conhecimentos socialmente úteis. Na escola, deveríamos aprender sobre o DNA, a variabilidade genética, sobre os ecossistemas, os biomas, entre outros temas que se aproximam do que a biodiversidade representa de fato. No entanto, parece que muitas informações são transmitidas de forma isolada e fragmentada, não oportunizando muitas vezes a compreensão integrada dos conhecimentos científicos.

Percebemos através desses resultados que a percepção dos estudantes sobre a biodiversidade tem se distanciado da perspectiva integradora e unificadora que os conceitos relativos a esses assuntos deveriam ter conforme as orientações dos PCNEM.

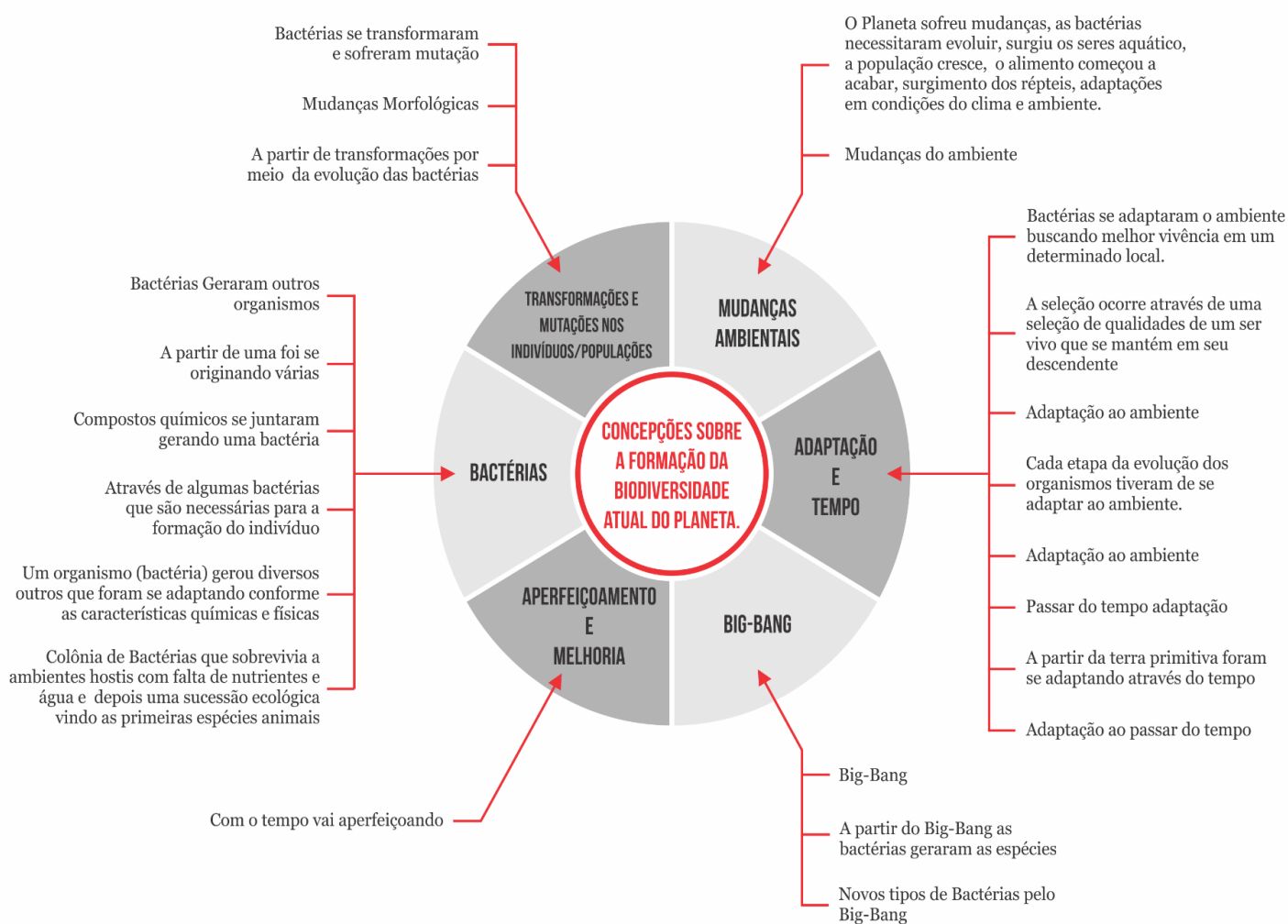
Em sala de aula, ao dialogarmos sobre a amplitude da escolha dos animais, foi considerado pelos estudantes como fator limitador da baixa citação de plantas o desconhecimento dos nomes de vegetais. Isso nos leva a refletir sobre as consequências que a própria fragmentação do ensino pode estimular. A região onde se localiza a escola e o contexto de vida dos estudantes estão muito aproximados da vivência rural e agrícola. Além disso, muitas plantas fazem parte da alimentação diária da população em geral. Cabe refletir o que faz com

que o estudante não considere as cenouras, as batatas, a soja, o trigo etc, como representantes da biodiversidade?

Observando as repostas dos estudantes quanto às duas questões que guiaram o diálogo, a partir da percepção de ancestralidade comum, foi possível a construção do Mural com as concepções sobre a formação da biodiversidade atual do planeta.

Das repostas dos estudantes, emergiram 6 ideias-centrais que identificamos como: mudanças ambientais; adaptação e tempo; Big-Bang; aperfeiçoamento e melhoria; bactérias e transformações e mutações nos indivíduos/populações. Essas ideias-centrais e as respectivas concepções dos estudantes estão apresentadas na Figura 5.

Figura 5 - Representação das seis ideias-centrais, bem como as concepções dos estudantes quanto à formação da biodiversidade atual do planeta



Fonte: Produzido pela própria autora da pesquisa.

No que se refere à ideia de adaptação e tempo, as concepções demonstraram que há entendimento sobre aspectos importantes na formação da biodiversidade indicando reconhecer a ação da Seleção Natural e a relação desta com a descendência e permanência de indivíduos com características semelhantes aos seus genitores. Além disso, a relação de tempo/Seleção Natural parece ser uma concepção bastante presente entre suas ideias espontâneas.

Outra ideia presente entre as concepções é a relação entre adaptação e tempo que refletem um erro conceitual comum sobre a Evolução Biológica, indicando a percepção de que os organismos com o passar do tempo necessariamente se adaptam ao ambiente. Outro ponto comum entre os equívocos dos estudantes nas suas concepções espontâneas está associado a aperfeiçoamento e melhoria, a ideia de que o processo evolutivo ocorre com a finalidade de melhoria.

Para que ocorram os processos evolutivos, diversos mecanismos ocorrem ao longo de gerações, entre eles, as mutações desempenham importante papel. Entre as ideias-centrais identificamos a concepção de transformações e mutações nos indivíduos/populações. Podemos observar que entre as respostas estão mudanças e mutações, além disso, chama atenção o fato de as mudanças estarem sendo referidas às bactérias. Possivelmente essa associação esteja sendo feita em relação aos assuntos estudados sobre a origem da vida. É possível aproximar a ideia de origem da vida às respostas que compõem a ideia mudanças ambientais. Em uma das respostas o estudante relata uma sequência de fatos que envolvem mudanças climáticas, crescimento populacional, escassez de recursos e adaptações. Apesar da ideia de Evolução por necessidade, percebemos que os estudantes apresentam concepções de Evolução e associam esse processo às possíveis explicações sobre a origem da vida.

Essa associação com a origem da vida fica mais evidenciada nas respostas que fazem parte da ideia Big-Bang e Bactérias onde os estudantes indicam a relação entre a percepção do processo evolutivo com o surgimento e desenvolvimento das primeiras formas de vida.

Apesar das várias ideias incorretas sob o ponto de vista científico, as concepções espontâneas dos estudantes a respeito da formação da biodiversidade atual do planeta podem ser utilizadas para nortear a aula, os erros conceituais podem ser problematizados.

Entre os conhecimentos espontâneos dos estudantes, sobre a formação da biodiversidade atual do planeta, encontramos possíveis subsunçores, que podem ser utilizados como ferramenta no processo de ensino e aprendizagem, possibilitando condições de ancorar novos conhecimentos acerca da temática.

De acordo com Moreira (2012)

O conhecimento prévio é, na visão de Ausubel, a variável isolada mais importante para a aprendizagem significativa de novos conhecimentos. Isto é, se fosse possível isolar uma única variável como sendo a que mais influencia novas aprendizagens, esta variável seria o conhecimento prévio, os subsunçores já existentes na estrutura cognitiva do sujeito que aprende (MOREIRA, 2012, p. 7).

No entanto, apesar de ser considerada por Ausubel a variável mais importante para a aprendizagem significativa de novos conhecimentos, nem sempre o conhecimento inicial do estudante, facilitará a compreensão de novos conhecimentos.

Conforme, Moreira (2012, p. 7), “[...]dizer que o conhecimento prévio é a variável que mais influencia a aprendizagem significativa de novos conhecimentos não significa dizer que é sempre uma variável facilitadora. Normalmente sim, mas pode, em alguns casos, ser bloqueadora”.

De acordo com Peduzzi et al. (1992), o professor precisa superar a ideia de que as concepções dos estudantes sejam apenas simples erros conceituais. Dessa forma, é preciso que as concepções incorretas sejam superadas pelos conhecimentos científicos, e isso se torna possível quando o professor media a construção desse conhecimento.

Não faz sentido que o professor espere que as concepções prévias dos estudantes sejam baseadas nas verdades científicas. Dessa forma não necessitaria o conhecimento escolar, para tanto é preciso que o professor possa ter um olhar sobre a bagagem do estudante e principalmente sobre as possibilidades de construções a partir até mesmo dos erros conceituais.

Os resultados que a primeira Etapa da pesquisa apresentou fazem um convite à reflexão sobre o quanto os estudantes têm para contribuir com as aulas e com o processo de ensino e aprendizagem. Delizoicov et al. (2011) reiteram essa ideia de que considerar as explicações e os conceitos que o estudante construiu ao longo das suas relações pode contribuir para o sucesso escolar e, que além de dar importância à bagagem de conhecimento que o estudante possui, é imprescindível que o professor busque conhecer o aluno, as suas dificuldades e as suas potencialidades.

4.2 RESULTADOS E DISCUSSÕES DA ETAPA II e III

No quadro 3 apresentamos as alternativas escolhidas em cada questão nas Etapas II e III e sinalizamos quando houve acerto ou erro (destaque em vermelho para as opções incorretas).

Quadro 3 - Alternativas escolhidas pelos estudantes nas questões das atividades que compreenderam as Etapas II e III. As questões estão agrupadas de acordo com a temática (1. Lamarckismo; 2. Seleção Natural e Adaptação; 3. Seleção Natural e Competição; 4. Seleção Natural; 5. Seleção Natural e Reprodução; 6. Genética)

Estudante	Etapa	1			2	3			4								5	6			
		1	2	18	3	4	5	6	7	8	10	11	13	14	15	16	17	12	9	19	20
E. 1	II	D	D	C	B	B	A	B	C	A	B	C	C	C	A	A	A	C	B	A	D
	III	B	D	A	D	B	A	C	D	C	D	A	D	C	A	A	A	A	*	A	B
E. 2	II	D	D	C	D	C	B	B	A	C	B	D	C	C	C	D	C	A	C	D	C
	III	D	D	*	C	B	C	C	A	C	B	*	D	D	C	A	A	D	*	A	B
E. 3	II	D	D	C	A	B	B	C	A	C	D	C	B	C	A	B	C	B	B	A	C
	III	D	D	D	C	B	C	C	B	C	B	*	C	C	C	A	C	B	B	D	B
E. 4	II	D	D	C	A	B	D	C	D	C	D	C	B	A	C	C	A	C	C	C	C
	III	D	D	D	C	C	D	B	D	C	B	A	B	C	C	A	A	B	B	D	C
E. 5	II	D	B	C	C	B	A	C	D	C	D	A	B	C	C	C	C	B	C	A	C
	III	D	A	B	C	B	C	D	D	C	B	A	D	C	C	C	A	D	B	A	B
E. 6	II	D	D	C	B	B	B	C	C	C	B	C	C	C	C	A	A	B	A	A	C
	III	D	C	D	C	C	C	C	D	C	B	C	D	D	C	A	C	B	B	D	B
E. 7	II	D	D	C	B	B	D	C	C	A	D	A	C	C	C	A	A	B	C	B	C
	III	D	C	C	C	B	C	B	D	C	B	C	B	C	C	A	C	B	C	D	B
E. 9	II	D	D	C	B	B	B	A	C	D	A	B	C	C	C	A	C	A	C	A	C
	III	D	A	D	C	C	C	C	A	A	B	B	C	A	C	A	C	D	B	A	B
E. 10	II	D	A	C	A	D	B	D	C	C	A	B	C	B	A	C	A	A	C	A	B
	III	D	C	D	D	B	D	A	D	C	B	C	B	A	A	B	A	D	B	D	B
E. 12	II	D	D	C	B	B	A	A	D	C	D	B	D	C	C	C	A	B	C	A	D
	III	D	C	D	C	C	C	B	D	C	B	C	C	C	A	*	B	B	*	D	B
E. 16	II	D	D	C	D	B	B	C	A	A	A	C	B	C	C	A	C	B	C	A	A
	III	D	A	B	C	C	C	D	D	A	C	D	D	D	C	D	C	B	B	C	B
E. 17	II	D	D	C	B	B	B	C	A	B	A	C	B	C	C	C	B	A	B	A	C
	III	D	C	D	C	D	C	C	D	A	B	D	A	A	C	A	A	B	B	B	B
E. 20	II	D	D	C	B	B	B	C	A	C	B	C	A	C	C	D	A	A	B	D	C
	III	D	D	D	C	B	C	C	A	C	*	C	D	D	C	A	C	B	C	A	B
E. 22	II	D	D	C	B	B	B	B	C	C	B	A	C	C	A	B	B	C	B	A	C
	III	D	D	B	C	B	C	D	D	C	B	C	C	C	C	B	C	B	B	D	B

* Questões não respondidas

Fonte: Produzido pela própria autora da pesquisa.

Apresentamos a seguir (Tabela 1) os percentuais de acerto das questões (Etapas II e III) organizados pelas temáticas.

Tabela 1 - Comparativo dos acertos das questões das duas atividades realizadas considerando todos os estudantes da Etapa I (total 24) e 14 estudantes que participaram da Etapa III.

Temáticas	Questão	Etapa II (24 estudantes)	Etapa II (14 estudantes)	Etapa III (14 estudantes)
Lamarckismo	1	100%	100%	92,85%
	2	79%	92,85%	42,85%
	18	91,7%	100%	57,15%
Seleção Natural e Adaptação	3	62,5%	57,14%	85,71%
Seleção Natural e Competição	4	83,4%	85,71%	64,28%
	5	58,33%	64,28%	78,57%
	6	62,5%	64,28%	42,85%
Seleção Natural	7	37,5%	42,85%	21,42%
	8	75%	78,57%	78,57%
	10	33,33%	35,71%	78,51%
	11	41,66%	50%	42,85%
	13	46%	37,71%	50%
	14	83,33%	85,71%	28,57%
	15	83,33%	78,57%	78,57%
	16	Não aplicável*	Não aplicável*	64,28%
17	25 %	35,7%	50%	
Seleção Natural e Reprodução	12	45,83%	42,85%	64,28%
Genética	9	54,17%	35,71%	64,28%
	19	66,67%	71,42%	35,71%
	20	58,34%	71,42%	92,85%

Fonte: Produzido pela própria autora da pesquisa.

* A resposta correta a essa questão na Etapa II seria dependente dos fatores encontrados no habitat da planta, e, portanto, era esperado que as quatro alternativas fossem assinaladas, porém os estudantes escolheram uma alternativa apenas.

Tabela 2 - Questões com maior percentual de acerto no questionário da Etapa III e concepções nelas estabelecidas.

Questão	% acerto	Concepções
20	92,85%	A alta taxa de acerto nesta questão sugere que os estudantes tenham a concepção correta no que se refere à variação que existe entre os indivíduos.
1	92,85%	Nesta questão podemos considerar que o estudante tenha clareza sobre vários assuntos, entre eles, a herança de informações genéticas que estão contidas no DNA dos genitores. Podemos ainda destacar a clareza sobre o equívoco presente em um dos pontos da Teoria Lamarckista no que se refere à herança dos caracteres adquiridos.
3	85,71%	O percentual de acerto nesta questão chama atenção. Os estudantes compreendem que o processo de adaptação que Darwin traz na sua Teoria refere-se às populações.
15	78,57%	Nesta questão os estudantes que acertaram indicaram que compreendem que a taxa de sobrevivência de uma geração é imprevisível.
5	78,57%	Os estudantes que acertaram esta questão demonstraram que compreendem que a competição pode ocorrer por recursos e não está associada apenas à questão reprodutiva.
8	78,57%	Esta questão também trata de Seleção Natural; 66,7% dos que acertaram esta questão também acertaram as questões 3 e 15.

10	78,57%	Nesta questão a concepção de Seleção Natural está associada à reprodução e a taxa de sobrevivência.
----	--------	---

Fonte: Produzido pela própria autora da pesquisa.

* Consideramos para esta análise as questões com porcentagem de acerto acima de 75%.

Tabela 3 - Questões com menor percentual de acerto no questionário da III Etapa e concepções nelas estabelecidas. Consideramos as questões com menos de 50% de acerto.

Questão	% Acerto	Concepções
7	21,42%	Os aspectos genéticos que envolvem as heranças de características parecem não estar claros para quase 80% dos estudantes. A alternativa escolhida por eles indica o não entendimento sobre o que de fato significa herança dominante.
19	35,71%	O resultado desta questão chama atenção, uma vez que entre os estudantes que não acertaram, quase 80% (77,77%) escolheram a opção que indica todas as opções corretas sobre a variação genética, indicando não terem compreensão adequada sobre a origem da variabilidade genética.
11	42,85%	Os dados indicam o não entendimento sobre mecanismos evolutivos.
6	42,85%	Nesta questão os resultados sugerem que não está clara a relação de competição que existe entre indivíduos de uma mesma espécie.
2	42,85%	Nesta questão apesar do baixo índice de acerto, pode ser observada com um aspecto positivo. Todos os estudantes que não acertaram a questão optaram pelas alternativas A ou C. De certa forma, as plantas mantidas em vasos podem ter mais dificuldades para se desenvolver, no entanto suas mudas não sofrerão tal alteração a menos que também sejam mantidas em vasos.

Fonte: Produzido pela própria autora da pesquisa.

Tabela 4 - Descrição dos *cartoons* da temática Lamarckismo (Etapa II), alternativas disponíveis e número de respostas (absoluto e em porcentagem) assinaladas em cada alternativa. As respostas corretas estão realçadas em negrito.

Temática	Descrição <i>Cartoon</i> /Questão	Alternativas	Respostas Número absoluto (%)
Lamarckismo	Figura: Duas pessoas levantando pesos. Questão 1: A aptidão física irá fazer diferença nos seus filhos?	A. Se estamos em boa forma, nossos filhos terão boa forma também.	0 (0%)
		B. A próxima geração vai se beneficiar de nosso trabalho físico duro.	0 (0%)
		C. Eu acho que malhar e estar em forma vai gradualmente mudar os genes deles, e então vai afetar seus filhos.	0 (0%)
		D. Você está louco! Levantar pesos não altera seus genes.	24 (100%)
	Figura: Pinheiro plantado no solo e pinheiro plantado no vaso. Questão 2: Plantando Pinheiros	A. Eu plantei meu pinheiro no solo. Ele ficará mais alto e dará muitas mudas altas	2 (8,33%)
		B. Eu plantei o meu em um vaso. Ele ficará baixo e dará muitas mudas baixas	0 (0%)
		C. Tanto A quanto B estão certos. Todos nós sabemos que tal pai, tal filho.	3 (12,5%)
		D. Se os dois pinheiros são da mesma espécie, as suas mudas serão semelhantes, não importa como você as cultiva.	19 (79%)
	Figura: Cinco aves em um pequeno lago e uma diz: "Raramente nós voamos".	A. Isso significa que suas asas vão atrofiar.	1 (4,16%)
		B. A cada nova geração eles terão asas menores e mais fracas.	1 (4,16%)

	Questão 18. O que acontece quando partes do corpo não são usadas?	C. Não é verdade! Conquanto que os genes permaneçam os mesmos, as asas serão as mesmas também.	22 (91,66%)
--	---	---	--------------------

Fonte: Produzido pela própria autora da pesquisa.

Em uma visão panorâmica a respeito das concepções manifestadas nas respostas dos estudantes às questões que compreendem a temática Lamarckista na Etapa II [#1 (100% acerto), 2 (79,16%) e 18 (91,66%)], é possível identificar que houve compreensão acerca da Teoria Lamarckista. Esse é um aspecto relevante, pois para que haja um entendimento integrador é essencial a concepção adequada tanto sobre as Teorias que deram suporte à Teoria da Evolução, quanto aos demais assuntos evolutivos. A Teoria Lamarckista tem papel fundamental para a compreensão dos contextos histórico e científico em que se estabeleceram os fundamentos da Teoria da Evolução.

Considerando a importância desse aspecto, Ridley (2006) diz que apesar dos principais fundamentos da Evolução Biológica terem se consolidado com a publicação de “A origem das espécies” (1859), as ideias utilizadas por Darwin foram originadas muito antes, como, por exemplo, pelas ideias expressadas no livro “*Philosophie Zoologique*” (1809) de Lamarck. As ideias de Lamarck e Darwin sobre os aspectos que construíram posteriormente a Teoria Evolutiva não são equivalentes, no entanto, compreender a Teoria que precedeu os trabalhos de Darwin e que fazem parte da História da Ciência é indiscutivelmente essencial.

Tabela 5 - Descrição das Questões da temática Lamarckismo (Etapa III), alternativas disponíveis e número de respostas (absoluto e em porcentagem) assinaladas em cada alternativa. As respostas corretas estão realçadas em negrito.

Temática	Questão	Alternativas	Respostas (%)
Lamarckismo	Questão 1: Se uma pessoa se exercitar frequentemente terá um aumento de massa muscular e manterá sua boa forma. Os filhos que essa pessoa vier a ter no futuro:	A) Herdarão a boa forma desse genitor.	0 (0%)
		B) Terão chances de herdar a boa forma desse genitor, mas vai depender também da herança recebida através do outro genitor.	1 (7,14 %)
		C) Terão boa forma, pois os genes de seu genitor foram alterados pelos exercícios.	0 (0%)
		D) Terão que se exercitar também se quiserem manter sua boa forma.	13 (92,85%)
	Questão 2: João plantou uma muda de pinheiro em um vaso e Ana plantou uma muda da mesma	A) O pinheiro no solo ficará alto e dará muitas mudas altas.	3 (21,42%)
		B) O pinheiro no vaso ficará baixo e dará muitas mudas baixas.	0 (0%)
		C) Tanto A quanto B estão corretas.	5 (35,71%)

espécie de pinheiro no solo.	D) Se os dois pinheiros são da mesma espécie, suas mudas serão semelhantes, não importa como você os cultiva.	6 (42,85%)
Questão 18: O que acontece quando partes do corpo, por exemplo as asas de um pássaro, não são usadas?	A) Elas atrofiam e a próxima geração também terá asas atrofiadas.	1 (7,14 %)
	B) A cada nova geração elas terão asas menores e mais fracas.	3 (21,42%)
	C) Depois de algumas gerações esses pássaros serão como o kiwi, ave símbolo da Nova Zelândia, que não tem asas.	1 (7,14 %)
	D) Conquanto que os genes permaneçam os mesmos, as asas também permanecerão as mesmas.	8 (57,14%)

Fonte: Produzido pela própria autora da pesquisa.

Olhando para os resultados dessa temática na Etapa III identificamos que o alto índice de acerto da questão 1, sugere a compreensão de que o processo evolutivo não ocorre pelo processo proposto por Lamarck. Nas questões 2 e 18 esses índices foram reduzidos à metade (tabela 5).

A questão 2 está entre as questões com menor índice de acerto (Tabela 3). Nessa pergunta, os conhecimentos básicos necessários ao seu entendimento vão além dos pressupostos da Teoria Lamarckista, uma vez que o desenvolvimento das plantas pode sofrer influência do espaço disponível para o processo ocorrer. É possível que a ausência dessa percepção tenha contribuído para que poucos estudantes chegassem à assertiva correta. No que se refere ao item 18, apesar da similaridade em relação aos conhecimentos exigidos pela questão com a pergunta 1, os dados indicaram que metade dos estudantes não percebeu a relação do questionamento com a Lei do Uso e Desuso de Lamarck. Nesse contexto, percebemos que as concepções corretas que permaneceram quanto ao Lamarckismo estão associadas principalmente à Teoria dos caracteres adquiridos.

Considerando as ideias-centrais que se manifestaram das respostas dos estudantes acerca da Teoria Lamarckista (Quadro 4), percebemos que os estudantes compreendem seus pressupostos básicos. Este resultado é bastante significativo visto a importância das ideias propostas por Lamarck, em termos históricos, para o futuro desenvolvimento da Teoria da Evolução. Além disso, a visão Lamarckista até hoje impregna o senso comum, tornando relevante a compreensão do porquê das explicações de Lamarck não se sustentarem frente ao conhecimento evolutivo atual.

Quadro 4 - Expressões-chave e ideias-centrais manifestadas pelo coletivo referente à temática Lamarckismo

Temática Lamarckismo		
Questionamento	Expressões-Chave	Ideias-Centrais

1: Se uma pessoa se exercitar frequentemente terá um aumento de massa muscular e manterá sua boa forma. Os filhos que essa pessoa vier a ter no futuro:	EC: DNA, genes, características adquiridas, herança e transmissão	IC: Características adquiridas ao longo da vida não são herdadas pela prole.
2: João plantou uma muda de pinheiro em um vaso e Ana plantou uma muda da mesma espécie de pinheiro no solo.	EC: mesma espécie	IC: Plantas no solo terão mais espaço para crescer, mas as mudas serão semelhantes, com o mesmo potencial de crescimento.
18: O que acontece quando partes do corpo, por exemplo, as asas de um pássaro, não são usadas?	EC: gene	IC: Se os genes não são alterados as asas continuarão presentes.

Fonte: Produzido pela própria autora da pesquisa.

Comparando os resultados obtidos nas Etapas II e III com as justificativas dos estudantes (Etapa III), podemos observar que na questão 1 onde o índice de acertos permaneceu alto (tabela 1), as justificativas também indicam entendimento quanto à transmissão dos caracteres adquiridos. Nas respostas dos estudantes⁹ identificamos várias inferências e explicações genéticas para a não transmissão de características adquiridas ao longo da vida:

- *“Para as características serem transmitidas de pai para filho, devem estar presentes no DNA”;*
- *“Pois apenas com exercícios os genes não mudam”;*
- *“Características adquiridas ao longo da vida não são transmitidas à prole”;*
- *“O filho não herdará os bons hábitos do pai”;*
- *“A condição física do progenitor não modifica os genes, não sendo herdado pelos filhos”.*

Na segunda questão, dessa temática observamos um índice reduzido de acerto (tabela 5), além disso, está entre as questões com o menor índice de acerto (Etapa III) (tabela 3). Essa é uma questão que merece atenção, pois deveria ser considerado o aspecto genético e também o ambiental, ambos influenciando no crescimento. Esses dois aspectos, podem ser percebidos através das suas justificativas:

- *“Se as plantas são da mesma espécie, darão mudas semelhantes, independente da maneira como a planta que gerou a muda viveu”;*
- *“As características genéticas de determinada espécie são extremamente semelhantes, portanto, é provável que as duas mudas tenham alturas semelhantes”;*

⁹ As respostas descritivas (justificativas da Etapa III) dos estudantes que serão apresentadas ao longo deste trabalho, foram transcritas de forma literal, sem alterações ou correções.

- *“Os pinheiros são da mesma espécie, logo serão similares”;*
- *“O espaço onde é cultivada a planta influencia em seu crescimento”;*
- *“No solo terá mais espaço para se desenvolver”;*
- *“Como no solo haverá uma maior abundância de nutrientes o pinheiro plantado no solo crescerá mais”.*

A questão 18 (Etapa III) teve redução no número de acertos e nesse caso as justificativas sinalizam maior compreensão do que os resultados do questionário:

- *“Se os genes se mantiverem os mesmos, a mesmas características genéticas serão passadas para a prole, garantindo a permanência das asas”;*
- *“Não sofrerá alteração”;*
- *“O uso ou não de determinada parte do corpo nada influencia nos genes”;*
- *“Porque os genes continuam os mesmos”;*
- *“Se o gene que determina a presença de asas não for modificado, as asas continuarão presentes”;*
- *“A teoria de Lamarck, do uso e desuso, é incorreta, pois as mudanças físicas não alteram os genes”;*
- *“O fato de um pássaro não usar suas asas não influencia nos seus genes”;*

É interessante quando analisamos as justificativas, porque alguns estudantes justificaram quanto à questão genética, enquanto outros optaram por justificar pelos aspectos ambientais, dessa forma, não podemos considerar que os estudantes não compreendem esses aspectos da Teoria.

A necessidade de repensar os critérios que indicam a aprendizagem é uma das sinalizações que esses dados refletem, pois, percebemos que as justificativas dos estudantes indicam maior compreensão do tema do que os resultados apresentados nas questões objetivas. Ao oportunizar que os estudantes demonstrem de forma descritiva ou através de um diálogo as suas concepções é uma forma de potencializar a manifestação dos saberes dos estudantes, uma vez que estes critérios não incentivam a memorização e a compreensão isolada de conceitos.

A pertinência da compreensão da Teoria de Lamarck está além das ideias as quais ele defendeu. A influência de Lamarck na História da Biologia Evolutiva é muitas vezes ignorada por estudiosos da área e não raramente, como esperado, pelos professores. Muitos desconhecem os aspectos históricos da própria Ciência, o que compromete o entendimento dos estudantes

sobre esse mesmo aspecto. Considerando injusta a forma como Lamarck é lembrado, normalmente como alguém que estava errado, Futuyma (1992) enfatiza e relembra o seu valoroso papel para a Biologia Evolutiva quando diz, “Lamarck merece respeito como o primeiro cientista que destemidamente advogou a Evolução e tentou apresentar um mecanismo para explicá-la”.

A reflexão acerca do tipo de ensino que estamos construindo nas salas de aula é urgente (CACHAPUZ et al., 2005; GIL PEREZ et al., 2001). Muitos estudos e movimentos sinalizam a necessidade de mudança; a Conferência Mundial sobre a Ciência para o Século XXI, entre outros aspectos, tratou da relevância de um ensino de Ciências que alcance a sociedade e suas necessidades. Desta forma, valorizar aspectos históricos da Ciência pode ser uma contribuição de impacto em prol de ensino de Ciências que tenha mais sentido e que possa ser compreendido em sua totalidade. Além de compreender as Leis e Teorias que embasam a Evolução Biológica, é preciso que haja entendimento sobre os mecanismos evolutivos e sobre a contribuição da Biologia Evolutiva para a sociedade (FUTUYMA, 2002; MEYER e EL-HANI 2005).

Tabela 6 - Descrição dos *cartoons* da temática Seleção Natural e Adaptação (Etapa II), alternativas disponíveis e número de respostas (absoluto e em porcentagem) assinaladas em cada alternativa. As respostas corretas estão realçadas em negrito.

Temática	Descrição <i>Cartoon</i>	Alternativas	Respostas Número absoluto (%)
Seleção Natural e Adaptação	Figura: Ambiente desértico, com sol brilhando, terra árida, cactos e pessoas. Questão 3. O que é adaptação darwiniana?	A. Estou me adaptando a este calor bebendo muita água e ficando relaxado.	3 (12,5%)
		B. Somente populações podem se adaptar, como estes cactos, ao longo de muitos anos.	15 (62,5%)
		C. Este calor me incomoda, mas eu acho que vou me adaptar em poucos dias.	3 (12,5%)
		D. Você e eu sabemos como nos adaptar, mas as plantas não são tão inteligentes.	2 (8,33%)

Fonte: Produzido pela própria autora da pesquisa.

Tabela 7 - Descrição das Questões da temática Seleção Natural e Adaptação (Etapa III), alternativas disponíveis e número de respostas (absoluto e em porcentagem) assinaladas em cada alternativa. As respostas corretas estão realçadas em negrito.

Temática	Questão	Alternativas	Respostas (%)
Seleção Natural e adaptação	Questão 3: Qual das alternativas abaixo poderia ser considerada um exemplo de adaptação darwiniana?	A) Uma pessoa viaja para um local de alta altitude e sente-se desconfortável e cansada nos primeiros dias, mas alguns dias depois começa a se sentir melhor.	0 (0%)
		B) Uma pessoa tem um cão da raça São Bernardo, muito peludo. Ela se muda de uma cidade próxima ao polo norte para uma cidade em uma região tropical. No início o cão sofre com o calor, mas o dono tosa seu pelo bem	0 (0%)

		curto, deixa muita água a sua disposição e ele aos poucos se adapta.	
		C) Cactos são plantas adaptadas a climas desérticos. Populações de cactos adaptaram-se ao longo de muitas gerações.	12 (85,71%)
		D) Se você se mudar para um país muito frio, onde há gelo e neve na maior parte do ano, apesar de estranhar no início, você poderá se adaptar ao frio.	2 (14,28 %)

Fonte: Produzido pela própria autora da pesquisa.

Na Etapa II os resultados mostraram 57,14% de acertos, enquanto na III Etapa apresentaram 85,71%. Esse dado faz uma significativa sinalização, pois, nesta pergunta, além da concepção sobre Seleção Natural também está inserido o conceito de adaptação, comumente confundido com aclimatação. O aumento no índice de acertos é de grande relevância uma vez que a adaptação compreende um eixo expressivo no que tange aos conhecimentos evolutivos. Ademais, indicou a compreensão de um dos fundamentos da Teoria de Darwin em que a adaptação, a qual é produzida por Seleção Natural, não ocorre em nível de indivíduo, apenas em populações. Ridley (2006), que faz menção à autobiografia de Darwin onde estão reveladas as concepções consideradas na construção de sua Teoria, entre elas estão as ideias de Lamarck, que foram descartadas, por não ter sido considerado a questão da adaptação. Para Darwin não só era importante reconhecer que as espécies mudavam, mas também era inegável a importância em compreender por que elas são ou não são bem adaptadas.

É significativo lembrar que entre outras expressões que fazem parte da Teoria da Evolução, o termo Adaptação é utilizado de forma recorrente no contexto popular em sentidos diferentes ao empregado na Biologia. A polissemia dos termos pode contribuir para dificultar a aceitação do estudante em relação aos significados biológicos de cada expressão. Popularmente o termo adaptação é empregado em situações cotidianas que não se aplicam ao conceito em que é empregada pela Teoria da Evolução. No dicionário o termo adaptação tem diversos significados: 1. Ação ou efeito de adaptar (-se); 2. Ato ou efeito de acomodar (-se); acomodação, ajustamento; essa variedade de utilização para o termo acaba por contribuir com a dificuldade da aprendizagem.

Ao compararmos os resultados objetivos (tabela 1) às justificativas e às ideias-centrais (Quadro 5) que refletiram essas respostas identificamos aumento do índice de acerto na Etapa III em relação à Etapa II, as justificativas também indicam compreensão do assunto. Essa questão pode ser utilizada como problematização, visto que o termo adaptação é empregado comumente em muitos sentidos diferentes do sentido biológico. Uma sugestão seria trabalhar

com a expressão aclimatação quando nos referimos às mudanças não herdáveis que ocorrem ao longo da vida de um organismo.

Quadro 5 - Expressões-chave e ideias-centrais manifestadas pelo coletivo referente à temática Seleção Natural e Adaptação

Temática Seleção Natural e Adaptação		
Questionamento	Expressões-Chave	Ideias-Centrais
3: Qual das alternativas abaixo poderia ser considerada um exemplo de adaptação darwiniana?	EC: adaptação, cactos	IC: Os cactos se adaptaram ao clima ao longo das gerações

Fonte: Produzido pela própria autora da pesquisa.

Tabela 8 - Descrição dos *cartoons* da temática Seleção Natural (Etapa II), alternativas disponíveis e número de respostas (absoluto e em porcentagem) assinaladas em cada alternativa. As respostas corretas estão realçadas em negrito.

Temática	Questão	Alternativas	Respostas (%)
Seleção Natural	Questão 7: A polidactilia (presença de 6 dedos) é uma característica de herança autossômica dominante. Se a característica “presença de 6 dedos” é dominante sobre a “presença de 5 dedos”, por que a maioria das pessoas não tem 6 dedos?	A) Porque não há nenhuma vantagem real em ter 6 dedos, então essa característica não tem sua frequência aumentada por Seleção Natural.	3 (21,42%)
		B) É apenas uma questão de tempo. Genes dominantes sempre predominam em uma população.	1 (7,14 %)
		C) Porque a presença de 6 dedos é causada por mutação e mutações são sempre ruins.	0 (0%)
		D) Essa informação deve estar errada. A presença de 5 dedos deve ser dominante em relação à presença de 6 dedos.	10 (71,42%)
	Questão 8: Na Inglaterra, antes da Revolução Industrial, a forma clara (sarapintada) da mariposa <i>Biston betularia</i> predominava na região, com uma frequência de 99% das mariposas. Durante a Revolução Industrial a população de mariposas mudou. Em 1900, cerca de 99% das mariposas eram escuras (forma melânica). Uma explicação evolutiva para essa mudança seria:	A) A fuligem da queima do carvão nas indústrias deixou as mariposas cada vez mais escuras.	3 (21,42%)
		B) As mariposas precisaram mudar de cor para se protegerem dos pássaros em um ambiente poluído.	0 (0%)
		C) As mariposas escuras devem ter sobrevivido melhor no ambiente coberto de fuligem	11 (78,57%)
		D) As mariposas claras devem ter migrado para outras regiões.	0 (0%)
	Questão 10: Quatro peixes vivem em um aquário: Barbatana, Mancha, Veloz e Romeu. Barbatana é o mais forte de todos. Mancha gerou mais filhotes que os outros e todos sobreviveram. Veloz é o mais rápido de todos. Romeu acasalou com o maior número de fêmeas. Qual deles é o mais apto?	A) Barbatana.	0 (0%)
		B) Mancha.	11 (78,57%)
		C) Veloz.	1 (7,14 %)
		D) Romeu.	1 (7,14 %)
		OBS: Um estudante não marcou nenhuma opção.	
Questão 11: Qual é a parte aleatória (ao acaso) na Evolução?	A) A Seleção Natural é totalmente ao acaso. Nunca se sabe quem será o próximo a morrer.	3 (21,42%)	

		B) Predadores pegam suas presas aleatoriamente.	1 (7,14 %)
		C) A ocorrência de alterações no DNA é o evento mais aleatório	6 (42,85%)
		D) Todas as partes da Evolução são ao acaso.	2 (14,28%)
		OBS: Dois estudantes não marcaram nenhuma opção.	
	Questão 13: Milhares de formigas invadiram uma casa. O proprietário aplica um veneno.	A) O veneno matará todas as formigas, já que elas são parecidas.	3 (7,14 %)
		B) Estas formigas morrerão, mas virão outras que vão gradativamente se acostumar com o veneno, tornando-se resistentes a ele.	3 (21,42%)
		C) O veneno causará mutações nas formigas, que se tornarão resistentes a ele.	3 (21,42%)
		D) No meio de tantas formigas, deve haver ao menos um casal que possa sobreviver e se reproduzir.	7 (50%)
	Questão 14: Por que os antibióticos não são tão eficientes quanto costumavam ser?	A) As pessoas estão se tornando resistentes aos antibióticos.	3 (21,42%)
		B) Os antibióticos criam superbactérias	0 (0%)
		C) Os antibióticos causam mutações tornando as bactérias resistentes a eles.	7 (50%)
		D) Os antibióticos matam todas as bactérias sensíveis e as resistentes se multiplicam.	4 (28,57%)
	Questão 15: Uma galinha teve 12 pintinhos. Quantos sobreviverão para terem seus próprios filhotes?	A) A taxa de mortalidade pode ser alta, mas é aleatória e totalmente imprevisível.	3 (21,42%)
		B) Os pintinhos são todos fofos e todos vão sobreviver.	0 (0%)
		C) Os bem adaptados ao ambiente têm melhores chances de sobrevivência.	11 (78,57%)
		D) Adultos têm tantos filhotes quantos forem necessários para a próxima geração, então todos sobrevivem.	0 (0%)
	Questão 16: Em um jardim há quatro tipos de flores. O primeiro tipo é resistente a herbicidas. O segundo tipo tem folhas tóxicas para lagartas. O terceiro tipo precisa de pouca água para sobreviver. O quarto tipo tem uma coloração muito intensa e atrai vários tipos de insetos para polinização. Qual(is) dos tipos vai(ão) sobreviver para se reproduzir?	A) Depende de vários fatores relativos ao ambiente do jardim, como uso ou não de herbicidas, presença ou ausência de lagartas, etc.	9 (64,28%)
		B) O tipo que atrai mais insetos tem maior chance de sobrevivência e de deixar mais descendentes.	2 (14,28%)
		C) O tipo que precisa de pouca água para sobreviver será beneficiado em qualquer situação.	1 (7,14 %)
		D) Flores coloridas atraem muitos insetos, então sempre haverá muitas lagartas no jardim e as plantas do segundo tipo terão mais chance de sobrevivência.	1 (7,14 %)
		OBS: Um estudante não marcou nenhuma opção.	

Questão 17: Quanto tempo a Seleção Natural leva para ocorrer?	A) Depende de quão rápida a espécie se reproduz, mas sempre leva ao menos algumas centenas de anos.	6 (42,85%)
	B) Sempre leva milhões de anos.	1 (7,14 %)
	C) Algumas alterações podem ser vistas em uma única geração se o hábitat muda drasticamente.	7 (50%)
	D) Mesmo que o ambiente mude as espécies não mudam.	0 (0%)

Fonte: Produzido pela própria autora da pesquisa.

Tabela 9 - Descrição das Questões da temática Seleção Natural (Etapa III), alternativas disponíveis e número de respostas (absoluto e em porcentagem) assinaladas em cada alternativa. As respostas corretas estão realçadas em negrito.

Temática	Questão	Alternativas	Respostas (%)
Seleção Natural	Questão 7: A polidactilia (presença de 6 dedos) é uma característica de herança autossômica dominante. Se a característica “presença de 6 dedos” é dominante sobre a “presença de 5 dedos”, por que a maioria das pessoas não tem 6 dedos?	A) Porque não há nenhuma vantagem real em ter 6 dedos, então essa característica não tem sua frequência aumentada por Seleção Natural.	3 (21,42%)
		B) É apenas uma questão de tempo. Genes dominantes sempre predominam em uma população.	1 (7,14 %)
		C) Porque a presença de 6 dedos é causada por mutação e mutações são sempre ruins.	0 (0%)
		D) Essa informação deve estar errada. A presença de 5 dedos deve ser dominante em relação à presença de 6 dedos.	10 (71,42%)
	Questão 8: Na Inglaterra, antes da Revolução Industrial, a forma clara (sarapintada) da mariposa <i>Biston betularia</i> predominava na região, com uma frequência de 99% das mariposas. Durante a Revolução Industrial a população de mariposas mudou. Em 1900, cerca de 99% das mariposas eram escuras (forma melânica). Uma explicação evolutiva para essa mudança seria:	A) A fuligem da queima do carvão nas indústrias deixou as mariposas cada vez mais escuras.	3 (21,42%)
		B) As mariposas precisaram mudar de cor para se protegerem dos pássaros em um ambiente poluído.	0 (0%)
		C) As mariposas escuras devem ter sobrevivido melhor no ambiente coberto de fuligem	11 (78,57%)
		D) As mariposas claras devem ter migrado para outras regiões.	0 (0%)
	Questão 10: Quatro peixes vivem em um aquário: Barbatana, Mancha, Veloz e Romeu. Barbatana é o mais forte de todos. Mancha gerou mais filhotes que os outros e todos sobreviveram. Veloz é o mais rápido de todos. Romeu acasalou com o maior número de fêmeas. Qual deles é o mais apto?	A) Barbatana.	0 (0%)
		B) Mancha.	11 (78,57%)
		C) Veloz.	1 (7,14 %)
		D) Romeu.	1 (7,14 %)
		OBS: Um estudante não marcou nenhuma opção.	
	Questão 11: Qual é a parte aleatória (ao acaso) na Evolução?	A) A Seleção Natural é totalmente ao acaso. Nunca se sabe quem será o próximo a morrer.	3 (21,42%)
		B) Predadores pegam suas presas aleatoriamente.	1 (7,14 %)
		C) A ocorrência de alterações no DNA é o evento mais aleatório	6 (42,85%)

		D) Todas as partes da Evolução são ao acaso.	2 (14,28%)
		OBS: Dois estudantes não marcaram nenhuma opção.	
Questão 13: Milhares de formigas invadiram uma casa. O proprietário aplica um veneno.		A) O veneno matará todas as formigas, já que elas são parecidas.	3 (7,14 %)
		B) Estas formigas morrerão, mas virão outras que vão gradativamente se acostumar com o veneno, tornando-se resistentes a ele.	3 (21,42%)
		C) O veneno causará mutações nas formigas, que se tornarão resistentes a ele.	3 (21,42%)
		D) No meio de tantas formigas, deve haver ao menos um casal que possa sobreviver e se reproduzir.	7 (50%)
Questão 14: Por que os antibióticos não são tão eficientes quanto costumavam ser?		A) As pessoas estão se tornando resistentes aos antibióticos.	3 (21,42%)
		B) Os antibióticos criam superbactérias	0 (0%)
		C) Os antibióticos causam mutações tornando as bactérias resistentes a eles.	7 (50%)
		D) Os antibióticos matam todas as bactérias sensíveis e as resistentes se multiplicam.	4 (28,57%)
Questão 15: Uma galinha teve 12 pintinhos. Quantos sobreviverão para terem seus próprios filhotes?		A) A taxa de mortalidade pode ser alta, mas é aleatória e totalmente imprevisível.	3 (21,42%)
		B) Os pintinhos são todos fofos e todos vão sobreviver.	0 (0%)
		C) Os bem adaptados ao ambiente têm melhores chances de sobrevivência.	11 (78,57%)
		D) Adultos têm tantos filhotes quantos forem necessários para a próxima geração, então todos sobrevivem.	0 (0%)
Questão 16: Em um jardim há quatro tipos de flores. O primeiro tipo é resistente a herbicidas. O segundo tipo tem folhas tóxicas para lagartas. O terceiro tipo precisa de pouca água para sobreviver. O quarto tipo tem uma coloração muito intensa e atrai vários tipos de insetos para polinização. Qual(is) dos tipos vai(ão) sobreviver para se reproduzir?		A) Depende de vários fatores relativos ao ambiente do jardim, como uso ou não de herbicidas, presença ou ausência de lagartas, etc.	9 (64,28%)
		B) O tipo que atrai mais insetos tem maior chance de sobrevivência e de deixar mais descendentes.	2 (14,28%)
		C) O tipo que precisa de pouca água para sobreviver será beneficiado em qualquer situação.	1 (7,14 %)
		D) Flores coloridas atraem muitos insetos, então sempre haverá muitas lagartas no jardim e as plantas do segundo tipo terão mais chance de sobrevivência.	1 (7,14 %)
		OBS: Um estudante não marcou nenhuma opção.	
Questão 17: Quanto tempo a Seleção Natural leva para ocorrer?		A) Depende de quão rápida a espécie se reproduz, mas sempre leva ao menos algumas centenas de anos.	6 (42,85%)
		B) Sempre leva milhões de anos.	1 (7,14 %)
		C) Algumas alterações podem ser vistas em uma única geração se o hábitat muda drasticamente.	7 (50%)

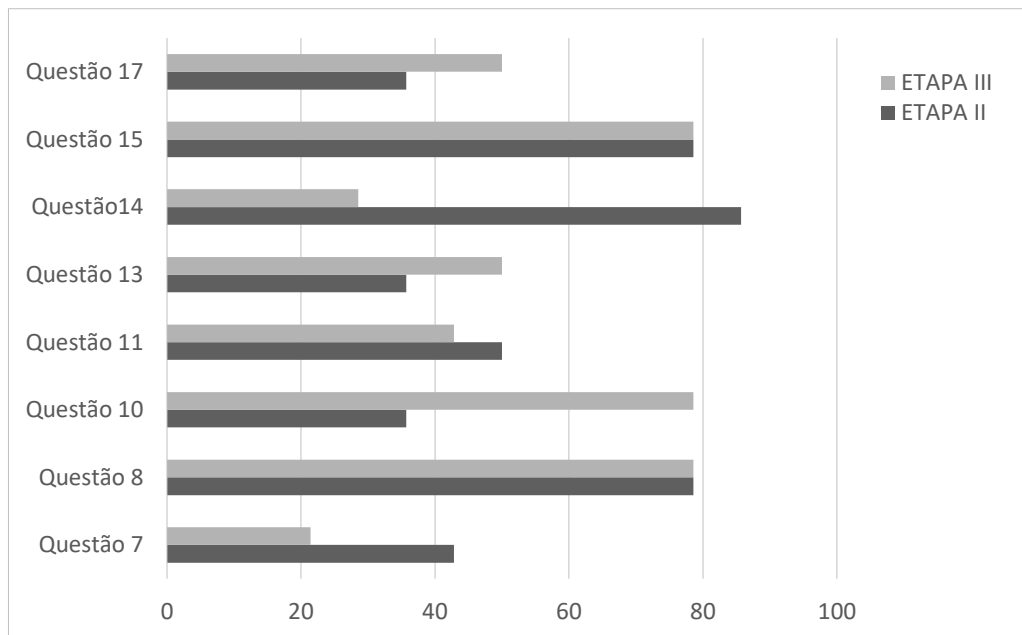
	D) Mesmo que o ambiente mude as espécies não mudam.	0 (0%)
--	---	--------

Fonte: Produzido pela própria autora da pesquisa.

Na temática Seleção Natural podemos observar três realidades distintas, conforme apresentamos na figura 6. As questões 15 e 8 mantiveram o mesmo índice de acerto, as questões 10, 13 e 17 tiveram aumento nos índices de acerto na Etapa III e nas questões 7 e 11 percebemos índices menores de acerto na Etapa III em relação à Etapa II.

As questões 8, 14 e 15 podem ter sofrido a influência do material didático e das aulas em si na Etapa II. Os exemplos abordados, como o Melanismo Industrial na questão 8, antibióticos e bactérias resistentes ou sensíveis na questão 14 e aspectos do meio e as chances de sobrevivência na questão 15, além de serem exemplos do material didático, foram trabalhados durante as aulas. Em ambas as perguntas, 8 e 15 (Figura 6), o índice de acerto permaneceu o mesmo nas duas etapas. Dessas 3 questões, apenas a 14 (Figura 6) teve o índice de acerto reduzido na terceira Etapa.

Figura 6 - Comparação entre os índices de acerto (%) nas questões das Etapas II e III referente à temática Seleção Natural



Fonte: Produzido pela própria autora da pesquisa.

O assunto sobre os antibióticos e resistência de bactérias tem sido comum, tanto no cotidiano dos estudantes, como pelas informações dos diferentes tipos de mídia. Essa questão traz um aspecto pertinente uma vez que pensamos num ensino que forme um cidadão autônomo e que possa fazer suas escolhas a partir de um aprendizado que se sistematiza na escola. A

questão dos antibióticos envolve amplo interesse social pois, trata de saúde e percebemos que não é um assunto pleno e satisfatoriamente entendido pelos estudantes. Mais uma vez o resultado nos convida a reflexão sobre prática pedagógica, a ênfase dos assuntos e abordagens em sala de aula. Meyer e El-Hani (2005, p. 108), corroboram com a ideia de que entre outras questões importantes para a humanidade a compreensão sobre a resistência bacteriana a antibióticos demanda de um modo de pensar evolutivo.

Nessa perspectiva exemplificam os mesmos autores,

As bactérias resistentes são [...], um resultado direto da seleção natural. O próprio uso de antibióticos por nossa espécie, frequentemente de modo desnecessário e sem os devidos cuidados, permitiu que as bactérias resistentes persistissem nas populações bacterianas, substituindo as menos resistentes. Assim, com o passar do tempo, populações bacterianas inteiras se tornaram resistentes, resultando em ameaças graves à saúde pública. O surgimento de populações de bactérias resistentes a antibióticos, é, pois, um processo movido pela seleção natural em que os agentes seletivos são os antibióticos (MEYER, EL-HANI, 2005, p. 108).

O mesmo conhecimento básico exigido do estudante para que fosse acertada a questão 14 estava presente na questão 13, que teve o índice de acerto aumentado. Os índices de acerto foram maiores nas questões 10 e 17 (Figura 6). A questão 10 compreende um importante aspecto da Seleção Natural, apesar de ser um equívoco comum os estudantes considerarem que o mais forte é que vence, tratando-se de competição. Nessa questão os dados demonstraram que há entendimento sobre a questão reprodutiva e a Seleção Natural, que o mais apto é aquele que teve maior sucesso reprodutivo e de sobrevivência da sua prole.

Houve aumento no índice de acerto também referente a questão 17, em que era fundamental a compreensão de que a ação da Seleção Natural nem sempre requer um tempo longo, dependendo da intensidade da seleção aplicada, entre outros fatores. A Seleção Natural pode alterar drasticamente as frequências gênicas em apenas uma geração se sua intensidade (medida pelo coeficiente de seleção) for alta (Ridley, 2006). A Evolução não ocorre em nível de indivíduos, mas de populações. E esse é um aspecto essencial na compreensão do processo evolutivo.

Na questão 16, é importante lembrar que na II Etapa os estudantes não receberam a informação que poderiam marcar mais de uma alternativa, ou que poderiam apenas responder: DEPENDE. Possivelmente, a falta de informação comprometeu a realização da questão. Dessa forma, analisaremos as respostas na III Etapa para que seja possível identificar as concepções

atuais no que se refere aos conhecimentos dessa questão. Na Etapa III, 9 dos 14 estudantes optaram pela alternativa A, 2 escolheram a opção B, 1 marcou a letra C e um a letra D e ainda um estudante não respondeu. A Alternativa A, que correspondeu a maior parte das respostas, é a opção correta, pois a sobrevivência das plantas está associada a diversos fatores relacionados ao valor adaptativo conferido por seus genótipos no ambiente em que vivem. Compreendemos assim, que 64,28% dos estudantes percebem que a sobrevivência depende de inúmeros fatores.

Através das justificativas da temática Seleção Natural, analisamos as respostas que refletem ideias semelhantes. Nas questões 8, 10 e 15, identificamos que há a concepção de que os organismos mais aptos são aqueles que sobrevivem e deixam um maior número de descendentes.

- *“As mariposas escuras acabavam se camuflando nas paredes poluídas pela revolução industrial, garantindo maior sobrevivência da espécie”;*
- *“Porque vai gerar mais descendentes”;*
- *“As mariposas claras se tornaram mais visíveis no ambiente coberto de fuligem, sendo predadas mais facilmente. As mariposas escuras, agora melhor adaptadas, sobreviveram e passaram seus genes para as próximas gerações”;*
- *“Pois ele acasalou com o maior número de fêmeas”;*
- *“Acredito que o Mancha, uma vez que ele está perpetuando a espécie”;*
- *“Letra B, porque o Mancha foi o que teve os filhotes os quais todos sobreviveram. Com isso, dá mais chances da espécie ter mais descendentes na natureza”;*
- *“Porque vai gerar mais descendentes”;*
- *“Mancha teve vários filhos e nenhum deles morreu, provando que ele seria o mais apto”;*
- *“Os mais adaptados ao ambiente terão mais chances de sobrevivência”;*
- *“Por meio da seleção natural, aqueles que possuem genes favoráveis ao ambiente sobreviverão, enquanto aqueles menos adaptados perecerão”;*
- *“Sempre o melhor adaptado terá melhores condições de sobrevivência. Na evolução a questão adaptação é bastante significativa”;*
- *“Qualquer animal melhor adaptado tem mais chance de sobreviver”.*

Todas essas justificativas indicam que houve compreensão dos estudantes quanto à adaptação, sobrevivência e descendência. Apesar de ainda ser persistente a alguns estudantes a expressão “mais forte” eles compreendem que os que estão mais adaptados ao ambiente tem mais chance de sobreviver.

As questões 13 e 14 se referem à resistência aos antibióticos e ao veneno, esse é um exemplo da ação dos mecanismos evolutivos no cotidiano dos estudantes. As ideias-centrais que emergiram das suas expressões-chave indicam o entendimento sobre a relação de resistência, sobrevivência e reprodução.

Cabe destacar que houve entre as concepções dos estudantes, apesar de minoria, equívocos sobre a questão dos antibióticos.

Entre as respostas,

- *“As pessoas vêm desenvolvendo resistência aos antibióticos”*;
- *“O ser humano está criando anticorpos contra os antibióticos”*.

É importante refletir sobre esses equívocos por ser um assunto tão presente no dia a dia; esses são exemplos de situações-problema que podem ser guias de uma discussão sobre a ação dos antibióticos e dos venenos e sua relação com a Evolução dos seres vivos.

Dentre as outras respostas a essas duas questões, ficou evidenciada a correlação com questões pertinentes às suas realidades, percebemos esta conexão nas respostas:

- *“O consumo descontrolado dos antibióticos”*;
- *“As pessoas costumam não fazer o tratamento adequadamente”*;

O estudante sinaliza a necessidade da aproximação do que estuda com o contexto em que vive. Na questão 13, também fica evidente a correlação com situações corriqueiras do dia a dia:

- *“Se apagada a rota que as formigas deixam ao se locomoverem, algumas poderão se distanciar e se perder, fazendo com que, com o tempo, apareça outra infestação em um ponto diferente da casa”*.

Esses equívocos quanto à resistência aos antibióticos e venenos podem ser relacionados aos dados obtidos a partir dos questionários da Etapa II e III. A questão 13 teve um índice de aumento na Etapa III apesar não ser um aumento expressivo, ao contrário a questão 14 teve uma diminuição significativa na Etapa III. (Tabela 9). Esses resultados preocupam pela relevância desses assuntos no cotidiano, pois além da dificuldade nas questões, identificamos conflitos no entendimento do assunto e nas respostas descritivas.

Na questão 7, os estudantes relacionaram a dominância alélica à quantidade de indivíduos portadores de uma característica. Esse é um equívoco comum, e também está de acordo com a polissemia das palavras das quais falamos em outros momentos neste trabalho. Dominar, no contexto cotidiano, normalmente se refere àquilo que sobressai, que ressalta, que predomina. Esse equívoco foi percebido também de forma significativa nos resultados das Etapas II e III, (tabela 1), onde houve uma diminuição alta no índice de acerto dessa questão na III Etapa em relação a II.

A superação desses equívocos que permanecem nas concepções perpassa pelo reconhecimento dos aspectos socioculturais que envolvem os estudantes.

Em consonância com essa visão da pertinência da valorização da bagagem do aluno, Delizoicov et al. (2011) ressaltam que:

Permitir que sua visão de mundo possa aflorar na sala de aula, dando possibilidade de que perceba as diferenças estruturais, tanto de procedimentos como de conceitos, pode propiciar a transição e a retroalimentação entre as diferentes formas de conhecimento de que os sujeitos dispõem. (DELIZOICOV et al. , 2011, p. 136)

Além disso, é papel do professor desmistificar os equívocos que persistem em relação à Evolução difundido o seu papel biológico (Mello, 2008). Para a mesma autora, apesar da complexidade do tema, o professor pode ser agente transformador do ensino, sendo este realizado de forma integradora com os demais tópicos da Biologia.

Ainda sobre as concepções manifestadas das ideias-centrais da temática Seleção Natural percebemos que as questões 11, 16 e 17 tratam das características e das condições em que ocorrem os mecanismos evolutivos. A questão 11 questiona qual a parte aleatória da Evolução, e as respostas dos estudantes indicam que eles consideram que a melhor resposta a essa pergunta são as mutações. Apesar de outros mecanismos evolutivos também serem aleatórios, como a deriva genética, e não estarem presentes nas respostas, as mutações no DNA correspondem a um dos mecanismos aleatórios da Evolução.

Comparando esse dado ao resultado apresentado na Etapa II e III percebemos que essa não é uma questão clara aos estudantes, houve diminuição no índice de acerto da questão (tabela 1), além disso, essa questão também está entre as com menor índice de acertos (tabela 3).

Quanto à questão 16, as concepções manifestadas pelas ideias-centrais indicam que há compreensão de que o ambiente é o agente selecionador e que influencia na sobrevivência dos organismos. As concepções que emergiram na questão 17 sugerem que os estudantes entendem

que mudanças ambientais interferem na ação da Seleção Natural e que quando as mudanças são drásticas a ação da Seleção Natural pode ser percebida em um período curto de tempo.

Quadro 6 - Expressões-chave e ideias-centrais manifestadas pelo coletivo referente à temática Seleção Natural

Temática Seleção Natural		
Questionamento	Expressões-Chave	Ideias-Centrais
7: A polidactilia (presença de 6 dedos) é uma característica de herança autossômica dominante. Se a característica “presença de 6 dedos” é dominante sobre a “presença de 5 dedos”, por que a maioria das pessoas não tem 6 dedos?	EC: Característica dominante são as pessoas com cinco dedos; a presença de cinco dedos é dominante; dominante é cinco dedos, pois é bem mais comum; a presença de cinco dedos é dominante; se fosse dominante a maioria da população teria seis dedos.	IC: A dominância está relacionada à quantidade de indivíduos portadores da característica.
8: Na Inglaterra, antes da Revolução Industrial, a forma clara (sarapintada) da mariposa <i>Biston betularia</i> predominava na região, com uma frequência de 99% das mariposas. Durante a Revolução Industrial a população de mariposas mudou. Em 1900, cerca de 99% das mariposas eram escuras (forma melânica). Uma explicação evolutiva para essa mudança seria:	EC: Sobrevivência; camuflagem; conseguiram se proteger melhor; conseguiam se esconder melhor; reproduzir-se; gerar mais descendentes; passaram seus genes para as próximas gerações	IC: As mariposas escuras foram menos predadas em relação às claras, conseguindo sobreviver e gerar mais descendentes.
10: Quatro peixes vivem em um aquário: Barbatana, Mancha, Veloz e Romeu. Barbatana é o mais forte de todos. Mancha gerou mais filhotes que os outros e todos sobreviveram. Veloz é o mais rápido de todos. Romeu acasalou com o maior número de fêmeas. Qual deles é o mais apto?	EC: acasalou; perpetuando a espécie; prole; gerar um número maior de descendentes; gerar mais descendentes.	IC: O mais apto é aquele que produz o maior número de descendentes que sobrevivem.
11: Qual é a parte aleatória (ao acaso) na evolução?	EC: Mutações; DNA.	IC: Mutações são aleatórias.
13: Milhares de formigas invadiram uma casa. O proprietário aplica um veneno.	EC: Resistência; sobreviver.	IC: Algumas formigas são resistentes ao veneno e sobreviverão.
14: Por que os antibióticos não são tão eficientes quanto costumavam ser?	EC: resistência; sobrevivência; reprodução.	IC: Bactérias resistentes sobrevivem ao antibiótico e se reproduzem.
15: Uma galinha teve 12 pintinhos. Quantos sobreviverão para terem seus próprios filhotes?	EC: Adaptação; sobrevivência.	IC: Os pintinhos melhor adaptados sobreviverão para terem seus filhotes.
16: Em um jardim há quatro tipos de flores. O primeiro tipo é resistente a herbicidas. O segundo tipo tem folhas tóxicas para lagartas. O terceiro tipo precisa de pouca água para sobreviver. O quarto tipo tem uma coloração muito intensa e atrai vários tipos de insetos para polinização. Qual (is) dos tipos vai (ão) sobreviver para se reproduzir?	EC: Depende; ambiente.	IC: Depende do ambiente.
17: Quanto tempo a Seleção Natural leva para ocorrer?	EC: Mudanças drásticas; habitat.	IC: A Seleção Natural pode atuar

		rapidamente se mudanças drásticas no ambiente ocorrerem.
--	--	--

Fonte: Produzido pela própria autora da pesquisa.

Tabela 10 - Descrição dos *cartoons* da temática Seleção Natural e Competição (Etapa II), alternativas disponíveis e número de respostas (absoluto e em porcentagem) assinaladas em cada alternativa. As respostas corretas estão realçadas em negrito.

Temática	Descrição <i>Cartoon</i>	Alternativas	Respostas Número absoluto (%)
Seleção Natural e Competição	Figura: Dois bodes machos de frente um para o outro. Questão 4. O que é competição na natureza?	A. Competição significa lutar e o maior geralmente ganha a luta.	0 (0%)
		B. Não, a maioria das competições envolve um esforço para conseguir alimento suficiente, ou água, ou espaço.	20 (83,33%)
		C. Eu acho que competição significa que uma criatura tira alguma coisa da outra, como uma fêmea.	2 (8,33%)
		D. São principalmente os machos que competem.	2 (8,33%)
	Figura: Mudas de plantas. Questão 5. As mudas competem umas com as outras?	A. Somente espécies diferentes de plantas competem, não amigas como nós.	6 (25%)
		B. É cada uma por si mesma. Temos que competir pelo sol e pela água.	14 (58,33%)
		C. A competição é muito violenta. Mudas nunca fariam isso.	0 (0%)
		D. Sempre há ar, sol, solo e água suficiente para todos, então não há necessidade de competir.	3 (12,5%)
	Figura: Patos selvagens nadando em um pequeno lago. Questão 6. O que acontece quando não há comida suficiente?	A. Todos os patos vão trabalhar juntos para encontrar comida. Eles cooperam entre si.	2 (8,33%)
		B. Não, alguns patos terão que mudar, então eles poderão comer outros alimentos.	4 (16,66%)
		C. Alguns patos não vão conseguir comida suficiente e poderão ficar fracos e doentes.	15 (62,5%)
		D. Os patos sempre vão lutar por comida e os maiores sempre vão conseguir mais quantidade	3 (12,5%)

Fonte: Produzido pela própria autora da pesquisa.

Tabela 11 - Descrição das questões da temática Seleção Natural e Competição (Etapa III), alternativas disponíveis e número de respostas (absoluto e em porcentagem) assinaladas em cada alternativa. As respostas corretas estão realçadas em negrito.

Temática	Questão	Alternativas	Respostas (%)
----------	---------	--------------	---------------

Seleção Natural e Competição	Questão 4: O que é competição na natureza?	A) Competição significa lutar e o indivíduo maior geralmente ganha.	0 (0%)
		B) A maioria das competições envolve um esforço para conseguir alimento suficiente, ou ainda, conseguir água ou espaço.	8 (64,28%)
		C) Na competição, um indivíduo tira algo do outro, como uma fêmea, por exemplo.	5 (28,57%)
		D) Na natureza são principalmente os animais machos que competem.	1 (7,14 %)
	Questão 5: Mudanças de plantas competem umas com as outras?	A) Somente plantas de espécies diferentes competem entre si.	1 (7,14 %)
		B) Plantas não competem entre si, apenas os animais fazem isso.	0 (0%)
		C) Mudanças competem por sol, água e nutrientes do solo.	11 (78,57%)
		D) Sempre há ar, sol, solo e água suficiente para as plantas, então não há necessidade de competir.	2 (14,28%)
	Questão 6: Considere uma população de patos vivendo em uma lagoa. O que acontece quando não há comida suficiente?	A) Todos os patos vão trabalhar juntos para encontrar comida, pois eles cooperam entre si.	1 (7,14 %)
		B) Alguns patos vão ter que se adaptar para comer outros tipos de alimentos.	3 (21,42%)
		C) Alguns patos não vão conseguir comida suficiente e poderão ficar fracos e doentes, podendo até mesmo não sobreviver.	6 (42,85%)
		D) Os patos sempre vão lutar por comida e os maiores e mais fortes sempre vão conseguir mais quantidade.	4 (28,57%)

Fonte: Produzido pela própria autora da pesquisa.

As questões 4, 5 e 6 representam a temática Seleção Natural e Competição. Ainda que as três perguntas tratem da mesma temática, os índices de acertos são distintos. Na questão 4 houve um índice de 85,71% de acerto na II Etapa e 64,28% na III Etapa. Em ambas as perguntas, 5 e 6 esse índice era 64,28% na Etapa II e na Etapa III 78,57% e 42,85%, respectivamente. Ao refletir sobre a pergunta 4, cabe salientar que apesar da diminuição no índice de acertos na Etapa III, nenhum dos estudantes optou pela alternativa A. Nela, a ideia principal sugere que a competição equivale a luta e que nesse caso o indivíduo maior geralmente ganha. Esse é um ponto pertinente uma vez que nesta assertiva A, o conteúdo expressado reflete um grave equívoco conceitual. Além disso, as ideias contidas nas alternativas C e D, apesar de não corresponderem ao que é de fato competição na natureza, não deixam de ser pertinentes, pois refletem a competição sexual que ocorre em espécies sujeitas à seleção sexual na natureza.

Na pergunta 5, além do índice de acerto ter aumentado na Etapa III, outro aspecto significativo está em nenhum estudante ter considerado correta a opção B, que afirma que a

competição na natureza é exclusivamente das espécies animais, desconsiderando a competição entre as plantas. Esse é um dado relevante, pois demonstra a compreensão de que a competição faz parte da natureza e de que ocorre tanto em plantas como em animais e ainda que ocorre por diferentes razões, entre elas, recursos alimentares, território, competição sexual.

A questão 6 apresentou o menor índice de acerto na Etapa III na sua temática. Talvez o enunciado não esteja claro para os estudantes, pois aqueles que não optaram pela assertiva correta se dividiram entre as alternativas escolhidas: quatro deles optaram pela alternativa D, três pela C e um pela A. Essas alternativas apontam ideias equivocadas sobre o papel da competição e da Seleção Natural. A opção A indica que os patos têm comportamento colaborativo, talvez porque no reino animal algumas espécies são colaborativas. Na alternativa B, o equívoco principal refere-se à necessidade de adaptação como uma imposição do meio, uma concepção Lamarckista. Na assertiva D, a informação principal é a mesma apresentada na questão 4, a qual questiona o que é competição na natureza, sendo que nessa pergunta nenhum estudante havia escolhido a alternativa que concorda com a ideia de que competição corresponde à luta e que o mais forte sempre ganha. Porém, a afirmativa D foi assinalada por 28,57% dos estudantes na questão 6. Aqui fica claro que a estrutura da pergunta pode mudar a percepção do estudante e acabar por proporcionar dúvida e confusão quanto aos conceitos. Outra possibilidade é que uma mesma ideia apresentada de formas diferentes não seja percebida como semelhante pelos estudantes devido à falta de consolidação do conhecimento sobre o assunto ou dificuldade de interpretação da informação fornecida no enunciado da questão.

Quadro 7 - Expressões-chave e ideias-centrais manifestadas pelo coletivo referente à temática Seleção Natural e Competição

Temática Seleção Natural e Competição		
Questionamento	Expressões-Chave	Ideias-Centrais
4. O que é competição na natureza?	EC: espaço; território; habitat; fêmea; água; comida; alimentos; nutrientes; presas; sobrevivência; competição.	IC: A competição na natureza ocorre por espaço, por recursos alimentares, por água e pela fêmea.
5: Mudanças de plantas competem umas com as outras?	EC: Espaço; solo; água; nutrientes; luz solar;	IC: A competição entre as plantas ocorre por espaço, por luz solar e por água.
6: Considere uma população de patos vivendo em uma lagoa. O que acontece quando não há comida suficiente?	EC: Competição; lutar; morrer; fracos; doentes; não sobreviver; menores ficarão prejudicados; perecerão.	IC: Os patos competirão por comida, os que não conseguirem ficarão fracos e doentes e poderão morrer.

Fonte: Produzido pela própria autora da pesquisa.

Na temática Seleção Natural e competição (Quadro 7), as ideias-centrais demonstram compreenderem como ocorrem as competições na natureza. As ideias manifestadas correspondem as diferentes situações em que a competição ocorre e por quais fatores. Consideraram que a competição pode ocorrer por diferentes recursos sejam eles alimentares, territoriais ou sexuais. Também demonstraram compreensão sobre a competição entre as plantas, seja por água, espaço ou luz solar. E ainda, demonstraram que entendem que quando os organismos não conseguem recursos eles podem ficar doentes e morrer.

Em comparação com os resultados das Etapas II e III nos questionários objetivos percebemos que houve dificuldade com a questão. As questões 4 e 6 tiveram um índice menor de acerto na Etapa III e a questão 5 teve um índice pouco maior de acerto. Parece contraditório quando observamos a relação entre os dois diferentes tipos de dados, mas nos remete ao que foi discutido anteriormente, a forma de expressar o conhecimento pode influenciar nos resultados.

Tabela 12 - Descrição dos *cartoons* da temática Seleção Natural e Reprodução (Etapa II), alternativas disponíveis e número de respostas (absoluto e em porcentagem) assinaladas em cada alternativa. As respostas corretas estão realçadas em negrito.

Temática	Descrição do <i>cartoon</i>	Alternativas	Respostas Número absoluto (%)
Seleção Natural e Reprodução	Figura: Três quadros, o primeiro com um casal de ratinhos, o segundo com um casal de ratinhos e 12 filhotes e o terceiro com muitos ratinhos.	A. Eu acho que cada espécie tem tantos filhotes quanto ela necessita.	8 (33,33 %)
		B. Não, os animais continuam se multiplicando havendo ou não comida suficiente.	11 (45,83%)
	Questão 12. O que determina quantos filhotes os animais terão?	C. Mas a maioria dos organismos não é como os camundongos. Eles param de se reproduzir quando há o suficiente.	5 (20,83%)

Fonte: Produzido pela própria autora da pesquisa.

Tabela 13 - Descrição das questões da temática Seleção Natural e Reprodução (Etapa III), alternativas disponíveis e número de respostas (absoluto e em porcentagem) assinaladas em cada alternativa. As respostas corretas estão realçadas em negrito.

Temática	Descrição Questão	Alternativas	Respostas Número absoluto (%)
Seleção Natural e Reprodução	Questão 12: O que determina quantos filhotes os animais terão?	A) Cada espécie tem tantos filhotes quanto ela necessita.	1 (7,14 %)
		B) Os animais continuam se reproduzindo, havendo ou não, recursos suficientes, mas alguns ou vários filhotes podem morrer.	9 (64,28%)

		C) Camundongos param de se reproduzir quando há filhotes suficientes.	0 (0%)
		D) O instinto dos animais determina o número de filhotes.	4 (28,57%)

Fonte: Produzido pela própria autora da pesquisa.

Na temática Seleção Natural e reprodução (Questão 12) houve um pequeno aumento no índice de acerto na Etapa II. Entretanto, parece que os estudantes tiveram dificuldade em compreender que a reprodução ocorre independentemente de haver recursos disponíveis, embora a sobrevivência da prole possa ser baixa se as condições forem adversas. As alternativas escolhidas pelos estudantes que não acertaram a questão indicam menor compreensão sobre os aspectos reprodutivos dos organismos, pois a maioria dos organismos não tem controle sobre o número de filhotes que terão e a presença em maior ou menor quantidade de recursos não altera significativamente a taxa de reprodução em muitos casos.

Analisando as justificativas (Quadro 8) as concepções que refletidas nas respostas dos estudantes indicam que há entendimento sobre Reprodução e a Seleção Natural em comparação com os resultados nas Etapas II e III identificamos que houve aumento no índice de acertos da Etapa III em relação à Etapa II. Os animais continuam a se reproduzir mesmo com poucos recursos, embora alguns filhotes possam não sobreviver, não havendo controle sobre o número de descendentes produzidos pelo próprio casal reprodutor.

Quadro 8 - Expressões-chave e ideias-centrais manifestadas pelo coletivo referente à temática Seleção Natural e Reprodução

Temática Seleção Natural e Reprodução		
Questionamento	Expressões-Chave	Ideias-Centrais
12: O que determina quantos filhotes os animais terão?	EC: espécie continua a se reproduzir.	IC: Os animais se reproduzem continuamente.

Fonte: Produzido pela própria autora da pesquisa.

Tabela 14 - Descrição dos *cartoons* da temática Genética (Etapa II), alternativas disponíveis e número de respostas (absoluto e em porcentagem) assinaladas em cada alternativa. As respostas corretas estão realçadas em negrito.

Temática	Descrição do <i>cartoon</i> /questão	Alternativas	Respostas Número absoluto (%)
Genética	Figura: Uma pessoa ao microscópio diz: “Vejam! Eu fiz uma grande descoberta sobre a célula de levedura”.	A. Os genes da levedura são idênticos aos de humanos.	1 (4,16%)

	Questão 9. Por que tantos cientistas estudam as células de levedura para entender a Genética humana?	B. Os genes nas células das leveduras funcionam quase do mesmo jeito que os genes humanos, então podemos aprender bastante!	12 (50%)
		C. As leveduras têm DNA como nós, mas os genes não funcionam do mesmo jeito.	11 (45,83%)
	Figuras: Três pessoas e um ratinho conversando. Questão 19. De onde vem a variação genética?	A. Variação genética é produzida por alterações no DNA.	16 (66,66%)
		B. Variação genética é produzida por Seleção Natural.	1 (4,16%)
		C. Variação genética é resultado de variação.	2 (8,33%)
		D. Eu acho que todos vocês estão corretos.	5 (20,83%)
	Figura: Quatro pessoas sentadas à mesa conversando. Questão 20. Nós somos todos iguais por dentro?	A. Embora nós sejamos diferentes por fora, somos todos iguais por dentro.	1 (4,16%)
		B. Quaisquer diferenças internas vêm de diferenças em como nós crescemos. Os genes não são envolvidos!	2 (8,33%)
		C. Eu acho que nós temos diferenças. Meu tipo sanguíneo é diferente o da minha irmã.	14 (58,33%)
		D. Há diferenças masculinas e femininas, mas isso é tudo.	7 (29,16%)

Fonte: Produzido pela própria autora da pesquisa.

Tabela 15 - Descrição das questões da temática Genética (Etapa III), alternativas disponíveis e número de respostas (absoluto e em porcentagem) assinaladas em cada alternativa. As respostas corretas estão realçadas em negrito.

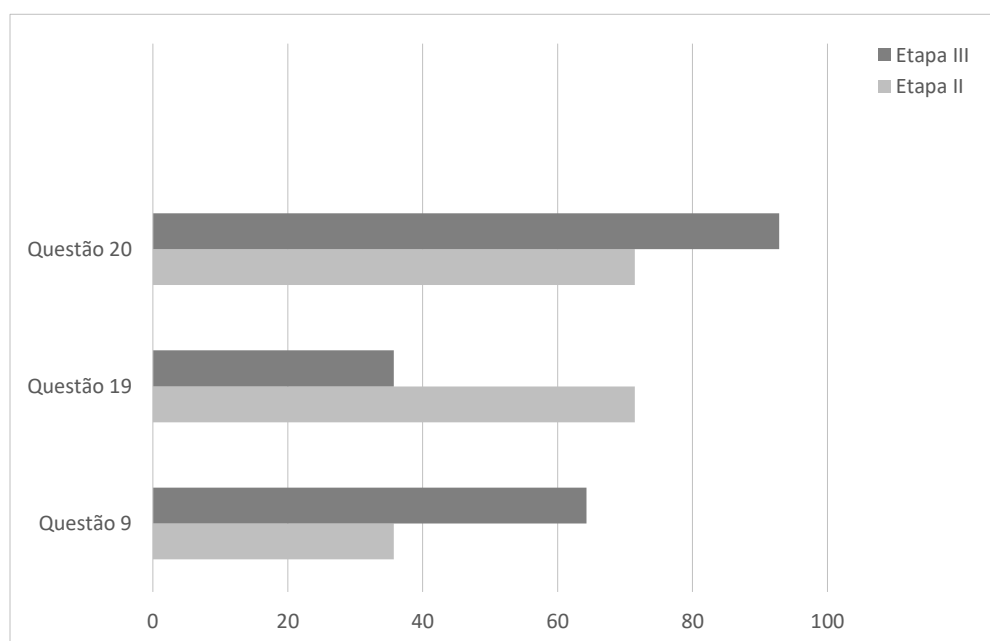
Temática	Descrição Questão	Alternativas	Respostas Número absoluto (%)
Genética	Questão 9: Por que muitos cientistas estudam as células da levedura para entender a Genética Humana?	A) Porque os genes da levedura são idênticos aos genes humanos.	0 (0%)
		B) Porque os genes nas células da levedura funcionam quase do mesmo jeito que os genes humanos, então é possível aprender bastante.	9 (64,28%)
		C) As leveduras têm DNA, assim como os humanos, mas estudando células de levedura só é possível aprender genética da levedura	2 (14,28%)
		D) Porque as leveduras têm genes humanos.	0 (0%)
		OBS: Três estudantes não marcaram nenhuma opção.	
	Questão 19: De onde vem a Variação Genética?	A) A variação genética é produzida por alterações (mutações) no DNA.	5 (35,71%)
		B) A variação genética é produzida por Seleção Natural.	1 (7,14 %)
		C) A variação genética é resultado da adaptação.	1 (7,14 %)
		D) Todas as alternativas anteriores estão corretas	7 (50%)

Questão 20: Nós somos todos iguais por dentro?	A) Embora sejamos diferentes por fora, somos todos iguais por dentro.	0 (0%)
	B) Há variação interna e os diferentes tipos sanguíneos são um exemplo.	13 (92,85%)
	C) Quaisquer diferenças internas vêm de diferenças em como nós crescemos, mas os genes não estão envolvidos.	1 (7,14 %)
	D) Há apenas as diferenças masculinas e femininas.	0 (0%)

Fonte: Produzido pela própria autora da pesquisa.

As questões que se referem à temática Genética apresentaram índices de acerto elevados nas questões 20 e 9 e índice reduzido na questão 19, conforme a Figura 7.

Figura 7 - Comparação entre os índices de acerto nas questões das Etapas II e III referente à temática Genética



Fonte: Produzido pela própria autora da pesquisa.

As questões que compreendem a temática Genética são de ampla relevância. De acordo com Futuyma (1992), “desde seu início o estudo da Evolução esteve sempre inseparavelmente ligado ao estudo da hereditariedade”. Tão logo se percebe, importante considerarmos os índices de acerto dos estudantes nessa temática. Na questão 20, era essencial que houvesse o entendimento sobre a variabilidade genética e sua aplicação tanto no contexto macro como no microscópico. Apesar da ideia de diversidade ser bastante comum atualmente, é necessária a percepção da diversidade em nível celular e genético. Compreender que há variabilidade genética e que ela nos diferencia interna e externamente, é um dos conhecimentos que

contribuem para a compreensão de forma integrada dos assuntos evolutivos. Esse mesmo tema está abordado na questão 9, embora referindo-se a um organismo de outra espécie, mas a aplicação do conhecimento sobre variabilidade é similar.

Diferentemente dos dados manifestados nas questões 20 e 9, a questão 19 teve seu índice de acerto reduzido. Essa questão também se refere à variabilidade genética, embora não trate da aplicação da mesma, mas questione sobre a sua origem. Há a possibilidade de os estudantes terem tido dificuldades quanto à interpretação da questão, pois a Seleção Natural age sobre a variação genética e a adaptação é o resultado dessa ação ao longo das gerações.

No que tange às justificativas (Quadro 9), identificamos que as concepções manifestadas nas ideias-centrais indicam que os estudantes entendem que somos geneticamente diferentes, mas que há semelhança no funcionamento genético entre as células dos diferentes organismos. Parece não estar muito claro, no entanto a compreensão quanto à origem da variabilidade genética, embora a maioria dos estudantes tenha respondido que a variabilidade genética ocorre no DNA. A baixa compreensão pode ser percebida também nos resultados das questões objetivas percebemos que a questão 19 que trata da variabilidade genética teve uma significativa redução no índice de acerto na Etapa III em relação à Etapa II. (Figura 7); entretanto nas questões 9 e 20, referindo-se às questões objetivas houve um índice elevado de acerto na Etapa III em relação a Etapa II, esses resultados estão de acordo com as justificativas de ambas as questões conforme a tabela 12.

Quadro 9 - Expressões-chave e ideias-centrais manifestadas pelo coletivo referente à temática Genética

Temática Genética		
Questionamento	Expressões-Chave	Ideias-Centrais
9: Por que muitos cientistas estudam as células da levedura para entender a genética humana?	EC: Semelhança do funcionamento genético; células muito parecidas.	IC: Os cientistas estudam as células de levedura, por terem semelhança no funcionamento genético, com as células humanas.
19: De onde vem a variação genética?	EC: Genes; DNA; mutações; meiose; crossing-over.	IC: 1) A variação genética vem das mutações; IC: 2) Mutação, Seleção Natural e adaptação geram variabilidade genética
20: Nós somos todos iguais por dentro?	EC: Células diferentes; tipos sanguíneos diferentes; características genéticas diferentes.	IC: Somos geneticamente diferentes.

Fonte: Produzido pela própria autora da pesquisa.

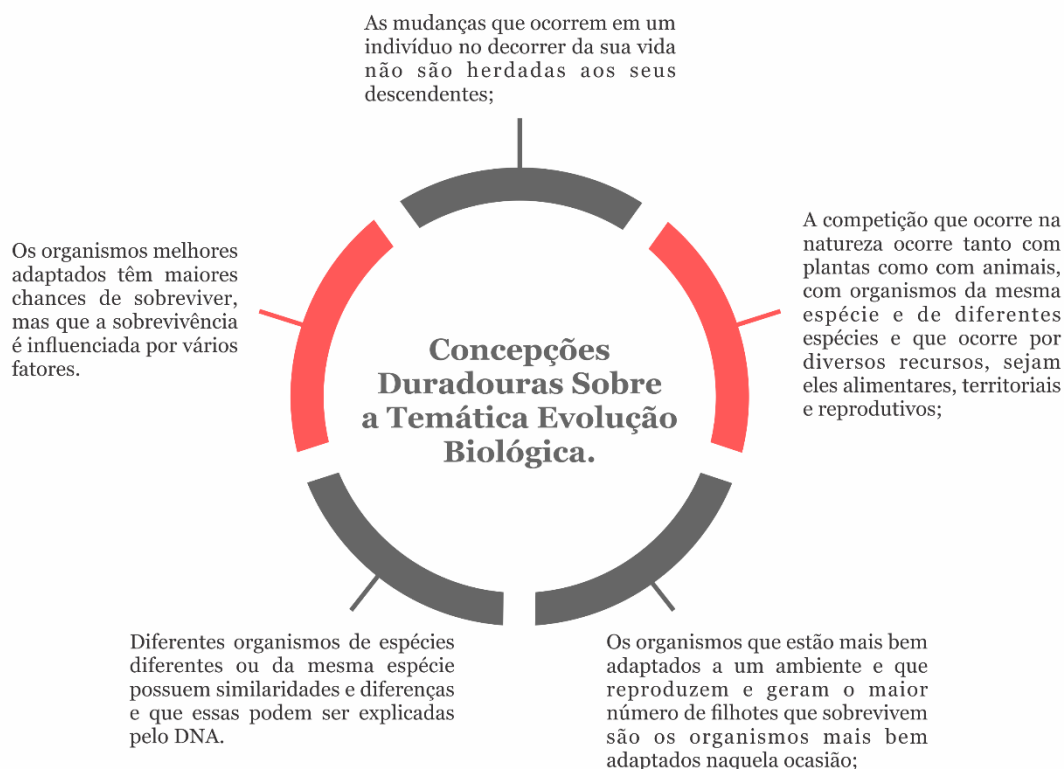
5 CONCLUSÃO

Esta pesquisa teve a preocupação de diagnosticar as concepções dos estudantes sobre a temática da Evolução Biológica em momentos escolares distintos através de metodologias que pudessem identificar desde as concepções espontâneas iniciais até os conhecimentos escolares de uma forma mais completa e menos limitada.

As concepções espontâneas iniciais que emergiram da primeira Etapa indicaram que os estudantes associam as explicações da Origem da Vida com a formação da biodiversidade atual do planeta e, que compreendem a condição de ancestralidade dos organismos. Demonstraram que aceitam a Evolução, e entendem que para os criacionistas esse processo não ocorreu. Além da relação da origem da vida com a Evolução Biológica, as concepções iniciais refletiram concepções de adaptação e tempo e ainda um equívoco comum: ideias de aperfeiçoamento e melhoria como objetivo da Evolução.

As concepções duradouras que foram reconhecidas através dos questionários (Etapas II e III) e das justificativas (Etapa III) indicam que os estudantes compreendem a maioria dos mecanismos evolutivos (Figura 8).

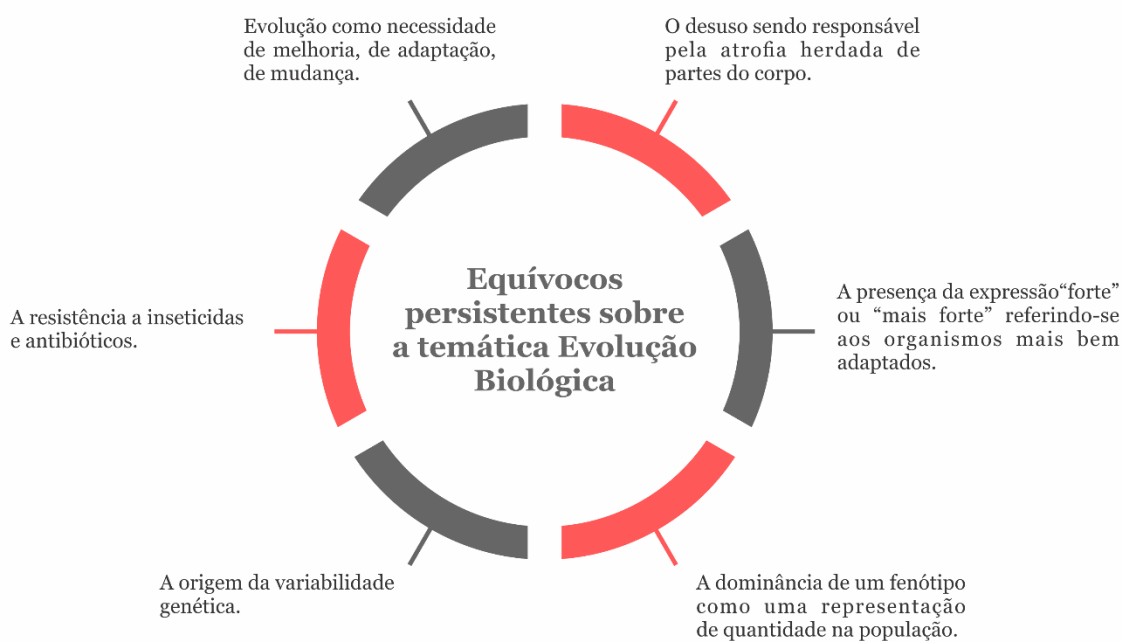
Figura 8 – Representação das concepções duradouras sobre a temática Evolução Biológica



Fonte: Produzido pela própria autora da pesquisa.

No entanto, ainda persistem alguns equívocos de senso comum sobre os assuntos evolutivos. Entre eles destacamos a questão da dominância que fez parte da questão 7, a necessidade de melhoria, de adaptação, de mudança como motivação para que a Evolução aconteça e a presença da expressão “forte” ou “mais forte” nas justificativas dos estudantes, referindo-se aos organismos mais bem adaptados. Além dessas as concepções apresentadas nas questões 11, 14 e 19 demonstram que ainda há confusão sobre os mecanismos evolutivos e o modo como atuam, por exemplo, quanto aos organismos resistentes a ação de antibióticos ou venenos. Esses equívocos que aqui chamamos de persistentes podem ter influência sociocultural das expressões que são empregadas no senso comum, uma vez que alguns desses termos são amplamente utilizados com sentidos distintos aos usados pelos assuntos biológicos. Os equívocos persistentes estão apresentados na Figura 9.

Figura 9 – Representação dos equívocos persistentes sobre a temática Evolução Biológica



Fonte: Produzido pela própria autora da pesquisa.

Diante do exposto, concluímos que as concepções espontâneas iniciais dos estudantes sobre a formação da biodiversidade atual do Planeta vinculam-se as ideias sobre a Origem da Vida e a compreensão sobre a biodiversidade está associada à riqueza de espécie. Quanto as suas concepções sobre a temática Evolução Biológica de forma geral percebemos maior compreensão dos assuntos da temática Seleção Natural. O apêndice D apresenta o manuscrito contendo essas concepções, o qual foi submetido para publicação.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Durante a minha trajetória como professora me questionei muitas vezes se o ensino que eu estava promovendo aos meus alunos era satisfatório e se eles percebiam a Biologia de forma semelhante à minha percepção, onde a Biologia é significativa e elucidativa. Esse questionamento foi sendo a cada dia motivo de interesse em investigar as causas que pudessem estar contribuindo para que o ensino dos temas não fosse tão interessante para a turma quanto era para mim. Passei a perceber que os estudantes não correlacionavam os assuntos e que tinham grande dificuldade em compreender os temas quando eram trabalhados de forma integrada.

Considerando o Ensino de Evolução Biológica uma possibilidade de superação da fragmentação dos assuntos biológicos, buscamos identificar as concepções dos estudantes sobre essa temática em diferentes contextos. Desta forma, identificamos concepções corretas e duradouras assim como equívocos persistentes. No que se refere à superação da permanência nas etapas finais do Ensino Médio de conceitos cientificamente incorretos, pensamos como perspectivas futuras a construção de Projetos e Propostas voltadas a formação de professores pensando na sugestão da implementação de metodologias que valorizem as concepções espontâneas dos estudantes e que utilizem tais concepções como problematizações durante os processos de ensino e aprendizagem, além disso, a inserção e o estímulo ao pensamento evolutivo nos demais assuntos da Biologia podem trazer sentido à aprendizagem de temas que habitualmente desinteressam aos estudantes.

Percebemos quão necessárias são pesquisas que busquem investigar possíveis formas de superar os equívocos persistentes acerca dos conhecimentos científicos. Acreditamos na potencialização do Ensino da Biologia a partir da inserção da Evolução Biológica como integradora e unificadora dos demais saberes biológicos e, por essa razão, as perspectivas em relação a este trabalho caminham em direção a futuras propostas de formação de professores que possam estimular o ensino com ênfase evolutivo e que possibilitem a ampliação do conhecimento dos docentes, a desmistificação das inseguranças e o desenvolvimento de problematizações que possam proporcionar um Ensino de Ciências com mais sentido e significado.

REFERÊNCIAS

AMESTOY, B. M. **Articulações entre os interesses dos alunos e livros didáticos: a voz do estudante na construção curricular de ciências.** 2015. 82 p. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, 2015.

ANDREATTA, S. A.; MEGLHIORATTI, F. A. **A integração conceitual do conhecimento biológico por meio da Teoria Sintética da Evolução: possibilidades e desafios no Ensino de Biologia.** Programa de Desenvolvimento Educacional, 2009. Disponível em: <<http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/pde/arquivos/2353-8.pdf>>. Acesso em: 15 abr. 2017.

AUSUBEL, D. P. *Psicologia educacional.* Tradução de Eva Nick. Rio de Janeiro: Editora Interamericana Ltda., 1980.

AUSUBEL, D. P. **The psychology of meaningful verbal learning.** New York: Grune & Stratton, 1963.

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular.** 2. ed. rev. Brasília: Ministério da Educação, 2016.

BRASIL. **Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Básica: diversidade e inclusão.** Brasília: Conselho Nacional de Educação/Ministério da Educação, 2013.

BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais: ensino médio.** Brasília: Ministério da Educação, 2000.

CACHAPUZ, A. et al. **A necessária renovação do ensino das ciências.** São Paulo: Cortez, 2005.

CRESWELL, W. J. **Projeto de pesquisa: métodos qualitativo, quantitativo e misto.** 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2007.

DAL-FARRA, A. R.; LOPES, C. T. P. Métodos mistos de pesquisa em educação: pressupostos teóricos. **Nuances: Estudos sobre Educação**, Presidente Prudente, v. 24, n. 3, p. 67-80, set./dez. 2013.

DARWIN, C. **Sobre a origem das espécies por meio da seleção natural ou a preservação das raças favorecidas na luta pela vida.** Londres: John Murray, 1859.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A.; PERNAMBUCCO, M. M. **Ensino de ciências: fundamentos e métodos.** São Paulo: Cortez. 2011.

DOBZHANSKY, T. Nothing in Biology Makes Sense except in the Light of Evolution. **The American Biology Teacher**, v. 35, n. 3, p. 125-129, mar. 1973.

FLAMMER, L. **Science surprises: exploring the nature of science.** Los Gatos, CA: Smashwords Inc., 2014.

- FUTUYMA, D. J. **Biologia evolutiva**. 2. ed. Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira de Genética, 1992.
- FUTUYMA, D. J. **Evolução, ciência e sociedade**. São Paulo: Sociedade Brasileira de Genética, 2002.
- GERHARD, A. C.; ROCHA FILHO, J. B. A fragmentação dos saberes na educação científica escolar na percepção de professores de uma escola de ensino médio. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 17, n. 1, p. 125-145, 2012.
- LEFÈVRE, F.; LEFÈVRE, A. M. C. **O discurso do sujeito coletivo**: um novo enfoque em pesquisa qualitativa. Caxias do Sul: EDUCS, 2003.
- LORETO, E. L. S.; SEPEL, L. M. N. A escola na era do DNA e da genética. **Ciência e Ambiente**, v. 26, p. 149-156, jan./jun. 2003.
- MELLO, A. C. **Evolução biológica**: concepções de alunos e reflexões didáticas. 2008. 116 p. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemática) - Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, 2008.
- MEYER, D.; EL-HANI, C. N. **Evolução**: o sentido da biologia. São Paulo: Unesp, 2005.
- MOREIRA, M. A. ¿Al final, qué es aprendizaje significativo?. **Curriculum**, n. 25, p. 29-56, mar. 2012.
- OLIVEIRA, G. S.; BIZZO, N.; PELLEGRINI, G. Evolução Biológica e os estudantes: um estudo comparativo entre Brasil e Itália. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 22, n. 3, p. 689-705, 2016.
- PEDUZZI, L. O. Q.; ZYLBERSZTAJN, A.; MOREIRA, M. A. As concepções espontâneas, a resolução de problemas e a história da ciência numa sequência de conteúdos em mecânica: o referencial teórico e a receptividade de estudantes universitários à abordagem histórica da relação força e movimento. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 14, n. 4, p. 239-246, 1992.
- PÉREZ, D. G. et al. Para uma imagem não deformada do trabalho científico. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 7, n. 2, p. 125-153, 2001.
- RIDLEY, M. **Evolução**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2006.
- SANTOS-GOUW, A. M. **As opiniões, interesses e atitudes dos jovens brasileiros frente à ciência**: uma avaliação em âmbito nacional. 2013. 242 f. Tese (Doutorado em Educação) - Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, SP, 2013.
- TOLENTINO-NETO, L. C. B. **Os interesses e posturas de jovens alunos frente às ciências**: resultados do Projeto ROSE aplicado no Brasil. 2008. 172 f. Tese (Doutorado em Educação) - Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, SP, 2008.

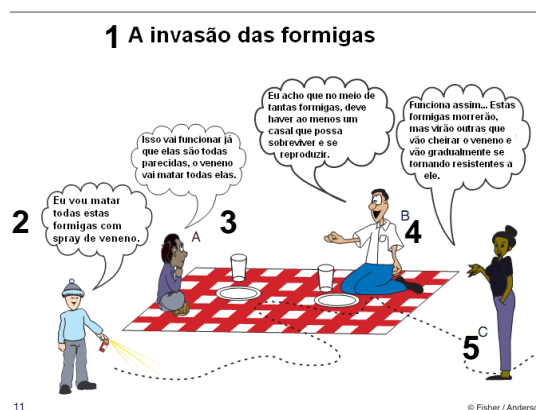
ANEXOS

ANEXO A – CARTOONS UTILIZADOS NA ETAPA II DESTE ESTUDO, COM AUTORIA DE DIANNE ANDERSON E KATHLEEN FISHER, DISPONÍVEIS PARA CONSULTA NO ENDEREÇO ELETRÔNICO:

<http://www.pointloma.edu/experience/academics/schools-departments/department-biology/faculty-staff/dianne-anderson-phd/concept-cartoons-0>.

INSTRUÇÕES :

1) LEIA ATENTAMENTE CADA QUADRO. Comece pelo título do *slide*. A seguir, leia a fala do personagem sem nenhuma letra ao seu lado (quando houver) e depois leia a fala dos personagens na ordem: A, B, C e D.



2) Marque na folha de respostas a letra correspondente à explicação que você considera correta para a situação mostrada.

A aptidão física irá fazer diferença nos seus filhos?

1

Se estamos em boa forma, nossos filhos terão boa forma também.

A próxima geração vai se beneficiar de nosso trabalho físico duro.

Eu acho que malhar e estar em forma vai gradualmente mudar os genes deles, e então vai afetar seus filhos.

Você está louco! Levantar pesos não altera seus genes.

13 © Fisher / Anderson

Plantando pinheiros

2

Eu plantei o meu em um vaso. Ele ficará baixo e dará muitas mudas baixas.

Se os dois pinheiros são da mesma espécie, as suas mudas serão semelhantes, não importa como você as cultiva.

Eu plantei o meu pinheiro no solo. Ele ficará alto e dará muitas mudas altas.

Tanto A quanto B estão certos. Todos nós sabemos que tal pai, tal filho.

25 © Fisher / Anderson

O que é adaptação darwiniana?

3

Estou me adaptando a este calor bebendo muita água e ficando relaxado.

Somente populações podem se adaptar, como estes cactos, ao longo de muitos anos.

Este calor me incomoda, mas eu acho que vou me adaptar em poucos dias.

Você e eu sabemos como nos adaptar, mas as plantas não são tão inteligentes.

24 © Fisher / Anderson

O que é competição na natureza?

4

Competição significa lutar e o maior geralmente ganha a luta.

Não, a maioria das competições envolve um esforço para conseguir alimento suficiente, ou água, ou espaço.

Eu acho que competição significa que uma criatura tira alguma coisa da outra, como uma fêmea.

São principalmente os machos que competem.

7 © Fisher / Anderson

As mudas competem umas com as outras?

5

Somente espécies diferentes de plantas competem, não amigas como nós.

É cada muda por si mesma. Temos que competir pelo sol e pela água.

Sempre há ar, solo, sol e água suficientes para todos, então não há necessidade de competir.

A competição é muito violenta. Mudas nunca fariam isso.

27 © Fisher / Anderson

O que acontece quando não há comida suficiente?

6

Todos os patos vão trabalhar juntos para encontrar comida. Eles cooperam entre si!

Os patos sempre vão lutar por comida e os maiores sempre vão conseguir mais quantidade.

Não, alguns patos terão que morrer, então eles poderão comer outros alimentos.

Alguns patos não vão conseguir comida suficiente e poderão ficar fracos e doentes.

34 © Fisher / Anderson

Se 6 dedos é uma condição dominante sobre 5 dedos, por que a maioria das pessoas não tem 6 dedos?

7

Não há nenhuma vantagem real em ter 6 dedos, então essa característica nunca será comum.

Eu sou feliz por ter 6 dedos. Eu sou um guitarrista.

Mas nós sabemos que ter 6 dedos é causado por uma mutação e mutações são sempre ruins.

É apenas uma questão de tempo. Genes dominantes sempre predominam em uma população.

30

© Fisher / Anderson

8 Durante a revolução industrial na Grã-Bretanha (1850-1900), a população de mariposas mudou. O que causou a mudança?

1850 99% mariposas sarapintadas → 1900 99% mariposas pretas

Eu acho que as mariposas precisaram ficar mais escuras para se protegerem dos pássaros.

Eu acho que a fuligem da queima do carvão deixou as mariposas cada vez mais escuras.

As mariposas escuras devem ter sobrevivido melhor no ambiente coberto de fuligem.

23

© Fisher / Anderson

Por que tantos cientistas estudam as células de levedura para entender a genética humana?

9

Vejam! Eu fiz uma grande descoberta sobre as células de levedura!!

Os genes da levedura são idênticos aos de humanos.

Os genes nas células das leveduras funcionam quase do mesmo jeito que os genes humanos, então podemos aprender bastante!

As leveduras têm DNA como nós, mas os genes não funcionam do mesmo jeito.

45

© Fisher / Anderson

Hall da fama dos lebetes: Quem é o mais apto?

10

"Barbatana" "Mancha" "Veloz" "Romeu"

"Barbatana" ganhará porque ele é maior e mais forte.

Não, "Mancha" é o mais apto. Ele gerou mais filhotes que os outros e todos eles sobreviveram.

Eu acho que o "Veloz" deveria ganhar porque ele é tão rápido!

Vocês estão todos errados. "Romeu" acasalou com muitas fêmeas. Ele é o mais apto.

5

© Fisher / Anderson

Qual é a parte aleatória da evolução?

11

A seleção natural é totalmente ao acaso. Você nunca sabe quem é o próximo a morrer.

A ocorrência de alterações no DNA é o evento mais aleatório.

Todas as partes da evolução são ao acaso.

Predadores pegam suas presas aleatoriamente.

29

© Fisher / Anderson

O que determina quantos filhotes os animais terão?

12

Eu acho que cada espécie tem tantos filhotes quanto ela necessita.

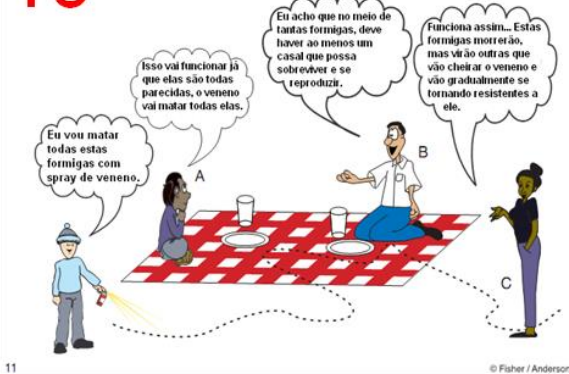
Não, os animais continuam se multiplicando havendo ou não comida suficiente.

Mas a maioria dos organismos não é como os camundongos. Eles param de se reproduzir quando há o suficiente.

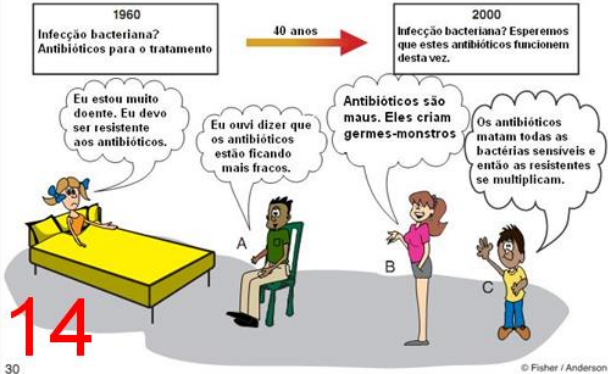
9

© Fisher / Anderson

13 A invasão das formigas



Por que os antibióticos não são tão eficientes quanto costumavam ser?



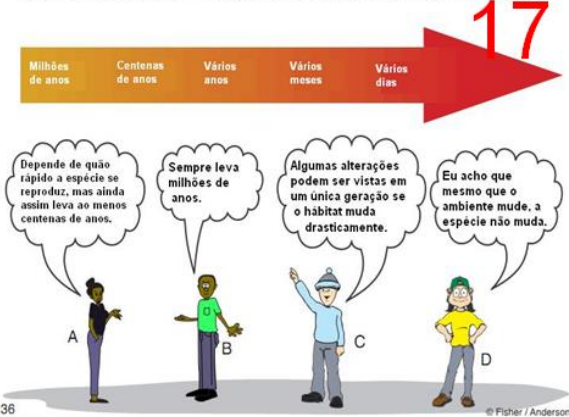
Quantos bebês sobreviverão para terem seus próprios bebês?



Quem sobreviverá para se reproduzir?



Quanto tempo a seleção natural leva para ocorrer?



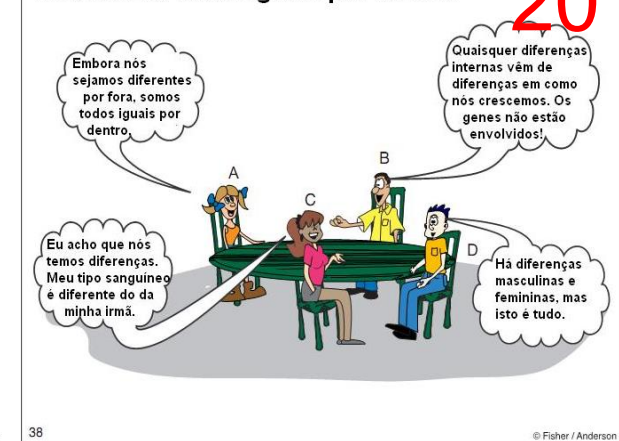
O que acontece quando partes do corpo não são usadas?



De onde vem a variação genética?



Nós somos todos iguais por dentro?



APÊNDICES

APÊNDICE A- QUESTIONÁRIO APLICADO NA ETAPA III DESTE ESTUDO



Pâmela Mello dos Santos

Orientadora: Prof^a Dr^a Marlise Ladvoat- Bartholomei-Santos

Este Questionário não pode ser repassado a terceiros por fazer parte de uma Pesquisa para obtenção de título de Mestrado.

Para responder as questões abaixo utilize apenas os SEUS CONHECIMENTOS, sem consulta a materiais de apoio ou ajuda de terceiros.

Leia atentamente as questões abaixo e assinale a resposta que considerar a correta. Justifique a sua escolha.

1- Se uma pessoa se exercitar frequentemente terá um aumento de massa muscular manterá sua boa forma. Os filhos que essa pessoa vier a ter no futuro:

- A) Herdarão a boa forma desse genitor.
- B) Terão chances herdar a boa forma desse genitor, mas vai depender também da herança recebida através do outro genitor.
- C) Terão boa forma, pois os genes de seu genitor foram alterados pelos exercícios.
- D) Terão que se exercitar também se quiserem manter sua boa forma.

2- João plantou uma muda de pinheiro em um vaso e Ana plantou uma muda da mesma espécie de pinheiro no solo.

- A) O pinheiro no solo ficará alto e dará muitas mudas altas.
- B) O pinheiro no vaso ficará baixo e dará muitas mudas baixas.
- C) Tanto A quanto B estão corretas.
- D) Se os dois pinheiros são da mesma espécie, suas mudas serão semelhantes, não importa como você os cultiva.

3- Qual das alternativas abaixo poderia ser considerada um exemplo de adaptação darwiniana?

- A) Uma pessoa viaja para um local de alta altitude e sente-se desconfortável e cansada nos primeiros dias, mas alguns dias depois começa a se sentir melhor.
- B) Uma pessoa tem um cão da raça São Bernardo, muito peludo. Ela se muda de uma cidade próxima ao polo norte para uma cidade em uma região tropical. No início o cão sofre com o calor, mas o dono tosa seu pelo bem curto, deixa muita água a sua disposição e ele aos poucos se adapta.
- C) Cactos são plantas adaptadas a climas desérticos. Populações de cactos adaptaram-se ao longo de muitas gerações.
- D) Se você se mudar para um país muito frio, onde há gelo e neve na maior parte do ano, apesar de estranhar no início, você poderá se adaptar ao frio.

4- O que é competição na natureza?

- A) Competição significa lutar e o indivíduo maior geralmente ganha.
- B) A maioria das competições envolve um esforço para conseguir alimento suficiente, ou ainda, conseguir água ou espaço.
- C) Na competição, um indivíduo tira algo do outro, como uma fêmea, por exemplo.
- D) Na natureza são principalmente os animais machos que competem.

5- Mudanças de plantas competem umas com as outras?

- A) Somente plantas de espécies diferentes competem entre si.
- B) Plantas não competem entre si, apenas os animais fazem isso.
- C) Mudanças competem por sol, água e nutrientes do solo.

D) Sempre há ar, sol, solo e água suficiente para as plantas, então não há necessidade de competir.

5- Considere uma população de patos vivendo em uma lagoa. O que acontece quando não há comida suficiente?

- A) Todos os patos vão trabalhar juntos para encontrar comida, pois eles cooperam entre si.
- B) Alguns patos vão ter que se adaptar para comer outros tipos de alimentos.
- C) Alguns patos não vão conseguir comida suficiente e poderão ficar fracos e doentes, podendo até mesmo não sobreviver.
- D) Os patos sempre vão lutar por comida e os maiores e mais fortes sempre vão conseguir mais quantidade.

6- A polidactilia (presença de 6 dedos) é uma característica de herança autossômica dominante. Se a característica “presença de 6 dedos” é dominante sobre a “presença de 5 dedos”, por que a maioria das pessoas não tem 6 dedos?

- A) Porque não há nenhuma vantagem real em ter 6 dedos, então essa característica não tem sua frequência aumentada por seleção natural.
- B) É apenas uma questão de tempo. Genes dominantes sempre predominam em uma população.
- C) Porque a presença de 6 dedos é causada por mutação e mutações são sempre ruins.
- D) Essa informação deve estar errada. A presença de 5 dedos deve ser dominante em relação à presença de 6 dedos.

8- Na Inglaterra, antes da Revolução Industrial, a forma clara (sarapintada) da mariposa Bistonbetularia predominava na região, com uma frequência de 99% das mariposas. Durante a Revolução Industrial a população de mariposas mudou. Em 1900, cerca de 99% das mariposas eram escuras (forma melânica). Uma explicação evolutiva para essa mudança seria:

- A) A fuligem da queima do carvão nas indústrias deixou as mariposas cada vez mais escuras.
- B) As mariposas precisaram mudar de cor para se protegerem dos pássaros em um ambiente poluído.
- C) As mariposas escuras devem ter sobrevivido melhor no ambiente coberto de fuligem.
- D) As mariposas claras devem ter migrado para outras regiões.

9- Por que muitos cientistas estudam as células da levedura para entender a genética humana?

- A) Porque os genes da levedura são idênticos aos genes humanos.
- B) Porque os genes nas células da levedura funcionam quase do mesmo jeito que os genes humanos, então é possível aprender bastante.
- C) As leveduras têm DNA, assim como os humanos, mas estudando células de levedura só é possível aprender genética da levedura.
- D) Porque as leveduras têm genes humanos.

10- Quatro peixes vivem em um aquário: Barbatana, Mancha, Veloz e Romeu. Barbatana é o mais forte de todos. Mancha gerou mais filhotes que os outros e todos sobreviveram. Veloz é o mais rápido de todos. Romeu acasalou com o maior número de fêmeas. Qual deles é o mais apto?

- A) Barbatana.
- B) Mancha.
- C) Veloz.
- D) Romeu.

11- Qual é a parte aleatória (ao acaso) na Evolução?

- A) A seleção natural é totalmente ao acaso. Nunca se sabe quem será o próximo a morrer.
- B) Predadores pegam suas presas aleatoriamente.
- C) A ocorrência de alterações no DNA é o evento mais aleatório.
- D) Todas as partes da Evolução são ao acaso.

12- O que determina quantos filhotes os animais terão?

- A) Cada espécie tem tantos filhotes quanto ela necessita.
- B) Os animais continuam se reproduzindo, havendo ou não, recursos suficientes, mas alguns ou vários filhotes podem morrer.
- C) Camundongos param de se reproduzir quando há filhotes suficientes.

D) O instinto dos animais determina o número de filhotes.

13- Milhares de formigas invadiram uma casa. O proprietário aplica um veneno.

- A) O veneno matará todas as formigas, já que elas são parecidas.
- B) Estas formigas morrerão, mas virão outras que vão gradativamente se acostumar com o veneno, tornando-se resistentes a ele
- C) O veneno causará mutações nas formigas, que se tornarão resistentes a ele.
- D) No meio de tantas formigas, deve haver ao menos um casal que possa sobreviver e se reproduzir.

14- Por que os antibióticos não são tão eficientes quanto costumavam ser?

- A) As pessoas estão se tornando resistentes aos antibióticos.
- B) Os antibióticos criam superbactérias.
- C) Os antibióticos causam mutações tornando as bactérias resistentes a eles
- D) Os antibióticos matam todas as bactérias sensíveis e as resistentes se multiplicam.

15- Uma galinha teve 12 pintinhos. Quantos sobreviverão para terem seus próprios filhotes?

- A) A taxa de mortalidade pode ser alta, mas é aleatória e totalmente imprevisível.
- B) Os pintinhos são todos fofos e todos vão sobreviver.
- C) Os bem adaptados ao ambiente têm melhores chances de sobrevivência.
- D) Adultos têm tantos filhotes quantos forem necessários para a próxima geração, então todos sobrevivem.

16- Em um jardim há quatro tipos de flores. O primeiro tipo é resistente a herbicidas. O segundo tipo tem folhas tóxicas para lagartas. O terceiro tipo precisa de pouca água para sobreviver. O quarto tipo tem uma coloração muito intensa e atrai vários tipos de insetos para polinização. Qual(is) dos tipos vai(ão) sobreviver para se reproduzir?

- A) Depende de vários fatores relativos ao ambiente do jardim, como uso ou não de herbicidas, presença ou ausência de lagartas, etc.
- B) Os tipos que atrai mais insetos tem maior chance de sobrevivência e de deixar mais descendentes.
- C) O tipo que precisa de pouca água para sobreviver será beneficiado em qualquer situação.
- D) Flores coloridas atraem muitos insetos, então sempre haverá muitas lagartas no jardim e as plantas do segundo tipo terão mais chance de sobrevivência.

17- Quanto tempo a seleção natural leva para ocorrer?

- A) Depende de quão rápida a espécie se reproduz, mas sempre leva ao menos algumas centenas de anos
- B) Sempre leva milhões de anos.
- C) Algumas alterações podem ser vistas em uma única geração se o hábitat muda drasticamente.
- D) Mesmo que o ambiente mude, as espécies não mudam.

18- O que acontece quando partes do corpo, por exemplo as asas de um pássaro, não são usadas?

- A) Elas atrofiam e a próxima geração também terá asas atrofiadas.
- B) A cada nova geração elas terão asas menores e mais fracas.
- C) Depois de algumas gerações esses pássaros serão como o kiwi, ave símbolo da Nova Zelândia, que não tem asas.
- D) Conquanto que os genes permaneçam os mesmos, as asas também permanecerão as mesmas.

19- De onde vem a variação genética?

- A) A variação genética é produzida por alterações (mutações) no DNA.
- B) A variação genética é produzida por seleção natural.
- C) A variação genética é resultado da adaptação.
- D) Todas as alternativas anteriores estão corretas.

20- Nós somos todos iguais por dentro?

- A) Embora sejamos diferentes por fora, somos todos iguais por dentro.
- B) Há variação interna e os diferentes tipos sanguíneos são um exemplo.
- C) Quaisquer diferenças internas vêm de diferenças em como nós crescemos, mas os genes não estão envolvidos
- D) Há apenas as diferenças masculinas e femininas.

**APÊNDICE B – FOLHA RESPOSTA DO QUESTIONÁRIO APLICADO NA
ETAPA III DESTE ESTUDO**



PESQUISA DE MESTRADO

Pâmela Mello dos Santos

Orientadora: Prof^{fa} Dr^a Marlise Ladvocat- Bartholomei Santos

Este Questionário não pode ser repassado a terceiros por fazer parte de uma Pesquisa para obtenção de título de Mestrado.

Para responder as questões utilize apenas os SEUS CONHECIMENTOS, sem consulta a materiais de apoio ou ajuda de terceiros.

CARTÃO RESPOSTA					JUSTIFIQUE SUA ESCOLHA
QUESTÃO	RESPOSTA				
	A	B	C	D	
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					

APÊNDICE C – JUSTIFICATIVAS DOS ESTUDANTES SOBRE AS RESPOSTAS ESCOLHIDAS NO QUESTIONÁRIO DA ETAPA III ORGANIZADOS PELAS TEMÁTICAS

* Todas as Respostas estão apresentadas na forma literal em que foram respondidas pelos estudantes, sem alterações ou correções.

Justificativas referente a TEMÁTICA LAMARCKISMO:

Questionamento	Estudante	Justificativa
1. Se uma pessoa se exercitar frequentemente terá um aumento de massa muscular e manterá sua boa forma. Os filhos que essa pessoa vier a ter no futuro:	E.1	Porque a pessoa com boa forma terá suas características adquiridas no meio, e os filhos irão herdar a herança e não o que será adquirido.
	E.2	Para as características serem transmitidas de pai para filho, devem estar presentes no DNA Com o aumento de massa muscular, foi adquirido com atividades variadas, e não geneticamente, os filhos para possuírem as mesmas condições dos pais devem seguir o mesmo padrão de vida.
	E.3	Fatores fenótipos não passam de geração à geração
	E.4	As coisas que mudamos agora não são transmitidas
	E.5	Pois apenas com exercícios os genes não mudam
	E.9	Características adquiridas ao longo da vida não são transmitidas à prole, somente as características que já nascem com o indivíduo serão transmitidas.
	E.10	Porque não tem nada a ver, o filho não herdará os bons hábitos do pai
	E.16	Musculação se obtém praticando com exercícios físicos. Modifica o físico, mas não altera o gene. Portanto, terão que exercitar-se também para obter tal forma.
	E.17	A condição física do progenitor não modifica os genes, não sendo herdado pelos filhos
	E.20	Características adquiridas, como o aumento da massa muscular, não afetam o DNA, portanto, não podem ser passadas para os descendentes através de genes.
E.22	Os filhos herdarão os genes que darão origem às características, doenças cromossômicas, mutações, porém, não tendo haver com a parte metabólica	
2: João plantou uma muda de pinheiro em um vaso e Ana plantou uma muda da mesma espécie de pinheiro no solo:	E.1	Independente de estar em um vaso ou no solo, se são da mesma espécie podem se desenvolver bem tanto em um vaso como no solo.
	E.2	Se as plantas são da mesma espécie, darão mudas semelhantes independente da maneira como a planta que gerou a muda viveu.
	E.3	Como são de mesma espécie, as mudas serão as mesmas, não importando o local em que são plantadas. Uma muda da planta cultivada em vaso pode ser plantada no solo e crescer.
	E.4	A muda é a mesma, então seus caracteres adquiridos agora não serão transmitidos adiante.
	E.5	Pois se desenvolve bem no seu ambiente adaptado
	E.6	Pela falta de espaço no vaso, a muda terá que se adaptar ao meio e a quantidade de nutrientes existente. O mesmo acontece no solo, onde há mais espaço e maior acesso a diferentes nutrientes.
	E.7	Letra C, porque as plantas tanto no solo, quanto no vaso, adaptam-se ao seu espaço determinado.
	E.9	Como no solo haverá uma maior abundância de nutrientes o pinheiro plantado no solo crescerá mais.
	E.10	Os nutrientes de cada local serão diferentes
	E.12	Não altera em nada, a muda vai crescer e vai ter que ser retirado do vaso de João, não alterando o modo como se planta.
E.16	No solo terá mais espaço para se desenvolver	
E.17	O espaço onde é cultivada a planta influencia em seu crescimento.	

	E.20	As características genéticas de determinada espécie são extremamente semelhantes, portanto, é provável que as duas mudas tenham alturas semelhantes.
	E.22	Os pinheiros são da mesma espécie, logo serão similares.
18. O que acontece quando partes do corpo, por exemplo, as asas de um pássaro, não são usadas?	E.1	Como é uma característica de genes, os próximos pássaros também terão asas.
	E.2	Não sei, por isso não responderei.
	E.3	Se os genes se mantiverem os mesmos, as mesmas características genéticas serão passadas para a prole, garantindo a permanência das asas.
	E.4	Não sofrerá alteração
	E.5	Quando não é usado, vai perdendo a habilidade.
	E.6	O uso ou não de determinada parte do corpo nada influencia nos genes. Através de mutações, pode ser que venham a nascer com órgão a mais ou a menos, podendo, assim, se adaptarem melhor e se reproduzirem até que se tornem a única espécie viva.
	E.7	Letra D, porque os genes continuam os mesmos, com as mesmas funções.
	E.9	Se o gene que determina a presença de asas não for modificado, as asas continuarão presentes.
	E.10	Temos a galinha como exemplo.
	E.12	Não sei justificar
	E.16.	A presença da asa está no gene. Mas irá ocorrer como o "bico dos passarinhos" que foi se modificando por questão de melhor adaptação.
	E.17	A teoria de Lamark, do uso e desuso é incorreta, pois as mudanças físicas não alteram os genes.
	E.20	O fato de um pássaro não usar suas asas não influencia nos seus genes, que serão passados às futuras gerações.
E.22	Será uma característica desnecessária que com o tempo se tornará um órgão vestigial.	

Justificativas referente a TEMÁTICA SELEÇÃO NATURAL E ADAPTAÇÃO:

Questionamento	Estudante	Justificativa
<p>3. Qual das alternativas abaixo poderia ser considerada um exemplo de adaptação darwiniana?</p>	E.1	Se a pessoa vive no calor e vai para um lugar com frio no início irá estranhar, mas depois irá se adaptar ao meio.
	E.2	Os cactos têm maiores chances de sobreviver devido às condições que o favorecem.
	E.3	Pelo fato da adaptação (segundo Darwin) ocorrer ao longo de várias gerações, onde fatores vão sumindo e aparecendo nos novos seres, julgo essa como a correta.
	E.4	Tentei ir por uma lógica e avaliando as outras questões.
	E.5	Pois a teoria de Darwin diz que ao longo do tempo nos adaptamos.
	E.6	Através da seleção natural, sobraram apenas os cactos já adaptados.
	E.7	Letra C, porque os cactos foram plantas que se adaptaram a climas desérticos e transmitiram isso para as futuras gerações das plantas.
	E.9	Os cactos que são adaptados a ambientes desérticos, e foram selecionados para este ambiente.
	E.10	Porque o ser humano se adaptaria facilmente no frio.
	E.12	Com o passar das gerações cactos se adaptaram ao clima, e com isso conseguem viver nele.
	E.17	Teoria semelhante a do pescoço das girafas. Lei do uso e desuso. Capacidade de gerar diversidades devido adaptações.
	E.20	As adaptações a que Darwin se refere são genéticas, seguindo a regra da sobrevivência do mais apto, que passa seus genes aos descendentes.
E.22	Os cactos se adaptaram ao ambiente geneticamente, diferentemente das outras opções.	

Justificativas referente a TEMÁTICA SELEÇÃO NATURAL E COMPETIÇÃO:

Questionamento	Estudante	Justificativa
4: O que é competição na natureza?	E.1	A competição, ocorre tanto em indivíduos da mesma espécie (intraespecífica), quanto em indivíduos de espécies diferentes (interespecífica), onde existe uma disputa de algum recurso como alimento, água, luminosidade, território, fêmea ou macho, entre outros.
	E.2	Animais costumam competir por espaço, fêmea, água, comida, etc.
	E.3	Embora haja outros tipos, geralmente as competições são por espaço, alimentos/nutrientes, podendo ser tanto entre plantas como animais.
	E.4	Avaliei as outras questões e achei essa melhor
	E.5	Competição entre animais principalmente é por comidas/necessidades ou fêmeas
	E.6	Na competição, há uma disputa onde apenas um lado é beneficiado.
	E.7	Letra B, porque tanto animais quanto plantas competem na natureza para garantir sua sobrevivência, seja essa competição por água, espaço, ou até pela fêmea.
	E.9	Competição ocorre entre dois indivíduos e ocorre luta, geralmente a competição é por alimento ou fêmea. Competição ocorre entre dois indivíduos e ocorre luta, geralmente a competição é por alimento ou fêmea.
	E.10	É assim que acontece na natureza
	E.12	Competição é “brigar” para conseguir algo, seja por espaço, fêmea e etc.
	E.16	Competição ocorre por busca de alimentos, fêmea, espaço, habitat e na fuga do perigo.
	E.17	Os machos são os maiores competidores do reino animal, competindo por presas, fêmeas e território.
	E.20	Competição, na natureza, se relaciona ao esforço que determinado indivíduo faz para garantir a sua sobrevivência.
E.22	A competição na natureza se dá por um fim que se deseja, seja ele uma fêmea, comida ou território.	
5. Mudanças de plantas competem umas com as outras?	E.1	Creio que há uma interferência causada por algumas plantas sobre o desenvolvimento de outras.
	E.2	Uma muda pode competir para ganhar seu espaço em determinado local, por exemplo.
	E.3	As espécies competem por nutrientes e luz solar quando estão próximas umas das outras. Geralmente, as espécies maiores acabam “tomando” a luz solar das menores, dificultando o processo de fotossíntese.
	E.4	Não tem o porquê e nem como elas competirem
	E.5	Competem pelo que necessitam.
	E.6	
	E.7	Letra C, porque assim como foi dito na justificativa acima, plantas e animais lutam pela sua sobrevivência.
	E.9	Mudas e plantas plantadas no mesmo solo estão sujeitas a competir por nutrientes do solo e água .
	E.10	Sempre vai ter nutrientes o suficiente
	E.12	Plantas competem sim, como por exemplo, o eucalipto, se colocar alguma árvore perto, essa não se desenvolverá por que o eucalipto necessita de muita água.
	E.16	Há competição também nas plantas. Elas disputam por melhores condições para se desenvolver. As melhores adaptadas se desenvolverão melhor.
	E.17	Acredito que as plantas competem entre si, pois não há lugar para todas.
	E.20	Ao haver falta de água, sol ou nutrientes, as plantas irão competir umas com as outras para garantir sua sobrevivência.
E.22	Plantas precisam de nutrientes, água e sol, quando estão muito próximas elas competem pela sobrevivência.	

6. Considere uma população de patos vivendo em uma lagoa. O que acontece quando não há comida suficiente?	E.1	Alguns irão conseguir comida e sobreviver, outros não, podendo morrer.
	E.2	Acredito que alguns patos deverão buscar comida de outras fontes e lutar por ela, uma vez que haverá competição entre eles.
	E.3	Acredito que os patos que não conseguirem suas devidas comidas, acabarão por ficar fracos e doentes, justamente por não terem seu acesso ao seu alimento.
	E.4	Alguns vão procurar outro tipo de alimento e outros poderão ficar sem se alimentar e ficarem fracos.
	E.5	Pois ocorre a competição pela comida.
	E.6	
	E.7	Letra B, porque se não se adaptarem a outros alimentos, os patos têm a grande chance de não sobreviver.
	E.9	Com a falta de alimento os patos poderão entrar em competição e os que não conseguirem alimento podem morrer.
	E.10	Porque patos são cooperativos
	E.12	Os patos que se adaptarem a viver nesse lugar sem muito alimento sobreviverão.
	E.16	Os mais adaptados e em melhores condições, o maior e mais forte, por exemplo, conseguirão mais alimentos que os menores. Portanto, os menores ficarão prejudicados quando ocorrer essa situação.
	E.17	Como em todo o reino animal há competição, onde os mais fortes vencem.
	E.20	Os patos competirão entre si. Não necessariamente o maior e mais forte conseguirá alimento, mas sim o mais adaptado. Os que não o forem perecerão. Além disso, a adaptação para comer outros alimentos ocorre ao acaso e demora gerações.
	E.22	O mais adaptado ao ambiente com escassez de comida sobreviverá.

Justificativas referente a TEMÁTICA SELEÇÃO NATURAL:

Questionamento	Estudante	Justificativa
7. A polidactilia (presença de 6 dedos) é uma característica de herança autossômica dominante. Se a característica “presença de 6 dedos” é dominante sobre a “presença de 5 dedos”, por que a maioria das pessoas não tem 6 dedos?	E.1	As pessoas que tem 6 dedos são mínimas, então a característica dominante são as pessoas com 5 dedos.
	E.2	A característica de ter seis dedos pode estar presente no DNA dos pais, mas não apresentarem mutação, enquanto os filhos apresentam.
	E.3	Conforme as gerações passarem, as características dominantes acabarão por se tornarem praticamente onipresentes.
	E.4	A presença de 5 dedos é dominante sobre a presença de 6 dedos por ela ser uma mutação.
	E.5	Creio que o dominante é 5 dedos pois é bem mais comum é raro a polidactilia
	E.6	A presença de 6 dedos tem caráter recessivo.
	E.7	Letra D, porque a presença de 6 dedos é uma mutação, sendo a presença de 5 dedos dominante.
	E.9	Não há vantagens em ter 6 dedos, portanto esta característica não é selecionada.
	E.10	A informação está errada, o gene predominante são de 5 dedos.
	E.12	Não sei justificar
	E.16	Presença de 5 dedos é dominante perante a presença de seis, visto que, ter um dedo a mais é considerado uma mutação, mas mutação nem sempre é ruim.
	E.17	Se a Polidactillia fosse uma característica dominante a maioria da população teria 6 dedos.
	E.20	Não havendo vantagem em relação a essa característica, ela não se torna dominante por causa da seleção natural, que não a prefere em relação à presença de 5 dedos, nesse caso.
E.22	Para que uma característica tenha mais sucesso em ser passada adiante, não basta apenas ser proveniente do gene dominante, ela precisa apresentar uma vantagem para ser selecionada.	
8. Na Inglaterra, antes da Revolução Industrial, a forma clara (sarapintada) da mariposa <i>Biston betularia</i> predominava na região, com uma frequência de 99% das mariposas. Durante a Revolução Industrial a população de mariposas mudou. Em 1900, cerca de 99% das mariposas eram escuras (forma melânica). Uma explicação evolutiva para essa mudança seria:	E.1	Devido ao ambiente, as mariposas escuras sobreviveram em relação às claras.
	E.2	As mariposas claras estavam mais visíveis, enquanto as mais escuras se camuflavam melhor com a presença da fuligem no ambiente. Portanto, as mariposas brancas acabaram sendo predadas com mais facilidade.
	E.3	As mariposas escuras acabavam se camuflando nas paredes poluídas pela revolução industrial, garantindo maior sobrevivência da espécie.
	E.4	As escuras sobreviveram porque conseguiam se esconder melhor durando a revolução industrial.
	E.5	Sobreviveram melhor pois estavam "camufladas" por causa das indústrias.
	E.6	Em meio à fuligem, as mariposas escuras não eram perceptíveis, o que impedia a ação de seus predadores.
	E.7	Letra C, porque as mariposas escuras puderam camuflar-se de predadores nas regiões cobertas de fuligem. Com isso, as mesmas conseguiram reproduzir-se em alta escala sem serem ameaçadas.
	E.9	A fuligem estava por todo ar, como os muros e paredes ficaram mais escuros as mariposas também, e assim conseguiam se proteger melhor.
	E.10	Porque vai gerar mais descendentes.
	E.12	Se adaptaram melhor ao meio.
	E.16	O fato de o carvão deixar as mariposas com essa coloração possibilitou maior vantagem perante as que não tiveram essa coloração e foram extintas. A coloração disfarçou as mariposas.
	E.17	Com a queima de carvão das indústrias, as borboletas tornaram-se escuras.
	E.20	As mariposas claras se tornaram mais visíveis no ambiente coberto de fuligem, sendo predadas mais facilmente. As mariposas escuras, agora melhor adaptadas, sobreviveram e passaram seus genes para as próximas gerações.

	E.22	As mariposas ficaram expostas nesse ambiente por causa da fuligem que as deixou muito em evidência para predadores.
10. Quatro peixes vivem em um aquário: Barbatana, Mancha, Veloz e Romeu. Barbatana é o mais forte de todos. Mancha gerou mais filhotes que os outros e todos sobreviveram. Veloz é o mais rápido de todos. Romeu acasalou com o maior número de fêmeas. Qual deles é o mais apto?	E.1	Pois ele acasalou com o maior número de fêmeas.
	E.2	Acredito que o Mancha, uma vez que ele está perpetuando a espécie.
	E.3	Já que os filhotes sobreviveram, é mais provável que Mancha seja o mais apto pois sua prole é propícia à sobrevivência.
	E.4	Todos se adaptaram e conseguiram sobreviver.
	E.5	Peixe mancha, pois conseguiu sobreviver e seus filhotes também.
	E.6	Mancha, por ter mais descendentes, acabará, com o tempo, sendo o único “modelo” de peixe a habitar o aquário.
	E.7	Letra B, porque o Mancha foi o que teve os filhotes os quais todos sobreviveram. Com isso, dá mais chances da espécie ter mais descendentes na natureza.
	E.9	Mancha, por conseguir gerar um numero maior de descendentes.
	E.10	Porque vai gerar mais descendentes.
	E.12	Mancha, por que gerou mais filhotes e todos sobreviveram.
	E.16	Veloz é o mais rápido. Portanto, obterá mais alimento e saíra na frente dos demais.
	E.17	Mancha teve vários filhos e nenhum deles morreu, provando que ele seria o mais apto.
E.20	O mais apto é aquele que consegue sobreviver em condições desfavoráveis. Em um aquário, estas não existem, e todos possuem adaptações para situações específicas.	
E.22	No ambiente aquário, pouco importava ser o mais veloz, ou o mais forte, porque não precisavam disputar por comida, mas sim qual dos peixes conseguiria manter a espécie viva.	
11. Qual é a parte aleatória (ao acaso) na Evolução?	E.1	Seleção natural é o resultado simples da variação, reprodução diferencial e hereditariedade, não tem objetivos próprios.
	E.2	Não sei, por isso não responderei.
	E.3	Fiquei em dúvida sobre a questão, não conseguindo responder.
	E.4	Ninguém nunca sabe quando vai morrer, pode ser ao acaso.
	E.5	Como diz a questão, é difícil saber o que vai acontecer.
	E.6	As mutações acontecem aleatoriamente, sem aviso prévio.
	E.7	Letra C, porque no DNA ocorrem mutações, etc. que são eventos considerados aleatórios.
	E.9	Predadores na maioria das vezes optam pela presa mais vulnerável, tornando-a ao acaso.
	E.10	Porque a mutação do DNA é o mais difícil de acontecer.
	E.12	Por que no DNA ocorrem mutações frequentes.
	E.16	Evolução é ao acaso. E não é melhora, é modificação.
	E.17	A evolução é um acontecimento aleatório.
	E.20	As mutações são completamente aleatórias, mas é possível prever quais se manterão se forem analisadas, quais mutações deixam os indivíduos mais ou menos adaptados em determinado ambiente.
E.22	Ocorrendo mudança de uma simples base nitrogenada uma grande mudança na função de uma proteína, mudanças que podem ser úteis ou podem gerar doenças.	
13. Milhares de formigas invadiram uma casa. O proprietário aplica um veneno.	E.1	Sempre haverá algumas formigas que conseguiram resistir.
	E.2	Esse casal de formigas que sobreviveu e teve contato com o veneno, pode ter tido seu DNA modificado. Assim, os filhos possivelmente estarão mais resistentes.
	E.3	Algo muito parecido ocorre com os remédios, onde as bactérias que sobrevivem e reproduzem se tornam gradativamente resistentes a eles. Nesse caso, as novas gerações das formigas que sobreviveram se tornarão imunes.
	E.4	Pode acontecer, como os seres humanos se adaptam também.
	E.5	Se não ocorresse isso, seriam extintas.

	E.6	Se apagada a rota que as formigas deixam ao se locomoverem, algumas poderão se distanciar e se perder, fazendo com que, com o tempo, apareça outra infestação em um ponto diferente da casa.
	E.7	Letra B, porque conforme a adaptação das formigas ao veneno, este mesmo deve ser mais forte.
	E.9	As formigas que sobreviverem ao veneno se tornarão mais resistentes a ele.
	E.10	Porque provavelmente terá alguma resistente ao veneno.
	E.12	Não sei justificar.
	E.16	Alguma normalmente irá permanecer, devido o fato de possuir alguma resistência ao veneno.
	E.17	O veneno irá matar todas as formigas porque elas são iguais.
	E.20	As formigas não se “acostumam” ao veneno. Aquelas que possuem algum gene que garanta resistência a ele sobreviverão, passando-o para as próximas gerações.
	E.22	A variabilidade genética em momentos de mudança é capaz de encontrar um espécime que poderá sobreviver.
14. Por que os antibióticos não são tão eficientes quanto costumavam ser?	E.1	Alguns antibióticos causam efeitos contrários e não agindo na eficaz.
	E.2	As bactérias que resistiram a ação do antibiótico se multiplicam e assim, as informações são transmitidas.
	E.3	Da mesma forma como na questão anterior, as bactérias resistentes sobrevivem e se reproduzem, gerando assim gerações imunes.
	E.4	Elas se adaptam se usar continuamente.
	E.5	Pois as bactérias estão tornando-se resistentes a eles.
	E.6	Através de mutações, algumas espécies podem se tornar resistentes aos antibióticos, sendo as sobreviventes, que acabarão se reproduzindo.
	E.7	Letra C, porque cada vez que aplicado às bactérias, elas criam um certo tipo de imunidade contra o antibiótico.
	E.9	Com o uso contínuo, as pessoas vêm desenvolvendo uma espécie de resistência, com isso tem diminuído a eficiência dos antibióticos.
	E.10	O ser humano está criando anticorpos contra os antibióticos
	E.12	Porque os antibióticos são para organismos vivos como bactérias.
	E.16	As bactérias resistentes ao antibiótico irão permanecer e se reproduzir (multiplicar)
	E.17	Com o consumo descontrolado, os antibióticos não têm mais o mesmo efeito contra as bactérias.
	E.20	Os antibióticos selecionam as bactérias. As que possuem genes de resistência a ele sobrevivem, passando esse gene para os descendentes, enquanto os sensíveis ao antibiótico morrem.
E.22	As pessoas costumam não fazer o tratamento adequadamente e com isso algumas bactérias sobrevivem e acabam se adaptando aos antibióticos, com isso são necessários antibióticos mais fortes.	
15. Uma galinha teve 12 pintinhos. Quantos sobreviverão para terem seus próprios filhotes?	E.1	É meio que imprevisível saber quantos irão ou não sobreviver.
	E.2	Os pintinhos que estiverem mais adaptados às condições terão mais chance de sobreviver. Por exemplo: a tonalidade de suas penas podem o ajudar a se camuflar dos predadores.
	E.3	O filhote que melhor se adaptar, tem maior chance de sobreviver.
	E.4	Por lógica
	E.5	Qualquer animal melhor adaptado tem mais chance de sobreviver
	E.6	Irá sobreviver os mais adaptados, porque terão mais força para adquirir os nutrientes do ambiente. Os restantes serão prejudicados pela falta dos nutrientes necessários.
	E.7	Letra C, porque os que se adaptarem melhor ao ambiente e encontrarem recursos, serão os mais aptos a sobrevivência.
	E.9	Os pintinhos mais fortes e que melhor se adaptarem ao ambiente em que nascerem terão as melhores chances de sobrevivência.
	E.10	Única que faz sentido até porque os pintinhos são todos recém-nascidos e não sabem nada de sobrevivência.
	E.12	Não temos como saber.

	E.16	Sempre o melhor adaptado terá melhores condições de sobrevivência. Na evolução a questão adaptação é bastante significativa.
	E.17	Os mais adaptados e mais fortes sempre terão mais chance de sobreviver.
	E.20	Por meio da seleção natural, aqueles que possuem genes favoráveis ao ambiente sobreviverão, enquanto aqueles menos adaptados perecerão.
	E.22	Os mais adaptados ao ambiente terão mais chances de sobrevivência.
16. Em um jardim há quatro tipos de flores. O primeiro tipo é resistente a herbicidas. O segundo tipo tem folhas tóxicas para lagartas. O terceiro tipo precisa de pouca água para sobreviver. O quarto tipo tem uma coloração muito intensa e atrai vários tipos de insetos para polinização. Qual (is) dos tipos vai (ão) sobreviver para se reproduzir?	E.1	Depende dos fatores ao seu ambiente e de alguns insetos relativos ao ambiente.
	E.2	Cada planta é melhor adaptada a uma condição específica. Ex.: o primeiro tipo terá vantagens para sobreviver perante as outras se herbicidas forem aplicados naquela região.
	E.3	Tudo irá variar dependendo da condição do ambiente.
	E.4	Depende do local onde elas estão no jardim.
	E.5	Será beneficiado o que precisar de menos recursos para sobreviver.
	E.6	Se forem plantadas em um lugar que receba muita água, será prejudicada aquela planta que precisa de pouca água, assim como se o ambiente for propício ou não a proliferação de insetos, influenciará na vida da planta colorida, etc.
	E.7	Letra A, porque para saber qual sobreviverá, deve-se analisar o ambiente, se é propício ou não para cada tipo de planta citada.
	E.9	São diversos fatores que irão determinar quais plantas irão sobreviver, dependerá do jardim em que forem cultivadas.
	E.10	Mesmo motivo dos peixes, ela vai gerar mais descendentes e quanto mais descendentes mais tempo ela vai durar.
	E.12	Não sei a resposta.
	E.16	Flores coloridas chamam mais atenção dos insetos e polinizadores. Por conter substância tóxica para determinados seres, o segundo tipo sobreviverá por um período maior, podendo, então, reproduzir mais.
		E.17
	E.20	Adaptações são consideradas favoráveis ou desfavoráveis dependendo do ambiente. Desta forma, é necessário levar isso em conta para saber quais sobreviverão.
	E.22	A polinização permite que o pólen caia em outros lugares e não dispute com a planta mãe água e nutrientes, dispersando para um local fértil o inseto ajuda a perpetuar a existência da espécie.
17. Quanto tempo a Seleção Natural leva para ocorrer?	E.1	É muito relativo, mas geralmente leva anos e anos.
	E.2	Um exemplo disso são as mariposas brancas e mais escuras na região industrial coberta de fuligem. Com o tempo as brancas foram sumindo do espaço por serem predadas mais facilmente.
	E.3	Pelo fato da seleção natural ser dada por meio da adaptação no ambiente, mudanças drásticas geram uma seleção rápida. Pode-se citar o fato da revolução industrial, onde os níveis de poluição se tornaram altos em pouco tempo, fazendo as mariposas escuras sobreviverem mais que às claras.
	E.4	Tentei ir por uma lógica.
	E.5	Depende da espécie e habitat, principalmente.
	E.6	Com uma mudança drástica no ambiente, pode haver até a extinção de uma espécie, fazendo com que outra semelhante, que representava 10% da população, se torne a única sobrevivente.
	E.7	Letra C, porque se for mudado drasticamente o ambiente, os animais que querem sobreviver, deverão tentar adaptar-se ao novo meio.
	E.9	Se por exemplo o habitat mudar drasticamente, somente os indivíduos que conseguirem sobreviver às mudanças serão selecionados para o ambiente.
	E.10	Porque nada é do dia pra noite
	E.12	Não sei justificar
	E.16	Em um curto prazo é possível ver apenas pequenas alterações se o habitat for alterado.
		E.17

	E.20	Embora a seleção natural possa levar anos para ocorrer, também é possível que demore pouquíssimo tempo, como no caso das mariposas claras e escuras na Revolução Industrial inglesa, que forem selecionadas rapidamente pela mudança abrupta do ambiente.
	E.22	Se supostamente caísse um meteoro na terra e não existisse mais sol os indivíduos com menos melanina se adaptariam melhor que os indivíduos com mais melanina.

Justificativas referente a TEMÁTICA SELEÇÃO NATURAL E REPRODUÇÃO:

Questionamento	Estudante	Justificativa
12. O que determina quantos filhotes os animais terão?	E.1	Cada espécie tem a sua necessidade de reprodução.
	E.2	Havendo condições ideais, os animais continuam se reproduzindo.
	E.3	Os animais continuam reproduzindo, sem grande importância com a situação atual, tal fator que determina a sobrevivência dos filhotes.
	E.4	Se não se adaptarem poderão morrer.
	E.5	Cada espécie tem um número diferente e varia pelo seu instinto, habitat e etc.
	E.6	O ambiente influencia na sobrevivência dos filhotes, enquanto os animais se reproduzem continuamente.
	E.7	Letra B, porque por mais que continuem se reproduzindo, muitos vão nascer sem recursos para continuar sobrevivendo.
	E.9	O instinto de cada animal influencia no número de filhotes.
	E.10	
	E.12	Não sei justificar.
	E.16	A reprodução deles continuará.
	E.17	As espécies não têm uma noção da quantidade de filhos que devem ter.
	E.20	Ter mais filhotes aumenta a chance de mutações favoráveis, sobrevivendo aqueles mais aptos.
E.22	Os animais não têm um número de filhotes estipulado para produzir, produzirão o quanto será necessário para manter a espécie.	

Justificativas referente a TEMÁTICA GENÉTICA:

Questionamento	Estudante	Justificativa
9. Por que muitos cientistas estudam as células da levedura para entender a genética humana?	E.1	Não sei a resposta, por isso não irei marcar.
	E.2	Não sei, por isso não responderei.
	E.3	Pela semelhança do funcionamento genético, é possível fazer comparações dos genes humanos com os da levedura, colaborando para o aprendizado.
	E.4	Achei ela melhor do que as outras.
	E.5	Compreendo que sejam parecidas.
	E.6	O acesso às células das leveduras é mais simples, se comparado ao gene humano, além de terem um funcionamento semelhante.
	E.7	Letra D, porque cada ser tem uma genética diferente, portanto, mesmo com a existência do DNA como o ser humano, o estudo da genética da levedura só serve para ela.
	E.9	Pela semelhança do funcionamento dos genes.
	E.10	Única explicação possível.
	E.12	Não sei a resposta pois, não lembro a matéria.
	E.16	Leveduras não têm os genes idênticos aos humanos, mas é semelhante. Assim, possibilita o estudo desejado.
	E.17	Penso que seja a mais correta, porém não sei como explicar o porquê.
	E.20	É possível aprender sobre DNA, mas as leveduras possuem genética própria, não aplicada aos seres humanos.
E.22	Fungos são animais que têm células muito parecidas com as células de seres humanos.	
19. De onde vem a variação genética?	E.1	A variabilidade genética é resultado da recombinação genética e o acúmulo de mutações, em um indivíduo ou em um grupo, que ocorrem em decorrência dos processos naturais do próprio organismo ou por exposição a fatores externos.
	E.2	A variação genética ocorre nos genes, ou seja, DNA.
	E.3	Todos os fatores estão certos, primeiro pelo fato que só ocorrerá variação genética se ocorrerem alterações no DNA. Segundo, a seleção natural determina quem viverá para poder ocorrer a variação e terceiro pelo fato da variação depender desta seleção.
	E.4	Fui por uma lógica
	E.5	Com a mudança os genes e etc
	E.6	Tanto as mutações como a seleção natural e a adaptação podem fazer com que, com o passar do tempo, haja uma mudança em determinada porção de uma espécie.
	E.7	Letra D, porque tanto mutações, quanto seleção natural e adaptação fazem com que ocorra a variação genética.
	E.9	As mutações geram uma maior variabilidade genética.
	E.10	Todas corretas
	E.12	Todas são variações genéticas
	E.16	Indivíduos melhores adaptados irão continuar sobrevivendo, enquanto os menos adaptados, aos poucos, vão sendo extintos ou migrando para outros lugares.
	E.17	Os genes são responsáveis pelas variações genéticas.
	E.20	Variações genéticas ocorrem quando ocorrem mutações no DNA. A seleção natural a seleciona, embora não a crie.
E.22	A variação vem da meiose na parte do crossing-over.	
20. Nós somos todos iguais por dentro?	E.1	Por fora podemos ser iguais, mas por dentro, apesar de ter os mesmos órgãos, temos células, e tipos sanguíneos diferentes.
	E.2	Embora sejamos todos humanos, possuímos várias características genéticas diferentes que podem influenciar interna ou externamente.
	E.3	Há diferenças entre cada ser, embora tenham fatores muito parecidos. Os genes são um exemplo, já que cada um tem uma cor de cabelo, pele, etc. Se fôssemos iguais por dentro, não haveria diferença entre os seres.

	E.4	Somos iguais, porém há algumas alterações.
	E.5	Creio que não somos iguais, pois existem muitas pessoas com as próprias mutações que acabam diferenciando.
	E.6	Todos temos DNAs individuais, não há repetição.
	E.7	Letra B, porque há sangue, células, etc. que diferem seres humanos de outros.
	E.9	Por maior que seja a semelhança interna dos indivíduos, há certas coisas que os diferenciam.
	E.10	Temos muitas diferenças.
	E.12	Somos diferentes por dentro em vários fatores, como por exemplo, DNA.
	E.16	Há variação.
	E.17	Temos várias semelhanças, porém cada um tem sua singularidade.
	E.20	Embora nosso DNA seja extremamente semelhante, a ordem de suas bases nitrogenadas muda, o que justifica as diferenças entre as pessoas.
	E.22	Somos diferentes na medida em que às vezes as pessoas manifestam anomalias diversas com quais nasceram, e nosso DNA também é um exemplo disso.

APÊNDICE D – MANUSCRITO

As concepções de estudantes do Ensino Médio sobre Evolução Biológica

Seção: Investigações em Ensino de Ciências

RESUMO

Considerando a relevância do estudo da Evolução Biológica no Ensino Médio, justificada pelo papel unificador e integrador deste tema para os demais assuntos biológicos, nesta investigação buscamos conhecer as concepções de estudantes de Ensino Médio sobre a temática em dois momentos distintos que denominamos Etapa I e Etapa II. A primeira etapa da pesquisa identificou as concepções sobre Evolução Biológica de estudantes após as aulas sobre o tema, utilizando *cartoons* contendo questões sobre as temáticas Lamarckismo, Seleção Natural, Seleção Natural e Adaptação, Seleção Natural e Reprodução, Genética, Seleção Natural e Competição. A etapa II compreendeu a aplicação de um questionário, com questões similares aos *cartoons*, um ano após a realização da primeira etapa. A partir destas duas etapas foi possível reconhecer os seguintes entendimentos duradouros sobre o tema: características adquiridas não são herdadas; adaptação não é o mesmo que se acostumar a novas condições ambientais; a competição pode ser inter ou intraespecífica, ocorrendo por várias razões; a seleção natural está relacionada à maior chance de sobrevivência e reprodução; algumas semelhanças e diferenças entre organismos podem ser explicadas por variações no DNA; a sobrevivência é influenciada por vários fatores, mas os indivíduos melhores adaptados têm maiores chances de sobreviver. Entre os equívocos que persistiram estão o desuso sendo responsável pela atrofia herdada de partes do corpo e a dominância de um fenótipo como uma representação de quantidade na população. A pertinência de conhecer estas concepções vai ao encontro da importância de se construir um ensino com mais significado e sentido, onde os assuntos sejam compreendidos de forma integrada.

Palavras-chaves: Evolução Biológica, Ensino de Ciências, Concepções duradouras.

INTRODUÇÃO

A relevância de ensinar a temática Evolução Biológica de forma integrada, conferindo sentido aos demais assuntos biológicos, fica bem estabelecida nos documentos que norteiam a educação no Brasil e na literatura especializada (BRASIL, 2000; BRASIL 2013; BRASIL, 2016; DOBZHANSKY, 1973; FUTUYMA, 2002; MEYER e EL-HANI, 2005; SANTOS e CALOR, 2007).

Na atualidade, a polissemia dos termos (conjunto de vários sentidos de uma mesma palavra) e a disseminação do termo Evolução podem gerar dúvidas e questionamentos sobre a validade do ensino de temas como a Evolução Biológica. Portanto, é importante que tenhamos clareza conceitual da temática em questão: o que se entende por Evolução? Segundo Futuyma (2002), a Evolução Biológica consiste na mudança das características hereditárias de grupos de

organismos ao longo das gerações. Grupos de organismos, denominados populações e espécies, são formados pela divisão de populações ou espécies ancestrais; posteriormente, os grupos descendentes passam a modificar-se de forma independente. Portanto, numa perspectiva de longo prazo, a Evolução é a descendência, com modificações, de diferentes linhagens a partir de ancestrais comuns. Conforme Ridley (2006, p.28), “Evolução significa mudança, mudança na forma e no comportamento dos organismos ao longo de gerações”.

Para Meyer e El-Hani (2005), a evolução, tratada como sendo a modificação das espécies ao longo do tempo, lança luz sobre a nossa compreensão dos seres vivos de dois modos. Em primeiro lugar, ela implica que há relações de parentesco entre os seres vivos; para cada organismo vivo, há ancestrais que o precederam. Em segundo lugar, a evolução nos permite investigar como ocorreram as mudanças nos seres vivos.

Para Santos e Calor (2007), apesar de ser considerada como suporte dos demais temas biológicos, a Teoria da Evolução também pode contribuir no ensino de Biologia organizando e estruturando os saberes biológicos. Entretanto, os mesmos autores salientam que a maneira tradicional do ensino nas escolas do Brasil acaba por simplificar o ensino dos assuntos evolutivos de forma inadequada nos aspectos históricos e conceituais.

Outra dificuldade, percebida e sinalizada, está relacionada à fragmentação do ensino de Biologia por temas, fazendo com que o aluno não consiga representar os fenômenos naturais de forma integrada e perca o interesse pelo conhecimento biológico, uma vez que não vê coerência nos temas estudados e não entende como os conteúdos abordados se relacionam com explicações sobre os seres vivos (ANDREATTA, MEGLHIORATTI, 2009).

É importante destacar o papel significativo atribuído aos assuntos evolutivos quanto a dar sentido à aprendizagem de Biologia. Para que o ensino seja significativo, o assunto estudado também deve ter sentido aos olhos dos estudantes. Os assuntos biológicos podem cumprir este papel se trabalhados na ênfase integradora que a literatura atribui:

Explorar e compreender os processos biológicos que permitem a continuidade da vida é no mínimo instigante. Entender os mecanismos que possibilitaram o cenário vivo atual do planeta, considerando o sucesso genético das populações, selecionadas pelos seus ambientes e observar as peculiaridades das relações que os organismos vivos estabeleceram ao longo do tempo e das mudanças geológicas e percebendo a dimensão da biodiversidade atual é além de desafiador, curioso e fascinante (MEYER, EL-HANI, 2005).

Talvez esse tenha sido um dos motivos que fizeram Charles Darwin dizer que estava impressionado profundamente com os fatos relativos à distribuição dos seres organizados que

povoam este continente (DARWIN, 1859). A importância do estudo da Biologia Evolutiva ficou imortalizada na frase de Dobzhansky (1973, p.) ao referir-se ao ensino de Biologia em uma perspectiva evolutiva: “Visto à luz da evolução, a Biologia é, talvez, a Ciência mais gratificante e inspiradora. Sem essa luz torna-se uma pilha de fatos, diversos deles interessantes ou curiosos, mas sem fazer nenhum sentido”.

É na perspectiva de reconhecer quais as concepções que estão permanecendo em estudantes, concluintes do Ensino Médio, sobre este tema de tamanha relevância que esta pesquisa foi desenvolvida. O objetivo deste estudo foi identificar as concepções sobre Evolução Biológica logo após o estudo do tema, assim como as que permanecem um ano após as aulas deste tema e que possivelmente persistirão.

METODOLOGIA

O estudo foi realizado em duas etapas distintas realizadas em momentos diferentes. Na primeira etapa buscamos identificar as concepções de uma turma de estudantes do segundo ano do Ensino Médio de uma escola particular localizada no Rio Grande do Sul, logo após as aulas sobre Evolução Biológica (EB). A segunda etapa ocorreu um ano após a realização da primeira e procurou identificar as concepções que permaneceram após este período.

A Etapa I consistiu na apresentação de 20 *cartoons* sobre o tema, como ferramenta diagnóstica, com o auxílio de um data show. Cada *cartoon* contém uma figura (desenho) e um questionamento. Os estudantes marcaram a resposta que consideraram correta em uma folha com um quadro-resposta. Quatorze estudantes participaram desta etapa, que ocorreu logo após as aulas sobre a temática. Os assuntos estudados incluíram: Evidências da evolução (provas anatômicas, provas embriológicas, evidências moleculares, provas paleontológicas), Teorias da Evolução: Lamarckismo; Darwinismo, Fundamentos da Obra de Darwin, Mutacionismo ou Neodarwinismo, Teoria Sintética da Evolução, Seleção Natural, Especiação – Irradiação e Convergência Adaptativa e Evolução da espécie humana.

A ferramenta diagnóstica utilizada no estudo, os *cartoons*, foi criada por Dianne Anderson e Kathleen Fisher (SanDiego State University, 2002). Os *cartoons* estão disponíveis para consulta no endereço: <http://www.pointloma.edu/experience/academics/schools-departments/department-biology/faculty-staff/dianne-anderson-phd/concept-cartoons-0>.

A etapa II compreendeu a aplicação de um questionário com questões similares às dos *cartoons* aplicados na primeira etapa, um ano após a realização desta, tendo por finalidade verificar quais concepções haviam permanecido. A descrição dos questionamentos dos

cartoons, as perguntas do questionário da segunda etapa, assim como as temáticas atribuídas às questões, de acordo com o assunto tratado (Lamarckismo, Seleção Natural, Seleção Natural e Adaptação, Seleção Natural e Reprodução, Genética, Seleção Natural e Competição), estão apresentadas na Tabela 1.

RESULTADOS

As questões utilizadas em cada etapa e as porcentagens de respostas corretas obtidas na pesquisa estão apresentadas na Tabela 2, em duas colunas para facilitar a comparação entre as duas etapas.

Sete questões apresentaram índices de acerto acima de 75% na segunda etapa, refletindo concepções corretas que permaneceram após um ano de estudo sobre o tema. A Tabela 3 apresenta as questões com maior índice de acertos e as ideias que elas representam. Por outro lado, cinco questões apresentaram índices de acerto menores que 50% após um ano do estudo sobre EB ter ocorrido. As questões com baixo índice de acerto assim como as dificuldades apontadas por elas são mostradas na Tabela 4.

DISCUSSÃO

Este trabalho se preocupou em compreender as concepções dos estudantes sobre Evolução Biológica em dois momentos. No primeiro momento foi possível reconhecer as concepções dos estudantes sobre a temática logo após a realização das aulas sobre Evolução Biológica. O segundo momento compreendeu a identificação dos conhecimentos atuais dos estudantes sobre o tema em questão considerando a passagem de um ano das aulas desta temática.

Neste contexto, retomamos aos resultados obtidos nas etapas I e II, buscando responder a problematização que guiou esta pesquisa: **Quais as concepções sobre Evolução Biológica que permaneceram nos estudantes após a passagem de um ano das aulas desta temática?**

Em uma visão panorâmica a respeito das concepções manifestadas nas respostas dos estudantes às questões que compreendem a temática Lamarckismo na Etapa I [#1 (100% acerto), 2 (79,16%) e 18 (91,66%)], é possível identificar que houve, inicialmente, compreensão acerca das ideias defendidas por Lamarck. Este é um aspecto relevante, pois, para que haja um entendimento integrador é essencial o conhecimento adequado do contexto histórico do desenvolvimento do pensamento evolutivo que levaram à Teoria da Evolução de Darwin,

resultando, posteriormente, na Teoria Sintética da Evolução. A proposta do naturalista francês Jean-Baptiste Pierre Antoine Monet, Chevalier de Lamarck, que as espécies mudam ao longo do tempo e transformam-se em outras espécies, tem papel fundamental para a compreensão dos contextos histórico e científico em que se estabeleceram os fundamentos da Teoria da Evolução. Considerando a importância deste aspecto, Ridley (2006) diz que apesar dos principais fundamentos da Evolução Biológica terem se consolidado com a publicação de “A origem das espécies” (1859), as ideias utilizadas por Charles Darwin foram originadas muito antes, por exemplo, pelas ideias expressadas no livro “*Philosophie Zoologique*” (1809) de Lamarck. As ideias de Lamarck e Darwin sobre os aspectos evolutivos não são equivalentes, visto que na concepção de evolução de Lamarck as linhagens não se ramificavam nem se extinguíam e o principal mecanismo envolvido na mudança era uma “força interna” que levava um organismo a produzir descendentes um pouco diferentes de si (Ridley, 2006). Lamarck também aceitava uma ideia difundida entre os naturalistas de sua época, a herança dos caracteres adquiridos (Meyer e El-Hani, 2005). No entanto, compreender o pensamento que precedeu os trabalhos de Darwin e que fazem parte da História da Ciência é indiscutivelmente essencial. Olhando para os resultados desta temática nas duas etapas, verificamos que o alto índice de acerto ocorrido na Etapa I permaneceu apenas para a questão 1 na segunda etapa. Nas questões 2 e 18 estes índices foram reduzidos à metade (Tabelas 1 e 2), o que é preocupante. Apesar da compreensão inicial de que a herança de caracteres adquiridos não ocorre e que as alterações decorrentes de uso e desuso de um órgão não são herdadas, as concepções se modificaram um ano depois do estudo do tema. As explicações de Lamarck apresentam um certo apelo, e estudos mostram que alguns estudantes usam a explicação Lamarckista de forma ingênua, ou ainda, por não conseguirem aplicar o modelo darwiniano a situações novas, sem transferir o conhecimento para problemas em diferentes contextos (Bishop et al., 1990; Jiménez-Aleixandre, 1996; Cunningham & Wescott, 2009).

A questão 2 está entre as questões com menor índice de acerto na Etapa II (Tabela 3), e para respondê-la corretamente os estudantes deveriam perceber que as mudas, ou plantas jovens, sendo de uma mesma espécie vão ter tamanhos semelhantes. Já o desenvolvimento posterior das mudas pode sofrer influência do espaço disponível para o processo ocorrer. É possível que a ausência dessa percepção tenha contribuído para que poucos estudantes chegassem à assertiva correta na Etapa II, ainda que estes mesmos estudantes tenham tido um alto índice de acerto nessa questão na primeira etapa. Embora as questões 1 e 2 abordassem a herança de caracteres adquiridos, na Etapa II os estudantes tiveram dificuldade em identificar

que ambas referiam-se ao mesmo contexto, acertando a primeira questão (que é mais explícita na sua abordagem lamarckista) e errando a segunda. Na questão 18, quase metade dos estudantes não percebeu a ideia de uso e desuso de Lamarck.

A pertinência da compreensão da Teoria de Lamarck está além das ideias as quais ele defendeu. A influência de Lamarck na História da Biologia Evolutiva é muitas vezes ignorada por estudiosos da área e não raramente, como esperado, pelos professores. Muitos desconhecem os aspectos históricos da própria Ciência, o que compromete o entendimento dos estudantes sobre este mesmo aspecto. Considerando injusta a forma como Lamarck é lembrado, normalmente como alguém que estava errado, Futuyma (1992) enfatiza e relembra o seu valoroso papel para a Biologia Evolutiva quando diz, “Lamarck merece respeito como o primeiro cientista que destemidamente advogou a evolução e tentou apresentar um mecanismo para explicá-la”. A reflexão acerca do tipo de ensino que estamos construindo nas salas de aula é urgente. Muitos estudos e movimentos sinalizam a necessidade de mudança; valorizar aspectos históricos da Ciência pode ser uma contribuição de impacto em prol de ensino de Ciências que tenha mais sentido e que possa ser compreendido em sua totalidade.

Além de compreender a História do desenvolvimento do pensamento evolutivo, é preciso que haja entendimento sobre os mecanismos evolutivos. As questões das temáticas seguintes abordavam aspectos dos mecanismos envolvidos na EB. Analisando os resultados que emergiram da segunda temática - Seleção Natural e Adaptação – composta pela questão 3, observamos que na Etapa I houve 57,14% de acertos, enquanto na Etapa II a porcentagem aumentou para 85,71%. O aumento no índice de acertos é de grande relevância uma vez que nesta pergunta, além da concepção sobre seleção natural, também está inserido o conceito de adaptação, o qual é comumente confundido com aclimação. Ademais, indicou a compreensão de um dos fundamentos da Teoria de Darwin em que a adaptação, a qual é produzida por seleção natural, não ocorre em nível de indivíduo, apenas em populações. Ridley (2006), que faz menção à autobiografia de Darwin onde estão reveladas as concepções consideradas na construção de sua Teoria, aponta que para Darwin não só era importante reconhecer que as espécies mudavam, mas também era inegável a importância em compreender porque elas são ou não são bem adaptadas. É significativo lembrar que entre outras expressões que fazem parte da Teoria da Evolução, o termo “adaptação” é utilizado de forma recorrente no contexto popular em sentidos diferentes ao empregado na Biologia. Como anteriormente mencionado, a polissemia dos termos pode contribuir para dificultar a aceitação do estudante em relação aos significados biológicos de cada expressão. Popularmente o termo adaptação é empregado em

situações cotidianas que não se aplicam ao conceito em que é empregada pela Teoria da Evolução. No dicionário Aurélio o termo adaptação tem diversos significados, como: 1. Ação ou efeito de adaptar (-se); 2. Ato ou efeito de acomodar (-se); acomodação, ajustamento. Esta variedade de utilização para o termo contribui para a dificuldade da aprendizagem do significado de adaptação biológica.

As questões 4, 5 e 6 representam a temática Seleção Natural e Competição. Ainda que as três perguntas tratem da mesma temática os índices de acerto são distintos. (Tabelas 1 e 2). Na questão 4 houve um índice de 85,71% de acerto na Etapa I e 64,28% na Etapa II. Para as perguntas 5 e 6 este índice foi 64,28% na Etapa I e na Etapa II 78,57% e 42,85%, respectivamente. Em relação à questão 4, cabe salientar que apesar da diminuição no índice de acertos na Etapa II, nenhum dos estudantes optou pela alternativa A. Nela, a ideia principal sugere que a competição equivale à luta e que neste caso o indivíduo maior geralmente ganha, refletindo um equívoco conceitual. Além disso, as ideias contidas nas alternativas C e D refletem a competição sexual que ocorre em espécies sujeitas à seleção sexual, correspondendo a imagens frequentemente veiculadas na mídia. Na questão 5, além do índice de acerto ter aumentado na Etapa II, é significativo que nenhum estudante considerou correta a opção B, que afirma que a competição na natureza é exclusivamente das espécies animais, desconsiderando a competição entre as plantas. Este é um dado relevante, pois demonstra a compreensão de que a competição pode ocorrer entre quaisquer seres vivos, e ainda, que ocorre por diferentes razões, entre elas, recursos alimentares, território, competição sexual.

A questão 6 apresentou o menor índice de acerto na Etapa II na sua tem. Os estudantes que não optaram pela assertiva correta se dividiram entre as alternativas escolhidas: quatro deles optaram pela alternativa D, três pela C e um pela A. Estas alternativas apontam ideias equivocadas sobre o papel da competição e da seleção natural. A opção A indica que os patos têm comportamento colaborativo, talvez porque no Reino Animal algumas espécies são colaborativas. Na alternativa B, o equívoco principal refere-se à necessidade de adaptação como uma imposição do meio, uma concepção Lamarckista. Na assertiva D, a informação principal é a mesma apresentada na questão 4, a qual questiona o que é competição na natureza. Enquanto nesta pergunta nenhum estudante havia escolhido a alternativa em que competição corresponde à luta e que o mais forte sempre ganha, na questão 6, porém, a afirmativa D foi assinalada por 28,57% dos estudantes. Isso indica que a estrutura da pergunta pode mudar a percepção do estudante e acabar por proporcionar dúvida e confusão quanto aos conceitos, ou ainda, que os estudantes não sabem aplicar um mesmo conhecimento a diferentes contextos. Uma mesma

ideia apresentada de formas diferentes pode não ser percebida como semelhante pelos estudantes devido à falta de consolidação do conhecimento sobre o assunto ou dificuldade de interpretação da informação fornecida no enunciado da questão.

Na temática Seleção Natural podemos observar três realidades distintas (Tabelas 1 e 2). As questões 8 e 15 mantiveram o mesmo índice de acerto nas duas etapas, as questões 10, 13 e 17 tiveram aumento nos índices de acerto na Etapa II e nas questões 7, 11 e 14 os índices de acerto diminuíram na Etapa II. As questões 8, 14 e 15, que inicialmente apresentaram índices de acerto superiores a 78%, podem ter sofrido a influência do material didático e das aulas em si na Etapa I. Os exemplos abordados, como o Melanismo Industrial na questão 8, antibióticos e bactérias resistentes ou sensíveis na questão 14 e aspectos do meio e as chances de sobrevivência na questão 15, além de serem exemplos do material didático, foram trabalhados durante as aulas. Destas 3 questões, apenas a 14 teve o índice de acerto bastante reduzido na Etapa II. Este dado chama a atenção uma vez que o assunto sobre os antibióticos e resistência de bactérias é frequentemente abordado, tanto no cotidiano dos estudantes, como pelas informações dos diferentes tipos de mídia. A questão dos antibióticos envolve amplo interesse social uma vez que trata de saúde e percebemos que não é um assunto plena e satisfatoriamente entendido pelos estudantes. Mais uma vez o resultado nos convida à reflexão sobre a prática pedagógica, a ênfase dos assuntos e as abordagens em sala de aula., Entre outros temas importantes para a humanidade a compreensão sobre a resistência bacteriana a antibióticos demanda de um modo de pensar evolutivo; na presença do antibiótico como agente seletivo, as bactérias resistentes sobrevivem e se multiplicam, enquanto as sensíveis morrem. Com o passar do tempo, o uso de antibióticos, muitas vezes desnecessário ou sem os devidos cuidados, seleciona bactérias resistentes que substituem as sensíveis nas populações, resultando em séria ameaça à saúde pública (Meyer e El-Hani, 2005).

O mesmo conhecimento básico exigido do estudante para que fosse acertada a questão 14 estava presente na questão 13, que teve o índice de acerto aumentado de 35,71% para 50%. É interessante notar que o índice de acerto foi muito mais alto nesta questão do que na 14, a qual apresentou apenas 28,57% de acerto na Etapa II, apesar da semelhança entre ambas. Ainda assim, podemos considerar baixo o entendimento sobre este tema tão relevante na sociedade.

Os índices de acerto aumentaram nas questões 10 e 17 na Etapa II. Na questão 10 houve entendimento sobre a relação entre sucesso reprodutivo e aptidão. Apesar de ser um equívoco comum os estudantes considerarem que o indivíduo mais forte é que “vence”, nenhum aluno assinalou a alternativa contendo esta afirmação na Etapa II, indicando a compreensão que o

mais apto é aquele que teve maior sucesso reprodutivo e maior sobrevivência da sua prole. Houve aumento no índice de acerto também na questão 17, em que era fundamental a compreensão de que a ação da seleção natural nem sempre requer um tempo longo, dependendo da intensidade da seleção aplicada, entre outros fatores. A seleção natural pode alterar drasticamente as frequências gênicas em apenas uma geração se sua intensidade (medida pelo coeficiente de seleção) for alta (Ridley, 2006). A evolução não ocorre em nível de indivíduos, mas de populações e este é um aspecto essencial na compreensão do processo evolutivo.

Na questão 16, é importante salientar que na Etapa I os estudantes não receberam a informação que poderiam marcar mais de uma alternativa, possivelmente comprometendo o índice de acertos nesta etapa. Desta forma, analisaremos as suas respostas na Etapa II para que seja possível identificar as suas concepções atuais. Na Etapa II, 9 dos 14 estudantes optaram pela alternativa A, 2 escolheram a opção B, 1 marcou a letra C e um a letra D e ainda um estudante não respondeu. A alternativa A, que correspondeu a maior parte das respostas (64,28%), é a opção correta, pois, a sobrevivência das plantas está associada a diversos fatores relacionados ao valor adaptativo conferido por seus genótipos no ambiente em que vivem.

Na temática Seleção Natural e reprodução, questão 12, o índice de acerto teve pequeno aumento na Etapa II, indicando que os estudantes continuam com dificuldade em compreender que a reprodução ocorre independentemente de haver recursos disponíveis, embora a sobrevivência da prole possa ser baixa se as condições forem adversas. As alternativas escolhidas pelos estudantes que não acertaram a questão indicam menor compreensão sobre os aspectos reprodutivos dos organismos, pois, a maioria dos organismos não tem controle sobre o número de filhotes que terão e a presença em maior ou menor quantidade de recursos não altera significativamente a taxa de reprodução em muitos casos.

Na temática Genética, as questões 9 e 20 apresentaram elevação dos índices de acerto na Etapa II, enquanto a questão 19 apresentou diminuição (Figura 2). As questões que compreendem a temática Genética são de ampla relevância. De acordo com Futuyma (1992), “desde seu início o estudo da Evolução esteve sempre inseparavelmente ligado ao estudo da hereditariedade”. Na questão 20, era essencial que houvesse o entendimento sobre a variabilidade genética e sua aplicação tanto no contexto macro como no microscópico. Apesar da ideia de diversidade ser bastante comum atualmente, é necessária a percepção da diversidade em nível celular e genético. Compreender que há variabilidade genética e que ela nos diferencia interna e externamente é um dos conhecimentos que contribuem para o entendimento de forma integrada dos assuntos evolutivos. Na questão 9 era necessária a compreensão que o

funcionamento dos genes é semelhante em organismos diferentes, possibilitando que o estudo realizado em uma espécie possa contribuir para o entendimento do processo em outras espécies também. A questão 19, por outro lado, a qual refere-se à origem da variabilidade genética, teve seu índice de acerto reduzido. A maioria dos estudantes considerou que tanto mutações quanto seleção natural e adaptação podem produzir variabilidade. Embora a seleção natural aja sobre a variação genética e a adaptação seja o resultado dessa ação ao longo das gerações, os estudantes não souberam identificar o agente causal da variabilidade. A recombinação sexual não foi abordada na questão.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta pesquisa foi motivada pelo interesse em identificar a concepção dos estudantes do Ensino Médio sobre Evolução Biológica, uma temática que pode proporcionar o entendimento dos assuntos biológicos de forma integrada e com mais sentido.

As concepções que foram identificadas nas etapas I e II da pesquisa possibilitaram traçar seis aspectos da temática que estão melhor compreendidos pela maior parte dos estudantes: 1. As mudanças que ocorrem em um indivíduo no decorrer da sua vida não são herdadas aos seus descendentes; 2. Adaptação não é o mesmo que acostumar a novas condições ambientais; 3. A competição que ocorre na natureza ocorre tanto em plantas como em animais, com organismos da mesma espécie e de diferentes espécies e que ocorre por diversos recursos, sejam eles alimentares, territoriais e reprodutivos; 4. Os organismos que estão mais bem adaptados a um ambiente e que reproduzem e geram o maior número de filhotes que sobrevivem são os organismos mais bem adaptados naquela ocasião; 5. Organismos da mesma espécie possuem similaridades e diferenças que podem ser explicadas pelo DNA; 6. Os organismos melhores adaptados têm maiores chances de sobreviver, mas que a sobrevivência é influenciada por vários fatores;

Além destas concepções, identificamos algumas ideias equivocadas, tais como o desuso sendo responsável pela atrofia herdada de partes do corpo e a dominância de um fenótipo como uma representação de quantidade na população. Além disso, alguns assuntos não se mostraram satisfatoriamente compreendidos pelos estudantes, ainda que em alguns casos possa ter havido um aumento no índice de acertos na segunda etapa da pesquisa em relação à primeira. Estes assuntos insatisfatoriamente assimilados incluem a causa da resistência a inseticidas e antibióticos, a origem da variabilidade genética e quais fatores seriam aleatórios na evolução, e ainda, o tempo necessário para a atuação da seleção natural. Estes dados sugerem a necessidade

de pesquisas que busquem investigar possíveis formas de superar os equívocos persistentes acerca dos conhecimentos científicos e que possibilitem a escuta dos estudantes em aspectos que envolvam seus interesses, desafios e limitações.

No que se refere à superação da permanência nas etapas finais do Ensino Médio de conceitos cientificamente incorretos, propomos a utilização de metodologias que valorizem as concepções espontâneas dos estudantes e que utilizem tais concepções como problematizações durante os processos de ensino e aprendizagem. Além disso, a inserção e o estímulo ao pensamento evolutivo nos demais assuntos da Biologia podem trazer sentido à aprendizagem de temas que habitualmente desinteressam aos estudantes. Acreditamos na potencialização do ensino da Biologia a partir da inserção da Evolução Biológica como integradora e unificadora dos demais saberes biológicos; assim, propostas de formação de professores que possam estimular o ensino com ênfase evolutivo e que possibilitem a ampliação do conhecimento dos docentes, a desmistificação das inseguranças e o desenvolvimento de problematizações que possam proporcionar um Ensino de Ciências com mais sentido e significado poderão auxiliar neste sentido.

Tabela 1. Descrição dos questionamentos dos *cartoons*, perguntas do questionário da segunda etapa, assim como as temáticas atribuídas às questões, de acordo com os assuntos: Lamarckismo, Seleção Natural, Seleção Natural e Adaptação, Seleção Natural e Reprodução, Genética, Seleção Natural e Competição.

Temática	Cartoon	Alternativas	% de Acertos	Questão	Alternativas	% de Acertos
Lamarckismo	Figura: Duas pessoas levantando pesos. Questão 1: A aptidão física irá fazer diferença nos seus filhos?	A. Se estamos em boa forma, nossos filhos terão boa forma também.	0 (0%)	1. Se uma pessoa se exercitar frequentemente terá um aumento de massa muscular e manterá sua boa forma. Os filhos que essa pessoa vier a ter no futuro:	A. Herdarão a boa forma desse genitor.	0 (0%)
		B. A próxima geração vai se beneficiar de nosso trabalho físico duro.	0 (0%)		B. Terão chances herdar a boa forma desse genitor, mas vai depender também da herança recebida através do outro genitor.	1 (7,14 %)
		C. Eu acho que malhar e estar em forma vai gradualmente mudar os genes deles, e então vai afetar seus filhos.	0 (0%)		C. Terão boa forma, pois os genes de seu genitor foram alterados pelos exercícios.	0 (0%)
		D. Você está louco! Levantar pesos não altera seus genes.	14 (100%)		D. Terão que se exercitar também se quiserem manter sua boa forma.	13 (92,85%)
	Figura: Pinheiro plantado no solo e pinheiro plantado no vaso.	A. Eu plantei meu pinheiro no solo. Ele ficará mais alto e dará muitas mudas altas	2 (7,14%)	2. João plantou uma muda de pinheiro em um vaso e Ana plantou uma	A. O pinheiro no solo ficará alto e dará muitas mudas altas.	3 (21,42%)

	Questão 2: Plantando Pinheiros	B. Eu plantei o meu em um vaso. Ele ficará baixo e dará muitas mudas baixas	0 (0%)	muda da mesma espécie de pinheiro no solo.	B. O pinheiro no vaso ficará baixo e dará muitas mudas baixas.	0 (0%)
		C. Tanto A quanto B estão certos. Todos nós sabemos que tal pai, tal filho.	0 (0%)		C. Tanto A quanto B estão corretas.	5 (35,71%)
		D. Se os dois pinheiros são da mesma espécie, as suas mudas serão semelhantes, não importa como você as cultiva.	19 (92,85%)		D. Se os dois pinheiros são da mesma espécie, suas mudas serão semelhantes, não importa como você os cultiva	6 (42,85%)
	Figura: Cinco aves em um pequeno lago e uma diz: "Raramente nós voamos". Questão 18. O que acontece quando partes do corpo não são usadas?	A. Isso significa que suas asas vão atrofiar.	0 (0%)	18. O que acontece quando partes do corpo, por exemplo as asas de um pássaro, não são usadas?	A. Elas atrofiam e a próxima geração também terá asas atrofiadas.	1 (7,14%)
		B. A cada nova geração eles terão asas menores e mais fracas.	0 (0%)		B. A cada nova geração elas terá asas menores e mais fracas.	3 (21,42%)
		C. Não é verdade! Conquanto que os genes permaneçam os mesmos, as asas serão as mesmas também.	14 (100%)		C. Depois de algumas gerações esses pássaros serão como o kiwi, ave símbolo da Nova Zelândia, que não tem asas.	1 (7,14%)
					D. Conquanto que os genes permaneçam os mesmos, as asas também permanecerão as mesmas.	8 (57,14%)
	Seleção Natural e Adaptação	Figura: Ambiente desértico, com sol brilhando, terra árida, cactos e pessoas. Questão 3. O que é adaptação darwiniana?	A. Estou me adaptando a este calor bebendo muita água e ficando relaxado.	3 (21,42%)	3. Qual das alternativas abaixo poderia ser considerada um exemplo de adaptação darwiniana?	A. Uma pessoa viaja para um local de alta altitude e sente-se desconfortável e cansada nos primeiros dias, mas alguns dias depois começa a se sentir melhor.
B. Somente populações podem se adaptar, como estes cactos, ao longo de muitos anos.			8 (57,14%)	B. Uma pessoa tem um cão da raça São Bernardo, muito peludo. Ela se muda de uma cidade próxima ao polo norte para uma cidade em uma região tropical. No início o cão sofre com o calor, mas o dono tosa seu pelo bem curto, deixa muita água a sua disposição e ele aos poucos se adapta.		0 (0%)
C. Este calor me incomoda, mas eu acho que vou me adaptar em poucos dias.			1 (7,14%)	C. Cactos são plantas adaptadas a climas desérticos. Populações de cactos adaptaram-se ao longo de muitas gerações.		12 (85,71%)
D. Você e eu sabemos como nos adaptar, mas as plantas não são tão inteligentes.			2 (14,28%)	D. Se você se mudar para um país muito frio, onde há gelo e neve na maior parte do ano, apesar de estranhar no início, você poderá se adaptar ao frio.		2 (14,28%)

Seleção Natural	<p>Figura: Quatro pessoas respondendo à questão.</p> <p>Questão 7. Se 6 dedos é uma condição dominante sobre 5 dedos, por que a maioria das pessoas não tem 6 dedos</p>	<p>A. Não há nenhuma vantagem real em ter 6 dedos, então esta característica nunca será comum.</p>	6 (42,82%)	<p>7. A polidactilia (presença de 6 dedos) é uma característica de herança autossômica dominante. Se a característica “presença de 6 dedos” é dominante sobre a “presença de 5 dedos”, por que a maioria das pessoas não tem 6 dedos?</p>	<p>A. Porque não há nenhuma vantagem real em ter 6 dedos, então essa característica não tem sua frequência aumentada por seleção natural.</p>	3 (21,42%)
		<p>B. Eu sou feliz por ter 6 dedos. Eu sou um guitarrista.</p>	0 (0%)		<p>B. É apenas uma questão de tempo. Genes dominantes sempre predominam em uma população.</p>	1 (7,14%)
		<p>C. É apenas uma questão de tempo. Genes dominantes sempre predominam em uma população.</p>	5 (35,71%)		<p>C. Porque a presença de 6 dedos é causada por mutação e mutações são sempre ruins.</p>	1 (7,14%)
		<p>D. Mas nós sabemos que ter 6 dedos é causado por uma mutação e mutações são sempre ruins.</p>	3 (21,42%)		<p>D. Essa informação deve estar errada. A presença de 5 dedos deve ser dominante em relação à presença de 6 dedos.</p>	10 (71,42%)
	<p>Figura: Árvore de tronco claro e mariposa sarapintada (porcentagem de 99% e ano de 1850 indicados); árvore de tronco escuro e mariposa melânica (porcentagem de 99% e ano de 1900 indicados).</p> <p>Questão 8. Durante a Revolução Industrial na Grã-Bretanha (1850-1900), a população de mariposas mudou. O que causou a mudança?</p>	<p>A. Eu acho que a fuligem da queima do carvão deixou as mariposas cada vez mais escuras.</p>	3 (21,42%)	<p>8. Na Inglaterra, antes da Revolução Industrial, a forma clara (sarapintada) da mariposa <i>Biston betularia</i> predominava na região, com uma frequência de 99% das mariposas. Durante a Revolução Industrial a população de mariposas mudou. Em 1900, cerca de 99% das mariposas eram escuras (forma melânica). Uma explicação evolutiva para essa mudança seria:</p>	<p>A. A fuligem da queima do carvão nas indústrias deixou as mariposas cada vez mais escuras.</p>	21,42%
		<p>B. Eu acho que as mariposas precisaram ficar mais escuras para se protegerem dos pássaros.</p>	0 (0%)		<p>B. As mariposas precisaram mudar de cor para se protegerem dos pássaros em um ambiente poluído.</p>	0 (0%)
		<p>C. As mariposas escuras devem ter sobrevivido melhor no ambiente coberto de fuligem.</p>	11 (78,57%)		<p>C. As mariposas escuras devem ter sobrevivido melhor no ambiente coberto de fuligem.</p>	11 (78,57%)
	<p>Figura: Quatro peixes lebiges.</p> <p>Questão 10. Hall da Fama dos lebiges: quem é o mais apto?</p>	<p>A. Barbatana ganhará porque ele é maior e mais forte.</p>	3 (21,42%)	<p>10. Quatro peixes vivem em um aquário: Barbatana, Mancha, Veloz e Romeu. Barbatana é o mais forte de todos. Mancha gerou mais filhotes que os outros e todos sobreviveram. Veloz é o mais rápido de todos. Romeu acasalou com o maior número de fêmeas. Qual</p>	<p>A. Barbatana.</p>	0 (0%)
		<p>B. Não, Mancha é o mais apto. Ele gerou mais filhotes que os outros e todos sobreviveram.</p>	5 (35,71%)		<p>B. Mancha.</p>	11 (78,57%)
		<p>C. Eu acho que o Veloz deveria ganhar porque ele é tão rápido!</p>	0 (0%)		<p>C) Veloz.</p>	1 (7,14%)
		<p>D. Vocês estão todos errados, Romeu acasalou</p>	6 (42,85%)		<p>D) Romeu.</p>	1 (7,14%)

		com muitas fêmeas. Ele é mais apto.		deles é o mais apto?		
Figura: Quatro pessoas sentadas à mesa conversando. Questão 11. Qual é a parte aleatória da evolução?	A. A seleção natural é totalmente ao acaso. Você nunca sabe quem é o próximo.	4 (28,57%)	11. Qual é a parte aleatória (ao acaso) na evolução?	A. A seleção natural é totalmente ao acaso. Nunca se sabe quem será o próximo a morrer.	3 (21,42%)	
	B. Predadores pegam suas presas aleatoriamente.	2 (14,28%)		B. Predadores pegam suas presas aleatoriamente.	1 (7,14%)	
	C. A ocorrência de alterações no DNA é o evento mais aleatório.	7 (50%)		C. A ocorrência de alterações no DNA é o evento mais aleatório.	6 (42,85%)	
	D. Todas as partes da evolução são ao acaso	1 (7,14%)		D. Todas as partes da evolução são ao acaso.	2 (14,28%)	
Figura: Quatro pessoas conversando em um piquenique. Um menino diz: Eu vou matar todas estas formigas com spray de veneno. Questão 13. A invasão das formigas	A. isso vai funcionar já que eles são todas parecidas, O veneno vai matar todas elas.	0 (0%)	13. Milhares de formigas invadiram uma casa. O proprietário aplica um veneno.	A. O veneno matará todas as formigas, já que elas são parecidas.	1 (7,14%)	
	B. Eu acho que no meio de tantas formigas, deve haver ao menos um casal que possa sobreviver e se reproduzir.	5 (35,71%)		B. Estas formigas morrerão, mas virão outras que vão gradativamente se acostumar com o veneno, tornando-se resistentes a ele.	3 (21,42%)	
	C. Funciona assim... Estas formigas morrerão, mas virão outras que vão cheirar o veneno e vão gradualmente se tornando resistente a ele.	8 (57,14%)		C. O veneno causará mutações nas formigas, que se tornarão resistentes a ele.	3 (21,42%)	
				D. No meio de tantas formigas, deve haver ao menos um casal que possa sobreviver e se reproduzir.	7 (50%)	
Figura: Uma menina diz: Eu estou muito doente. Eu devo ser resistente aos antibióticos". Um quadro com os dizeres: 1960 – Infecção bacteriana? Antibiótico para o tratamento. Outro quadro com os dizeres: 2000 – Infecção bacteriana? Esperemos que estes antibióticos funcionem desta vez. Questão 14. Por que os antibióticos não são tão eficientes quanto costumavam ser?	* Eu estou muito doente. Eu devo ser resistente aos antibióticos.		14. Por que os antibióticos não são tão eficientes quanto costumavam ser?	A. As pessoas estão se tornando resistentes aos antibióticos.	3 (21,42%)	
	A. Eu ouvi dizer que os antibióticos estão ficando mais fracos.	1 (7,14%)		B. Os antibióticos criam superbactérias.	0 (0%)	
	B. Antibióticos são maus. Eles criam germes-monstros.	1 (7,14%)		C. Os antibióticos causam mutações tornando as bactérias resistentes a eles.	7 (50%)	
	C. Os antibióticos matam todas as bactérias sensíveis então as resistentes se multiplicam.	12 (85,71%)		D. Os antibióticos matam todas as bactérias sensíveis e as resistentes se multiplicam.	4 (28,57%)	
Figura: Vários pintinhos e quatro pessoas conversando sobre eles.	A. A taxa de mortalidade pode ser alta, mas é aleatória, totalmente imprevisível.	3 (21,42%)	15. Uma galinha teve 12 pintinhos. Quantos sobreviverão para terem seus	A. A taxa de mortalidade pode ser alta, mas é aleatória e totalmente imprevisível.	3 (21,42%)	

	Questão 15. Quantos bebês sobreviverão para terem seus próprios bebês?	B. Eles são tão fofos! Eu acho que todos sobreviverão.	0 (0%)	próprios filhotes?	B. Os pintinhos são todos fofos e todos vão sobreviver.	0 (0%)
		C. Eu acho que os pássaros bem adaptados ao ambiente têm melhores chances de sobrevivência.	11 (78,57%)		C. Os bem adaptados ao ambiente têm melhores chances de sobrevivência.	11 (78,57%)
		D. Adultos tem tantos bebês quantos são necessários para próxima geração, então é claro que todos sobrevivem.	0 (0%)		D. Adultos têm tantos filhotes quantos forem necessários para a próxima geração, então todos sobrevivem.	0 (0%)
	Figura: Quatro flores falando sobre suas características. Questão 16. Quem sobreviverá para se reproduzir?	A. Eu! Sou resistente a herbicidas.	5 (35,71%)	16. Em um jardim há quatro tipos de flores. O primeiro tipo é resistente a herbicidas. O segundo tipo tem folhas tóxicas para lagartas. O terceiro tipo precisa de pouca água para sobreviver. O quarto tipo tem uma coloração muito intensa e atrai vários tipos de insetos para polinização. Qual(is) dos tipos vai(ão) sobreviver para se reproduzir?	A. Depende de vários fatores relativos ao ambiente do jardim, como uso ou não de herbicidas, presença de lagartas, etc.	9 (64,28%)
		B. Minhas folhas têm um gosto horrível para a maioria das lagartas.	1 (7,14%)		B. Os tipos que atrai mais insetos tem maior chance de sobrevivência e de deixar mais descendentes.	2 (14,28%)
		C. Isso é ótimo, mas eu não preciso de muita água para sobreviver.	6 (42,85%)		C. O tipo que precisa de pouca água para sobreviver será beneficiado em qualquer situação.	1 (7,14%)
		D. Minhas flores têm cores diferentes das de vocês. Eu atraio mariposas e abelhas.	2 (14,28%)		D. Flores coloridas atraem muitos insetos, então sempre haverá muitas lagartas no jardim e as plantas do segundo tipo terão mais chance de sobrevivência.	1 (7,14%)
	Figura: Uma seta horizontal orientada para a esquerda dentro da qual está escrito: milhões de anos – centenas de anos – vários anos – vários meses – vários dias. Questão 17. Quanto tempo a seleção Natural leva para ocorrer?	A. Depende de quão rápido a espécie se reproduz, mas ainda assim leva ao menos centenas de anos.	7 (50%)	17. Quanto tempo a seleção natural leva para ocorrer?	A. Depende de quão rápida a espécie se reproduz, mas sempre leva ao menos algumas centenas de anos.	6 (42,85%)
		B. Sempre leva milhões de anos.	2 (14,28%)		B. Sempre leva milhões de anos.	1 (7,14%)
		C. Algumas alterações podem ser vistas em uma única geração se o habitat muda drasticamente.	5 (35,71%)		C. Algumas alterações podem ser vistas em uma única geração se o habitat muda drasticamente.	7 (50%)
		D. Eu acho que mesmo que o ambiente mude, a espécie não muda.	0 (0%)		D. Mesmo que o ambiente mude, as espécies não mudam.	0 (0%)
	Seleção Natural e competição	Figura: Dois bodes machos de frente um para o outro. Questão 4. O que é competição na natureza?	A. Competição significa lutar e o maior geralmente ganha a luta.	0 (0%)	4. O que é competição na natureza?	A. Competição significa lutar e o indivíduo maior geralmente ganha.
B. Não, a maioria das competições envolve um esforço para conseguir alimento suficiente, ou água, ou espaço.			12 (85,71%)	B. A maioria das competições envolve um esforço para conseguir alimento suficiente, ou ainda, conseguir água ou espaço.		8 (64,28%)

		C. Eu acho que competição significa que uma criatura tira alguma coisa da outra, como uma fêmea.	1 (7,14%)		C. Na competição, um indivíduo tira algo do outro, como uma fêmea, por exemplo.	5 (28,57%)
		D. São principalmente os machos que competem.	1 (7,14%)		D. Na natureza são principalmente os animais machos que competem.	1 (7,14%)
	Figura: Mudanças de plantas. Questão 5. As mudas competem umas com as outras?	A. Somente espécies diferentes de plantas competem, não amigas como nós.	3 (21,42%)	5. Mudanças de plantas competem umas com as outras?	A. Somente plantas de espécies diferentes competem entre si.	1 (7,14%)
		B. É cada uma por si mesma. Temos que competir pelo sol e pela água.	9 (64,28%)		B. Plantas não competem entre si, apenas os animais fazem isso	0 (0%)
		C. A competição é muito violenta. Mudas nunca fariam isso.	0 (0%)		C. Mudanças competem por sol, água e nutrientes do solo.	11 (78,57%)
		D. Sempre há ar, sol, solo e água suficiente para todos, então não há necessidade de competir.	2 (14,28%)		D. Sempre há ar, sol, solo e água suficiente para as plantas, então não há necessidade de competir.	2 (14,28%)
	Figura: Patos selvagens nadando em um pequeno lago. Questão 6. O que acontece quando não há comida suficiente?	A. Todos os patos vão trabalhar juntos para encontrar comida. Eles cooperam entre si.	1 (7,14%)	6. Considere uma população de patos vivendo em uma lagoa. O que acontece quando não há comida suficiente?	A. Todos os patos vão trabalhar juntos para encontrar comida, pois eles cooperam entre si.	1 (7,14%)
		B. Não, alguns patos terão que mudar, então eles poderão comer outros alimentos.	3 (21,42%)		B. Alguns patos vão ter que se adaptar para comer outros tipos de alimentos.	3 (21,42%)
		C. Alguns patos não vão conseguir comida suficiente e poderão ficar fracos e doentes.	9 (64,28%)		C. Alguns patos não vão conseguir comida suficiente e poderão ficar fracos e doentes, podendo até mesmo não sobreviver.	3 (21,42%)
		D. Os patos sempre vão lutar por comida e os maiores sempre vão conseguir mais quantidade	1 (7,14%)		D. Os patos sempre vão lutar por comida e os maiores e mais fortes sempre vão conseguir mais quantidade.	4 (28,57%)
Seleção Natural e Reprodução	Figura: Três quadros, o primeiro com um casal de ratinhos, o segundo com um casal de ratinhos e 12 filhotes e o terceiro com muitos ratinhos. Questão 12. O que determina quantos filhotes os animais terão?	A. Eu acho que cada espécie tem tantos filhotes quanto ela necessita.	5 (35,71%)	Questão 12. O que determina quantos filhotes os animais terão?	A. Cada espécie tem tantos filhotes quanto ela necessita.	1 (7,14%)
		B. Não, os animais continuam se multiplicando havendo ou não comida suficiente.	6 (42,85%)		B. Os animais continuam se reproduzindo, havendo ou não, recursos suficientes, mas alguns ou vários filhotes podem morrer.	9 (64,28%)
		C. Mas a maioria dos organismos não é como os camundongos. Eles param de se reproduzir quando há o suficiente.	3 (21,42%)		C. Camundongos param de se reproduzir quando há filhotes suficientes.	0 (0%)
					D. O instinto dos animais determina o número de filhotes.	4 (28,57%)

Genética	<p>Figura: Uma pessoa ao microscópio diz: "Vejam! Eu fiz uma grande descoberta sobre a célula de levedura".</p> <p>Questão 9. Por que tantos cientistas estudam as células de levedura para entender genética humana?</p>	A. Os genes da levedura são idênticos aos de humanos.	1 (7,14%)	9. Por que muitos cientistas estudam as células de levedura para entender genética humana?	A. Porque os genes da levedura são idênticos aos genes humanos.	0 (0%)
		B. Os genes nas células das leveduras funcionam quase do mesmo jeito que os genes humanos, então podemos aprender bastante!	5 (35,71%)		B. Porque os genes nas células da levedura funcionam quase do mesmo jeito que os genes humanos, então é possível aprender bastante.	9 (64,28%)
		C. As leveduras têm DNA como nós, mas os genes não funcionam do mesmo jeito.	8 (57,14%)		C. As leveduras têm DNA, assim como os humanos, mas estudando células de levedura só é possível aprender genética da levedura.	2 (14,28%)
					D. Porque as leveduras têm genes humanos.	0 (0%)
	<p>Figuras: Três pessoas e um ratinho conversando.</p> <p>Questão 19. De onde vem a variação genética?</p>	A. Variação genética é produzida por alterações no DNA.	10 (71,42%)	19. De onde vem a variação genética?	A. A variação genética é produzida por alterações (mutações) no DNA.	5 (35,71%)
		B. Variação genética é produzida por seleção natural.	1 (7,14%)		B. A variação genética é produzida por seleção natural.	1 (7,14%)
		C. Variação genética é resultado de variação.	1 (7,14%)		C. A variação genética é resultado da adaptação.	1 (7,14%)
		D. Eu acho que todos vocês estão corretos.	2 (14,28%)		D. Todas as alternativas anteriores estão corretas.	7 (50%)
	<p>Figura: Quatro pessoas sentadas à mesa conversando.</p> <p>Questão 20. Nós somos todos iguais por dentro?</p>	A. Embora nós sejamos diferentes por fora, somos todos iguais por dentro.	1 (7,14%)	20. Nós somos todos iguais por dentro?	A. Embora sejamos diferentes por fora, somos todos iguais por dentro.	0 (0%)
		B. Quaisquer diferenças internas vêm de diferenças em como nós crescemos. Os genes não são envolvidos!	1 (7,14%)		B. Há variação interna e os diferentes tipos sanguíneos são um exemplo.	13 (92,85%)
		C. Eu acho que nós temos diferenças. Meu tipo sanguíneo é diferente o da minha irmã.	10 (71,42%)		C. Quaisquer diferenças internas vêm de diferenças em como nós crescemos, mas os genes não estão envolvidos.	1 (7,14%)
		D. Há diferenças masculinas e femininas, mas isso é tudo.	2 (14,28%)		D. Há apenas as diferenças masculinas e femininas.	0 (0%)

Tabela 2. Comparativo dos acertos das questões das duas atividades realizadas, ETAPAS I e II.

Temáticas	Questão	Etapa I	Etapa II
Lamarckismo	1	100%	92,85%
	2	92,85%	42,85%
	18	100%	57,15%
Seleção Natural e Adaptação	3	57,14%	85,71%
Seleção Natural e Competição	4	85,71%	64,28%
	5	64,28%	78,57%
	6	64,28%	42,85%
Seleção Natural	7	42,85%	21,42%
	8	78,57%	78,57%
	10	35,71%	78,57%
	11	50%	42,85%
	13	35,71%	50%
	14	85,71%	28,57%
	15	78,57%	78,57%
	16	Não aplicável*	64,28%
Seleção Natural e Reprodução	12	42,85%	45,83%
Genética	9	35,71%	64,28%
	19	71,42%	35,71%
	20	71,42%	92,85%

* A resposta correta a esta questão na Etapa I seria dependente dos fatores encontrados no hábitat da planta, e, portanto, era esperado que as quatro alternativas fossem assinaladas, porém os estudantes escolheram uma alternativa apenas.

Tabela 3. Questões com maior percentual de acerto na Etapa II e concepções nelas estabelecidas. Consideramos para esta análise as questões com porcentagem de acerto acima de 70%.

Questão	% acerto	Comentários
20	92,85%	A alta taxa de acerto nesta questão sugere que os estudantes tenham a concepção correta no que se refere à variação que existe entre os indivíduos.
1	92,85%	Nesta questão podemos considerar que o estudante tenha clareza sobre vários assuntos, entre eles, a herança de informações genéticas que estão contidas no DNA dos genitores. Podemos ainda destacar a clareza sobre o equívoco presente em um dos pontos da Teoria Lamarckista no que se refere a herança dos caracteres adquiridos.
3	85,71%	O percentual de acerto nesta questão chama atenção. Os estudantes compreendem que o processo de adaptação que Darwin traz na sua Teoria refere-se às populações.
15	78,57%	Nesta questão os estudantes que acertaram indicaram que compreendem que a taxa de sobrevivência de uma geração é imprevisível.
5	78,57%	Os estudantes que acertaram esta questão demonstraram que compreendem que a competição pode ocorrer por recursos e não está associada apenas a questão reprodutiva.
8	78,57%	Esta questão também trata de seleção natural; 66,7% dos que acertaram esta questão também acertaram as questões 3 e 15.

10	78,57%	Nesta questão a concepção de seleção natural está associada à reprodução e a taxa de sobrevivência.
----	--------	---

Tabela 4. Questões com menor percentual de acerto na Etapa II e concepções nelas estabelecidas.

Consideramos as questões com menos de 50% de acerto.

Questão	% Acerto	Concepções
7	21,42%	Os aspectos genéticos que envolvem as heranças de características parecem não estar claros para quase 80% dos estudantes. A alternativa escolhida por eles indica o não entendimento sobre o que de fato significa herança dominante.
19	35,71%	O resultado desta questão chama atenção, uma vez que entre os estudantes que não acertaram, quase 80% (77,77%) escolheram a opção que indica todas as opções corretas sobre a variação genética, indicando não terem compreensão adequada sobre a origem da variabilidade genética.
11	42,85%	Os dados indicam o não entendimento sobre mecanismos evolutivos.
6	42,85%	Nesta questão os resultados sugerem que não está claro a relação de competição que existe entre indivíduos de uma mesma espécie.
2	42,85%	Nesta questão apesar do baixo índice de acerto, pode ser observada com um aspecto positivo. Todos os estudantes que não acertaram a questão optaram pelas alternativas A ou C. De certa forma, as plantas mantidas em vasos podem ter mais dificuldades para se desenvolver no entanto, suas mudas não sofrerão tal alteração a menos que também sejam mantidas em vasos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BRASIL, **Parâmetros Curriculares Nacionais**. Ministério da Educação. 2000.
- BRASIL. **Diretrizes Curriculares Nacionais da Educação Básica**. Ministério da Educação. Brasília, 2013.
- BRASIL, **Base Nacional Comum Curricular**. 2ª versão revista. Ministério da Educação. 2016.
- ANDREATTA, S. A. ; MEGLHIORATTI, F. A. . **A integração conceitual do conhecimento biológico por meio da Teoria Sintética da Evolução: possibilidades e desafios no Ensino de Biologia**. (PDE - Programa de Desenvolvimento Educacional). Disponível em <http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/pde/arquivos/2353-8.pdf>. 2009.
- BISHOP, B.A. AND ANDERSON, C.W. Student conceptions of natural selection and its role in evolution. **Journal of research in science teaching** Vol. 27, NO. 5, PP. 415-427 (1990).
- CUNNINGHAM & WESCOTT, 2009. Still More “Fancy” and “Myth” than “Fact” in Students’ Conceptions of Evolution. **Evo Edu Outreach** (2009) 2:505–517.
- DOBZHANSKY, THEODOSIUS. Nothing in Biology Makes Sense except in the Light of Evolution. **The American Biology Teacher**, Vol. 35, No. 3, pp. 125-129. National Association of Biology Teachers. 1973
- MEYER, D. & EL-HANI. C.N. *Evolução: o sentido da biologia*. São Paulo: Editora Unesp, 2005.
- DARWIN, CHARLES. **A origem das espécies**. 1859.
- RIDLEY, M. **Evolução**. 3.ed. Porto Alegre: Artmed, 2006.

JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, M.P. Darwinian and Lamarckian models used by students and its representation. In K. Fisher & M. Kibby (Eds) Knowledge Acquisition Organization and Use in Biology (pp 65–77). **Springer Verlag**. 1996.

FUTUYMA, D. J. **Evolução, Ciência e Sociedade**. São Paulo: Editora de livros da Sociedade Brasileira de Genética, 2002.

FUTUYMA, DOUGLAS J. **Biologia Evolutiva**. 2ª ed. Ribeirão Preto. Sociedade Brasileira de Genética. 1992.