



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS

INSTITUTO DE BIOLOGIA

MILENI NORBERTO DE SOUZA

ELABORAÇÃO DE SEQUÊNCIA INVESTIGATIVA
APLICADA AO ENSINO DE EVOLUÇÃO

CAMPINAS

2022

MILENI NORBERTO DE SOUZA

**ELABORAÇÃO DE SEQUÊNCIA INVESTIGATIVA APLICADA AO
ENSINO DE EVOLUÇÃO**

Dissertação apresentada ao Instituto de Biologia da Universidade Estadual de Campinas como parte dos requisitos exigidos para a obtenção do Título de Mestre em Ensino de Biologia, na área de Ensino de Biologia.

Orientador: Prof. Dr. Fernando Roberto Martins

ESTE ARQUIVO DIGITAL CORRESPONDE À
VERSÃO FINAL DA DISSERTAÇÃO DEFENDIDA
PELA ALUNA MILENI NORBERTO DE SOUZA E
ORIENTADA PELO PRO. DR. FERNANDO
ROBERTO MARTINS.

CAMPINAS

2022

Ficha catalográfica
Universidade Estadual de Campinas
Biblioteca do Instituto de Biologia
Gustavo Lebre de Marco - CRB 8/7977

So89e Souza, Mileni Norberto de, 1994-
Elaboração de sequência investigativa aplicada ao ensino de evolução /
Mileni Norberto de Souza. – Campinas, SP : [s.n.], 2022.

Orientador: Fernando Roberto Martins.
Dissertação (mestrado profissional) – Universidade Estadual de Campinas,
Instituto de Biologia.

1. Sequência didática. 2. Evolução (Biologia). 3. Ensino por investigação. I.
Martins, Fernando Roberto. II. Universidade Estadual de Campinas. Instituto de
Biologia. III. Título.

Informações Complementares

Título em outro idioma: Development of an investigative sequence applied to the teaching of evolution

Palavras-chave em inglês:

Didactic sequence

Evolution (Biology)

Teaching by investigation

Área de concentração: Ensino de Biologia

Titulação: Mestra em Ensino de Biologia

Banca examinadora:

Fernando Roberto Martins [Orientador]

Vera Nisaka Solferini

Dirceu da Silva

Data de defesa: 05-09-2022

Programa de Pós-Graduação: Ensino de Biologia em Rede Nacional

Identificação e informações acadêmicas do(a) aluno(a)

- ORCID do autor: <https://orcid.org/0000-0001-8498-076X>

- Currículo Lattes do autor: <http://lattes.cnpq.br/8871728459887091>

COMISSÃO EXAMINADORA

Prof. Dr. Fernando Roberto Martins

Profa. Dra. Vera Nisaka Solferini

Prof. Dr. Dirceu da Silva

Os membros da Comissão Examinadora acima assinaram a Ata de Defesa, que se encontra no processo de vida acadêmica do aluno.

A Ata da defesa com as respectivas assinaturas dos membros encontra-se no SIGA/Sistema de Fluxo de Dissertação/Tese e na Secretaria do Programa Ensino de Biologia da Unidade Instituto de Biologia.

AGRADECIMENTOS

A execução desse trabalho certamente não foi fácil, tenho a convicção de que, sem toda a rede de apoio da qual usufrui, não seria possível a finalização dele.

Por isso, é com enorme reconhecimento que agradeço:

Aos meus pais, Joaquim e Aparecida, por me apoiarem na minha decisão e fornecerem todo suporte prático e emocional que precisei durante esses anos, entendendo todas as vezes que precisei me isolar no quarto para assistir aula, ler, escrever ou realizar provas, sempre se certificando de que estava tudo bem. Tê-los ao meu lado nesse momento foi muito importante, obrigada por tanto!

Ao meu marido, Nicolás, que no início do mestrado era namorado, que passou junto comigo todos os perrengues de preparação de casamento, adiamentos, isolamento social, crises de ansiedade e sempre esteve a disposição para fazer um chá, me ouvir e me ajudar a manter a calma. Te agradeço por entender minha ausência por vários fins de semana, por confiar em mim ao ponto de não me deixar duvidar da minha capacidade, sem o Nicolás, tenho certeza de que tudo seria extremamente mais difícil.

Ao meu irmão César, meus primos e amigos que estiveram presentes virtualmente durante os últimos dois anos. Agradeço imensamente por sempre disporem de uma parte do tempo para me tirar boas risadas e me ajudar a manter a sanidade nesses tempos turbulentos.

À equipe da gestão e meus colegas professores da escola E.E Hedy Madalena Bocchi, que sempre foram muito compreensivos com minhas necessidades e se demonstraram incrivelmente empáticos.

À turma do ProfBio de 2020, pela união mantida mesmo a distância, pelo apoio para estudar para as provas dos temas, para elaborar as atividades do AASA e todas as outras tarefas que realizamos durante o percurso. Vocês foram fundamentais o desenvolvimento desse trabalho, eu aprendi muito com nossas trocas de experiências e conversas durante e fora das aulas. Obrigada por nunca soltarem minha mão!

Aos professores vinculados ao programa, por serem sempre educados, prestativos e não se incomodarem com as sucessivas perguntas sobre o programa, aulas e todas as outras dúvidas que sempre surgiam. Dentre todos gostaria de agradecer especialmente ao professor Cláudio Werneck, que incansavelmente esteve ao lado de todos os alunos da turma, ter professores como vocês é uma honra enorme.

Ao meu orientador, Fernando Roberto Martins, por sempre estar disponível para tirar minhas dúvidas, dar dicas e indicar boas leituras. Apesar de não termos tido tanto contado quanto gostaria devido ao ensino remoto, o senhor me ensinou muito e se tornou uma grande inspiração para mim.

À Comissão Nacional do ProfBio, por executar o programa com maestria.

À CAPES, segundo a portaria Portaria CAPES nº 206, de 04 setembro 2018. O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

RESUMO

O ensino da evolução biológica é fundamental para o entendimento da biologia como um todo; portanto, é importante que se dê de forma eficiente na educação básica. Atualmente, existe uma carência de materiais didáticos adequados para o ensino de evolução no Ensino Médio, o que muitas vezes acarreta um ensino genérico por parte dos professores, não proporcionando aos alunos um conhecimento adequado sobre o tema. Por isso, propomos uma sequência didática de caráter investigativo, com vista a contribuir para o ensino de evolução no Ensino Médio, disponibilizando um material crítico que abrange as teorias evolutivas e os mecanismos da evolução biológica, para que os professores de biologia possam fazer uso. Desse modo, o material desenvolvido durante este trabalho busca contribuir para a qualidade do ensino de biologia nas escolas de educação básica.

ABSTRACT

The teaching of biological evolution is fundamental to understanding biology as a whole; therefore, it should be carried out efficiently in basic education. Currently, there is a lack of adequate teaching materials for teaching evolution in high school, which often leads to generic teaching on the part of teachers, not providing students with adequate knowledge on the subject. Therefore, we propose a didactic sequence of an investigative nature, intending to contribute to the teaching of evolution in High School and providing critical material that covers evolutionary theories and the mechanisms of biological evolution, so that biology

teachers can make use of it. Thus, the material developed during this work seeks to contribute to the quality of biology teaching in basic education schools.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	10
1.1 O Histórico da Teoria Evolutiva	10
1.2 O Ensino da Evolução Biológica	17
1.3 Abordagens didáticas para o ensino de Biologia	19
1.3.1. Ensino por investigação	19
1.3.2. Sequências didáticas	21
2. OBJETIVOS GERAIS E ESPECÍFICOS.....	19
2.1 Público-alvo	23
3. METODOLOGIA.....	21
3.1 - Questionário de sondagem	25
3.2 - Sequência didática	25
3.2.1 Atividade: O ambiente muda	25
3.2.2 Atividade: As Teorias Evolutivas	26
3.2.3 Atividade: O Processo Evolutivo	26
4. RESULTADOS.....	24
4.1 - Questionário de sondagem	27
4.2 - Sequência didática	27
4.2.1 Ciclo investigativo 1: O ambiente muda	27
4.2.2 Ciclo investigativo 2: As Teorias Evolutivas	28
4.2.3 Ciclo investigativo 3: O Processo Evolutivo	30
4.3 - Instrução audiovisual	38
5. DISCUSSÕES.....	38
6. CONCLUSÕES	41
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICA	43
ANEXOS	47
Anexo 1	47
Anexo 2.....	49
Anexo 3	53

1. INTRODUÇÃO

A importância da evolução biológica para a compreensão da biologia é consenso entre estudiosos, visto que atua como unificadora de todas as áreas biológicas. Theodosius Dobzhansky evidenciou essa importância ao publicar em 1973 um artigo intitulado “*Nada faz sentido em Biologia exceto à luz da evolução*”. De fato, é impossível compreender quaisquer questões das ciências biológicas de forma plena e eficiente sem considerar os aspectos evolutivos (DOBZHANSKY, 1973; FUTUYMA, 1997; MAYR, 2009).

1.1 O Histórico da Teoria Evolutiva

Atualmente, é evidente a importância da evolução para a biologia, mas nem sempre foi assim. Até meados do século XVIII, a ideia de que os seres eram imutáveis era assumida como verdade absoluta e irrefutável pela sociedade e pela grande maioria dos naturalistas da época. Dois dos principais naturalistas desse período foram Buffon e Lamarck.

George Louis Leclerc, Conde de Buffon (1707-1788), enfatizou a influência do ambiente na variação dos seres vivos, tendo como exemplo os animais domésticos, que são transportados pelo homem por todo o mundo. Essas ideias foram publicadas em seu principal livro em 44 volumes, *Histoire naturelle générale et particulière* [História natural geral e particular], entre 1749 e 1804 (MAYR, 1998). Apesar de rejeitar as ideias evolucionistas e defender a imutabilidade das espécies, Buffon acabou por contribuir com o pensamento

evolucionista quando introduziu o ambiente como fator gerador de mudanças (MAYR, 1998).

Jean Baptiste Pierre Antoine de Monet, Chevalier de Lamarck (1744-1829) expôs suas ideias no livro *Philosophie zoologique, ou exposition des considérations relatives à l'histoire naturelle des animaux* [Filosofia zoológica, ou exposição de considerações relativas à história natural dos animais], publicado em 1809 (MAYR, 1998). Lamarck propôs uma nova teoria para explicar uma crença e um fenômeno, ambos muito conhecidos na época. A crença numa se referia ao arranjo dos animais numa escala gradual de perfeição, desde os mais simples até o mais complexo, que é o homem (escala de complexidade). O fenômeno era a grande diversidade dos organismos, que carecia de explicação na época. A explicação de Lamarck partiu das premissas de que cada espécie deve estar completamente integrada a seu ambiente (ideia de Buffon) e que o ambiente muda o tempo todo. Em consequência, admitiu que as espécies mudam e se transformam ao longo de sua linha filogenética. Com isso, enfraqueceu a ideia do fixismo das espécies e introduziu o conceito do transformismo. Porém, Lamarck tomou a ideia da geração espontânea (vigente desde a Antiguidade), que produziria organismos inferiores (infusórios) e estes, por transformações graduais decorrentes das alterações do ambiente, originariam organismos cada vez mais complexos gradualmente no curso de um longuíssimo tempo. Introduziu assim o conceito de gradualismo, que se opunha à ideia de catastrofismo vigente na época. O principal defensor do ponto de vista do catastrofismo foi Georges Cuvier, que publicou suas ideias no livro *Discours sur les révolutions de la surface du globe* [Discurso sobre as revoluções da superfície do globo], em 1830 (MAYR, 1998). O catastrofismo baseou-se principalmente

nas descontinuidades e mudanças súbitas de fósseis nas camadas geológicas e postulava que grandes catástrofes (chamadas de revoluções por Cuvier), especialmente inundações, teriam moldado não só o relevo da Terra como também a distribuição das espécies mediante eventos de extinção (decorrentes das catástrofes) e repovoamento da região atingida (MAYR, 1998). Opondo-se às ideias de Cuvier e defendendo o gradualismo, Lamarck colocou a atenção sobre o longo tempo de existência da Terra. Ele baseou suas ideias no estudo de moluscos marinhos do Museu de Paris, ao notar que espécies vivas eram análogas a espécies fósseis desde estratos geológicos antigos até o presente e que muitas séries filogenéticas apresentavam mudanças contínuas ao longo do tempo. Lamarck admitiu que as modificações nos organismos eram impostas por alterações do ambiente, que exigiam mudanças no comportamento dos indivíduos, implicando em desenvolvimento ou atrofia de algum caráter. Aceitando ideias vigentes desde a Antiguidade, postulou que o caráter adquirido pelo organismo seria herdado por seus descendentes. Com suas ideias, Lamarck opôs não só o transformismo à ideia vigente de fixismo/essencialismo como também opôs uma explicação puramente mecanicista e materialista para o transformismo às explicações teológicas vigentes (ALMEIDA; FALCÃO, 2005; FUTUYMA, 1997, 2005; MAYR, 1998, 2009).

Anos depois, Charles Robert Darwin (1808-1882) tornou-se um grande nome dentre os evolucionistas, juntamente com Alfred Russel Wallace (1823-1913). A dupla foi responsável por publicar estudos sistematizando o mecanismo que daria origem à diversidade dos seres vivos, sendo tal mecanismo chamado por eles de seleção natural. Esses estudos foram desenvolvidos de forma independente por Darwin e Wallace, e seus trabalhos foram lidos em um evento

da Sociedade Lineana de Londres em 01 de julho de 1858 (MAYR, 1998), porém na época não tiveram grande repercussão. Darwin deu continuidade aos seus trabalhos e em 1859 publicou sua principal obra, *On the origin of species by means of natural selection or the preservation of favored races in the struggle for life* [Sobre a origem das espécies por meio da seleção natural ou a preservação de raças favorecidas na luta pela vida] (Darwin 2004). Nesse livro, Darwin explica a origem e a diversidade das espécies fundamentando-se no princípio de que todos os seres vivos descendem de um ancestral comum, a partir de um processo de modificação e divergência, negando, portanto, a geração espontânea defendida até então. Outro princípio fundamental desenvolvido por ele é de que a seleção natural age sobre as modificações dos seres vivos, a nível populacional, as quais ocorrem de forma lenta e gradual. Darwin defendia a máxima de que “a natureza não dá saltos” para evidenciar esse processo. Mas, Darwin não conseguiu dar uma boa explicação sobre a origem das variações de caracteres entre populações. A teoria de Darwin concordava com a de Lamarck por descrever um mundo dinâmico e não estático, opondo o transformismo ao fixismo e o gradualismo ao catastrofismo, mas discordava na explicação do mecanismo evolutivo. Para Darwin a adaptação ao ambiente decorreria da seleção natural de formas capazes de levar vantagem na luta pela sobrevivência e reprodução. Mas, para Lamarck a adaptação seria decorrente de modificações dos processos fisiológicos devidas a mudanças ambientais e essas modificações seriam herdadas pela progênie (MAYR, 1998, 2009; FUTUYMA, 1997; SILVA, 2001).

Ao descrever a seleção natural como mecanismo de seleção das variações biológicas de maneira tão completa e organizada, Darwin e Wallace

proporcionaram uma base para a fundamentação do processo evolutivo. Embora ainda não houvesse evidências moleculares e os mecanismos de herança constatados por Gregor Johann Mendel (1822-1884) não tivessem sido incluídos em seus trabalhos, a extensa coleta e organização de material biológico, inclusive de fósseis, juntamente com observações da distribuição geográfica, ecologia das espécies, morfologia e embriologia comparadas permitiram tal feito (ALMEIDA; FALCÃO, 2005; DARWIN, 2004; FUTUYMA, 1997; MAYR, 2009).

Mayr (1998) mostrou que as ideias de Darwin compunham cinco teorias relacionadas, mas relativamente independentes. A teoria do evolucionismo, proposta por Lamarck, afirma que o mundo não é constante, mas está num processo contínuo de mudança. No mundo atual, a evolução é considerada um fato, não mais uma teoria. A teoria do ascendente comum implica em que todos os organismos descendem de ancestrais comuns, de modo que os seres vivos atuais descendem de um ou poucos ascendentes que viveram muito tempo atrás. A teoria do gradualismo, defendida por Lamarck, diz que as transformações evolutivas ocorrem gradualmente, nunca aos saltos, com o acúmulo de sucessivas variações favoráveis à sobrevivência e reprodução. A teoria da seleção natural, novidade defendida por Darwin, leva à sobrevivência e reprodução de indivíduos com qualquer modificação, mesmo ligeira, que lhes dê vantagem na luta pela existência. A teoria da diversificação das espécies declara que os processos evolutivos levam ao surgimento de cada vez maior número de espécies, especialmente em populações que foram fundadas em lugares distantes por dispersão ou foram isoladas pelo surgimento de barreiras.

Darwin fundamentou suas ideias em três inferências feitas a partir da observação de cinco fatos (Mayr, 1998). O primeiro fato é a grande fertilidade das espécies,

que, se se reproduzissem com êxito ilimitado, teriam um crescimento exponencial do número de indivíduos ao longo das gerações (ideia de Malthus). O segundo fato é que, apesar dessa grande fertilidade, o tamanho das populações naturais tende a oscilar em torno de um número estável. O terceiro fato é que os recursos para o sustento de qualquer população são limitados e tendem a manter-se relativamente estáveis ao longo do tempo (ideia de Malthus). Desses três fatos, Darwin inferiu que, se a procriação produz um número maior de indivíduos do que os recursos podem suportar, mas a população permanece relativamente estável ao longo do tempo, então deve haver uma luta pela existência que leva à sobrevivência e reprodução de apenas uma parte da progênie de cada geração. O quarto fato é que não há dois indivíduos iguais nem dentro da mesma população nem entre populações diferentes da mesma espécie. O quinto fato é que grande parte dessa variação é herdável. Desses dois últimos fatos, Darwin fez duas inferências. Uma inferência é que a sobrevivência e reprodução dos indivíduos na luta pela existência não ocorrem ao acaso, mas dependem do acoplamento de seus caracteres hereditários com as pressões ambientais, constituindo a seleção natural. A outra inferência é que esse processo de seleção natural leva a uma mudança gradual e contínua dos indivíduos de uma população, implicando numa divergência dos indivíduos originais e originando novas espécies ao longo das gerações.

Com o passar dos anos, o desenvolvimento científico e o trabalho em conjunto de vários naturalistas e biólogos levaram ao que atualmente é chamada de Teoria Sintética da Evolução. Os principais responsáveis pela construção da síntese evolutiva foram Fischer, Wright e Haldane, que de maneira independente

demonstraram por meio de modelos matemáticos que o mecanismo da evolução pode ser explicado conciliando o modelo de herança mendeliana com a seleção natural proposta por Darwin, entendendo que dentro de populações ocorre um processo gradual de dispersão de genes de caracteres vantajosos à sobrevivência e reprodução dos indivíduos. Mayr, Dobzhansky e Simpson também tiveram grande influência na construção da Teoria Sintética da Evolução, também chamada de Neodarwinismo. Portanto, foi a partir de 1930 que a teoria evolucionista de Darwin e a genética foram unificadas numa nova teoria acerca da origem e diversidade das espécies (FUTUYMA, 1997, 2005; MAYR, 1998, 2009; SILVA, 2001).

A Teoria Sintética da Evolução (TSE) estabelece que a diversificação das espécies naturais ocorre por meio da seleção natural de caracteres numa população. A variação de caracteres entre indivíduos decorre da variabilidade genética, que resulta de processos ocorrentes diretamente nos genes (como, por exemplo, recombinação, transposição, silenciamento, supressão, amplificação, divergência funcional, mutação etc.) e processos ocorrentes nos cromossomos, como rearranjo, aumento do número cromossômico (poliploidização e disploidização ascendente) e diminuição do número de cromossomos (disploidização descendente). Os processos geradores de variabilidade são muito influenciados pelo fluxo gênico, que pode ocorrer tanto entre indivíduos de uma mesma população quanto entre indivíduos de populações diferentes. Embora possa haver influência do meio ambiente sobre a expressão gênica, os processos envolvendo genes e/ou cromossomos são processos aleatórios, gerando variações aleatórias e não direcionais nos caracteres. Esses caracteres sofrerão a ação conjunta de mecanismos (seleção natural, deriva genética e

fluxo gênico) que levam as populações a modificações lentas e graduais. Portanto, a TSE consegue explicar pontos da evolução que ficaram incertos no trabalho de Darwin, como o processo de origem de novos caracteres, a maneira como eles são herdados e os mecanismos de evolução juntamente com a seleção natural. (FUTUYMA, 1997, 2005; MAYR, 1998, 2009; SADAVA et al., 2009).

1.2 O Ensino da Evolução Biológica

Tendo em vista que a evolução biológica permeia e unifica todas as áreas da biologia, é essencial sua compreensão para que o ensino de biologia se dê de forma plena e satisfatória. Ao realizar a transposição didática do tema, é importante que o desenvolvimento do pensamento evolutivo, o conceito de evolução e os mecanismos de tal processo sejam levados em consideração, a fim de oferecer ao estudante instrumentos suficientes para sua discussão e compreensão (MAYR, 2009; FUTUYMA, 1997, 2005; MEYER e EL-HANI, 2005).

Quando voltamos nosso olhar para o ensino público, esbarramos com a carência de materiais didáticos oferecidos pelo Governo que possibilitem o ensino adequado de evolução nas séries do Ensino Médio. Segundo Patti (2017), o conteúdo de evolução que compõe o material de apoio oferecido pelo Governo do Estado de São Paulo aos professores apresenta alguns distanciamentos do conceito evolutivo na tentativa da transposição do tema. Caso tais distanciamentos não sejam sanados pelo professor de maneira independente, podem ser prejudiciais à compreensão do tema por parte dos estudantes (PATTI, 2017).

Tanto o material de apoio fornecido pelo Governo quanto muitos livros didáticos apresentam as teorias de Lamarck e Darwin como totalmente opostas, mas elas são coincidentes na aceitação do evolucionismo. Embora Darwin não tenha se baseado em Lamarck para desenvolver suas ideias (MAYR, 1998), a permanência de tal visão errônea da história das teorias evolutivas nos materiais didáticos atuais se mostra prejudicial à aprendizagem, podendo comprometer toda a compreensão histórica acerca do tema (ALMEIDA; FALCÃO, 2010; PATTI, 2017).

Além de grande parte dos materiais didáticos disponíveis para os professores conter distanciamentos dos conceitos evolutivos, outra dificuldade está relacionada ao tempo limitado para o ensino do tema, que normalmente é abordado apenas em parte do último ano do Ensino Médio (TIDON, LEWONTIN, 2004). Devido à abordagem breve, muitas vezes o conteúdo é ensinado de maneira fragmentada e descontextualizada, causando um afastamento da ciência ensinada e a ciência cotidiana, o que pode não despertar o interesse dos alunos e provocar falta de entusiasmo (RODRIGUES, 2018).

Além da dificuldade em encontrar materiais com uma abordagem crítica desse conteúdo, ao ensinar evolução biológica também é comum que o professor se depare com as concepções religiosas dos estudantes se contrapondo à teoria evolutiva. Muitos alunos se mostram resistentes ao aprendizado da evolução biológica por não entendê-la, em vista da aparente oposição aos dogmas religiosos (MADEIRA, 2007).

Portanto, ao ensinar evolução biológica é necessário que o professor se disponha a compreender as diversas crenças dos estudantes e a esclarecer que

a ciência e a religião permeiam campos diferentes, portanto não devem ser confundidas, visto que a ciência foca o campo material e a religião, o campo espiritual (MADEIRA, 2007).

Nesse contexto, torna-se necessário o desenvolvimento de materiais didáticos diferenciados, que estejam em consonância com os conceitos e teorias evolutivas e promovam uma aprendizagem crítica e contextualizada dos processos, sendo possível estimular reflexões acerca das teorias evolutivas e a compreensão da evolução como um processo de mudanças, estimulando o protagonismo estudantil e permitindo que os estudantes desenvolvam de maneira crítica suas concepções acerca do conteúdo abordado (SCARPA, CAMPOS, 2018).

1.3 Abordagens didáticas para o ensino de Biologia

1.3.1. Ensino por investigação

Durante o processo de construção do ensino-aprendizagem houve algumas modificações, principalmente no que diz respeito à relação entre o professor e o estudante. O professor passou do detentor do conhecimento para um mediador do conhecimento construído pelo estudante, sendo este o centro do processo de ensino e aprendizagem. (SCARPA, CAMPOS, 2018). Toda essa mudança foi fundamentada pelo construtivismo dos anos 1960-70, que inclui como principais autores Jean Piaget (1896-1980) e Lev Vygotsky (1986-1934). O pensamento construtivista leva em consideração os conhecimentos prévios do aluno para embasar os novos conhecimentos a serem adquiridos; portanto não mais

considera o aluno como uma “tabula rasa”. Além disso, também é levada em consideração a relação que o indivíduo estabelece com o meio, tendo em vista sua influência no processo de aprendizagem (PIAGET, 1937).

Segundo Scarpa, Sasseron e Silva (2017), atualmente o ensino de ciências tem como objetivo a formação de cidadãos críticos, capazes de se posicionar e tomar decisões com fundamento argumentativo. Nesse contexto, os objetivos do ensino de ciências passaram a valorizar conhecimentos sobre a construção de conceitos e teorias, possibilitando a compreensão acerca da investigação científica. (SCARPA, CAMPOS, 2018).

Carvalho (2018) define o ensino por investigação como:

“o ensino dos conteúdos programáticos em que o professor cria condições em sua sala de aula para os alunos:

- pensarem, levando em conta a estrutura do conhecimento;
- falarem, evidenciando seus argumentos e conhecimentos construídos;
- lerem, entendendo criticamente o conteúdo lido;
- escreverem, mostrando autoria e clareza nas ideias expostas.”

Nesse sentido, esse tipo de abordagem parte do protagonismo do estudante para a efetivação de seu próprio aprendizado, sendo o papel do professor proporcionar esse protagonismo através da elaboração e aplicação de atividades que criem as condições acima citadas.

Na criação de uma atividade investigativa, é importante que o professor tenha clareza sobre o grau de liberdade do aluno para realizá-la. Carvalho (2018) divide as atividades em cinco graus de liberdade, mas apenas o terceiro e o quarto caracterizam uma atividade investigativa, pois têm o aluno como protagonista de

suas ações, investigando hipóteses que podem ser elaboradas em conjunto com o professor, ou não, e até mesmo elaborando seus próprios problemas para investigação. Também é importante a elaboração do problema, pois a partir deste a investigação seguirá (CARVALHO, 2018).

Neste trabalho buscamos elaborar atividades cujo grau de liberdade fosse equivalente ao de uma atividade investigativa, segundo o conceito de Carvalho (2018), possibilitando aos alunos a elaboração e investigação de hipóteses.

1.3.2. Sequências didáticas

As sequências didáticas são metodologias muito utilizadas por professores para o ensino de conteúdos, pois trata-se de “um conjunto de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas para a realização de certos objetivos educacionais, e que tem um princípio e um fim conhecido tanto pelos(as) professores(as) quanto pelos estudantes” (ZABALA, 1998). No entanto, segundo Coutinho (2020), a aplicação de uma sequência didática não pode ser tão bem delimitada pelo professor quando aplicada em outros contextos. Desse modo, a sequência didática proposta neste trabalho busca possibilitar a autonomia do professor e dos estudantes, levando em consideração as diferentes realidades que podem ser vivenciadas no ambiente escolar.

Esta sequência didática está de acordo com alguns componentes da Base Nacional Comum Curricular (BNCC), da etapa do Ensino Médio, área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, dos quais destacamos:

Competência específica 2:

Construir e utilizar interpretações sobre a dinâmica da Vida, da Terra e do Cosmos para elaborar argumentos, realizar previsões sobre o funcionamento e a evolução dos seres vivos e do Universo, e

fundamentar decisões éticas e responsáveis. (BNCC, 2018 p.542)

Habilidades:

(EM13CNT201) Analisar e utilizar modelos científicos, propostos em diferentes épocas e culturas para avaliar distintas explicações sobre o surgimento e a evolução da Vida, da Terra e do Universo.

(EM13CNT202) Interpretar formas de manifestação da vida, considerando seus diferentes níveis de organização (da composição molecular à biosfera), bem como as condições ambientais favoráveis e os fatores limitantes a elas, tanto na Terra quanto em outros planetas. (BNCC, 2018 p.543)

Portanto, sua aplicação na rede pública de ensino torna-se favorável ao cumprimento das habilidades e competências necessárias para os estudantes do Ensino Médio.

2. OBJETIVOS GERAL E ESPECÍFICOS

Como objetivo geral, pretendemos desenvolver e fornecer aos professores de ensino básico uma sequência didática que proporcione um ensino investigativo, crítico e contextualizado da evolução biológica, possibilitando a construção do conhecimento por parte dos estudantes e sua formação como cidadãos conscientes de suas ações.

Como objetivos específicos, pretende-se:

- Possibilitar o diagnóstico dos conhecimentos prévios dos estudantes sobre a biologia evolutiva por meio de um questionário de sondagem.
- Incentivar o ensino por investigação da biologia evolutiva, levando em consideração o contexto social dos estudantes.
- Sistematizar os conteúdos da biologia evolutiva abordados no Ensino Médio por meio de uma prática investigativa.

- Fornecer aos professores um material didático que estimule a formação de cidadãos críticos e conscientes.
- Fornecer aos professores instruções para a aplicação da sequência didática elaborada no processo de ensino-aprendizagem através de vídeos.

2.1 Público-alvo

O material desenvolvido durante o mestrado profissional tem como público-alvo estudantes e professores da rede pública matriculados na terceira série do ensino médio, na qual o conteúdo de biologia estabelecido pelo Currículo Paulista (2010) contém habilidades e competências referentes ao tema abordado na sequência didática produzida.

3. METODOLOGIA

A sequência didática apresentada a seguir foi elaborada segundo o método de ciclo investigativo sistematizado por Pedaste et. al (2015) (Figura 1).

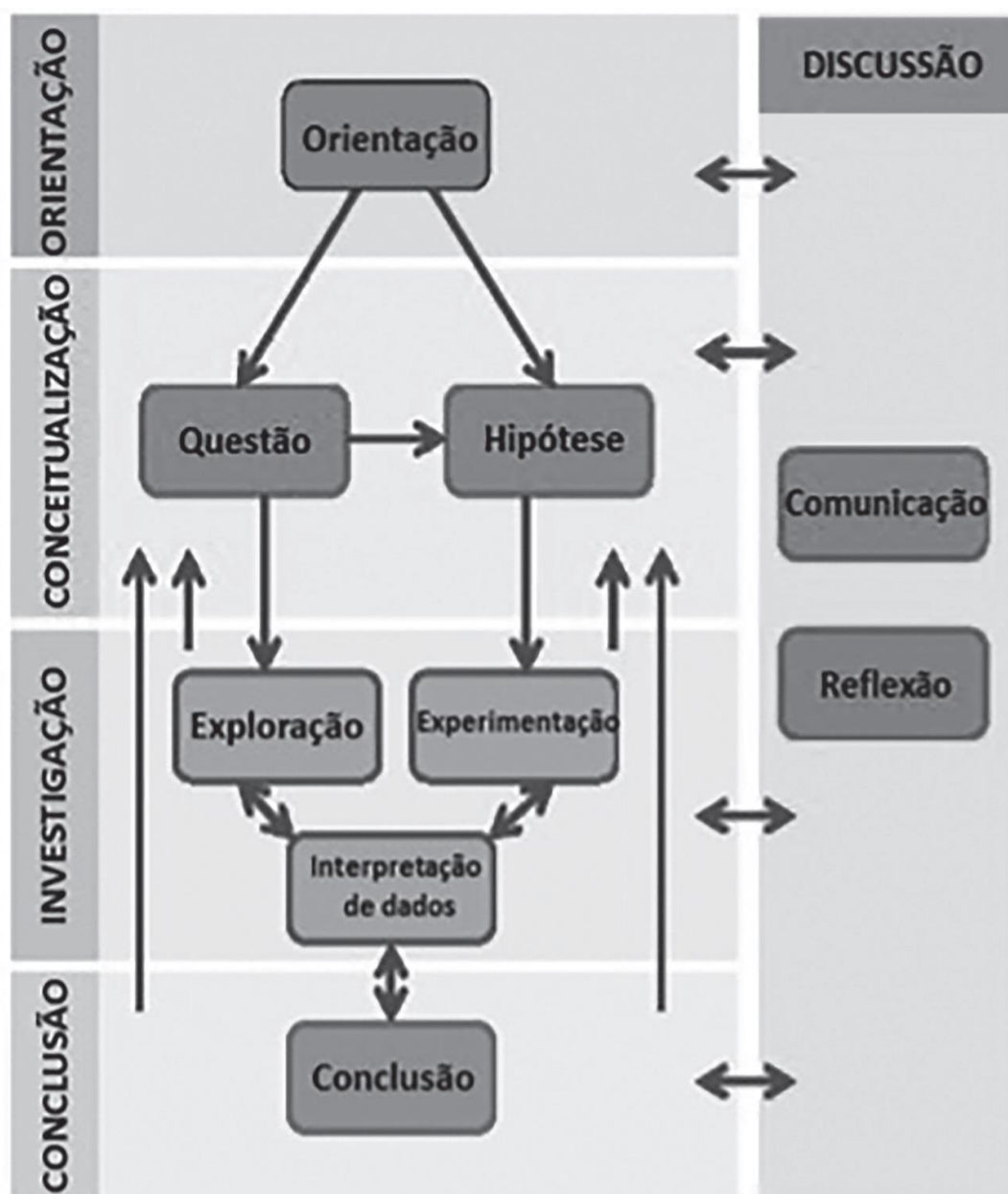


Figura 1 – Sistematização do ciclo investigativo Fonte: Traduzido de Pedaste et al. (2015, p.56, apud Scarpa; Campos, 2018)

A cada etapa da sequência didática é proposta a realização de um ciclo investigativo. Portanto, ao final foram propostos três ciclos investigativos para serem aplicados de forma sistematizada e correlacionada (Figura 2).

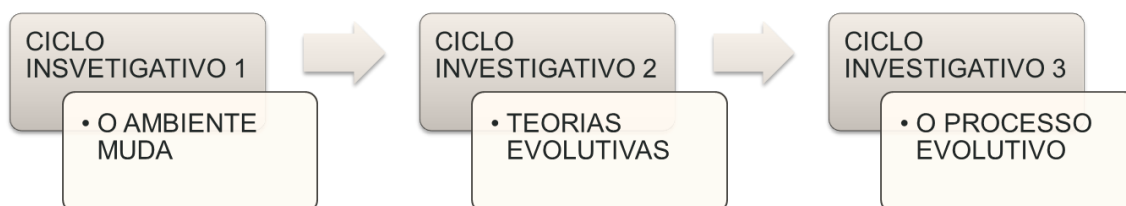


Figura 2 - Organograma da sistematização da Sequência didática.

3.1 - Questionário de sondagem

Antes de iniciar a aplicação da sequência didática, os alunos deverão responder um questionário com questões abertas, com o objetivo de identificar os seus conceitos prévios acerca da evolução e dos processos evolutivos. O ideal é que o questionário seja aplicado antes e novamente ao final da realização da sequência didática, a fim de realizar uma comparação qualitativa das respostas e verificar o impacto da aplicação da sequência didática.

3.2 - Sequência didática

Cada ciclo investigativo conta com a participação ativa do estudante no processo de aprendizagem. Abaixo estão relacionadas todas as etapas que compõem cada um deles:

3.2.1 Atividade: O ambiente muda

Sensibilização com a música “Como uma onda” de Lulu Santos.

Busca por provas de que o ambiente muda (pesquisa).

Apresentação das conclusões e reflexão sobre a validade das provas (professor e turma).

Diálogo sobre a mudança do ambiente e dos organismos.

3.2.2 Atividade: As Teorias Evolutivas

Questão de sensibilização para verificar o conhecimento prévio dos alunos acerca da teoria evolutiva.

Apresentação de uma situação de especiação para evidenciar as diferenças morfológicas entre as populações (professor e estudante).

Pesquisa para entender como a ciência explicaria as mudanças apresentadas.

Diálogo sobre as conclusões e resolução da questão inicial - verificar se houve mudança de conceito após as pesquisas.

Formação de uma nuvem de palavras na lousa com as palavras-chaves das respostas.

Divisão em grupos para pesquisa da contribuição de um autor para o desenvolvimento da teoria da evolução.

Construção de uma linha do tempo do histórico das teorias evolutivas.

3.2.3 Atividade: O Processo Evolutivo

Observação de indivíduos vegetais e preenchimento de ficha sobre suas variações.

Diálogo sobre as respostas e variações dentro de uma espécie.

Pesquisa guiada sobre a COVID-19 e suas diferentes consequências para os indivíduos.

Explicação breve sobre a existência dos mecanismos evolutivos: seleção natural, deriva genética e frequência gênica.

Dinâmica em grupo - análise de diferentes narrativas, envolvendo mecanismos e pressões evolutivas e identificação dos mecanismos presentes.

Socialização das situações que receberam e a análise que fizeram dos casos.

4. RESULTADOS

4.1 - Questionário de sondagem

Questionário Pré- e Pós-Aplicação:

1. Você consegue perceber diferenças entre os seres vivos? Se sim, a que você atribui essas diferenças?
2. Você entende que os descendentes são iguais aos seus pais? Explique sua resposta.
3. É possível afirmar que a evolução é um fato? Justifique sua resposta.

4.2 - Sequência didática

4.2.1 Ciclo investigativo 1: O ambiente muda

Duração: 2h/aulas

Orientação: Música “Como uma onda” de Lulu Santos. Os alunos devem elaborar uma análise do tema principal abordado na letra da música: tudo muda.

Questão: “Será que tudo muda?”

Exploração: A partir dessa questão os alunos deverão buscar provas de que o ambiente muda e apresentá-las para a turma. Para auxiliar no processo, o professor irá apresentar evidências das mudanças climáticas, mostrando a relação entre o aumento da concentração de CO₂ e aumento da temperatura média anual no mundo por meio do gráfico de Keeling (disponível em: <https://keelingcurve.ucsd.edu/>), de modo a despertar o interesse da turma pela pesquisa de outras mudanças (anexo 1). É esperado que os alunos identifiquem principalmente as mudanças visíveis quanto à paisagem; por exemplo, modificação do curso de um rio, formação de uma lagoa, desenvolvimento de uma construção urbana, modificação da vegetação para agricultura etc.

Interpretação de Dados: Na segunda aula, deve ocorrer a apresentação das provas pelos alunos, e o professor realizará um levantamento de todas as provas apresentadas pela turma a fim de responder às questões:

- a. *Existe diferença entre a origem das provas?*
- b. *Todas as provas apresentadas são válidas para o objetivo da atividade?*

Conclusão: A partir das respostas o professor irá acomodar a turma em círculo e promover uma discussão sobre a mudança do ambiente, levando até a mudança dos organismos.

4.2.2 Ciclo investigativo 2: As Teorias Evolutivas

Duração: 2h/aula

Orientação: A segunda atividade partirá do conceito trabalhado anteriormente, de que os indivíduos sofrem mudanças. Portanto, para iniciar, o conceito deve ser retomado de forma breve e dialogada.

Questão: *Como a ciência explicaria as mudanças que ocorrem nos indivíduos?*

As respostas devem ser escritas pelos alunos e posteriormente explanadas para a turma. Mediante as respostas explicadas espera-se verificar o conhecimento prévio dos alunos acerca da teoria evolutiva.

A seguir, o professor poderá apresentar uma situação de especiação. Sugere-se utilizar o caso dos botos amazônicos: *Inia geoffrensis*, *Inia boliviensis*, *Inia araguaiaensis*, mostrando imagens para evidenciar as diferenças morfológicas entre as populações, mas sem explicar detalhes (anexo 2). A partir de então, será aplicado outro questionamento aos alunos:

Como a ciência explicaria as mudanças apresentadas?

Exploração: Nessa etapa, os alunos devem consultar o livro didático ou pesquisar na internet para responder à questão. A seguir, o professor discutirá com os estudantes as respostas e pedirá para que, a partir de então, eles respondam novamente, sem consultar outras fontes, à questão

“Como a ciência explicaria as mudanças que ocorrem nos indivíduos?”

O professor deverá acomodar a turma em roda e pedir que apresentem suas novas respostas, anotando palavras-chaves dessas respostas na lousa, formando uma nuvem de palavras.

Na segunda aula, os estudantes são divididos em quatro grupos, e cada um dos grupos deve pesquisar a contribuição de um autor para o desenvolvimento da teoria da evolução, sendo eles: Jean Baptiste Pierre Antoine de Monet (Chevalier de Lamarck), Charles Darwin, Ronald Fisher e Ernest Mayr (anexo 2).

Interpretação de Dados: Após a pesquisa, cada grupo deve realizar uma breve apresentação sobre o que encontrou e junto com o professor responsável a turma irá construir um histórico das teorias evolutivas.

Conclusão: A partir das apresentações, os estudantes devem construir uma linha do tempo do histórico das teorias evolutivas, evidenciando qual é a teoria aceita atualmente.

4.2.3 Ciclo investigativo 3: O Processo Evolutivo

Duração: 4h/aula

Orientação: O professor deve levar alguns vegetais da mesma espécie para a sala de aula e pedir que os estudantes preencham uma ficha, anotando as características de cada um deles, levando em consideração cor, tamanho das flores, tamanho e forma das folhas, espessura dos talos etc. (anexo 3) Após cada aluno preencher uma ficha, os resultados serão comparados com objetivo de mostrar à turma que dentro de uma mesma espécie há variações entre os indivíduos.

Questão: Pretende-se evidenciar como a diversidade entre os indivíduos é importante quando o ambiente muda. Para isso, sugere-se utilizar o exemplo da Covid-19. Os alunos deverão pesquisar a causa da doença e origem do vírus, assim como a frequência de pessoas que se contaminam e permanecem

assintomáticas, pessoas que apresentam sintomas ou outras que chegam a óbito.

Após a pesquisa, os alunos deverão responder às seguintes questões:

1. *Por que cada pessoa reage de modo diferente à infecção causada pelo SARS-COV-2?*
2. *O surgimento do novo vírus representa uma mudança no ambiente, que leva os seres vivos a relacionar-se de modo diferente entre si e com o novo ambiente. Nas relações entre indivíduos, passaram a ser praticados por exemplo, o distanciamento social, uso de máscaras, higienização das mãos e objetos etc. Na relação com o ambiente modificado pela presença do vírus, as pessoas passaram a ser contaminadas e a desenvolver ou não a doença, podendo não apresentar qualquer sintoma ou apresentar quadros variados de gravidade, chegando até à morte. Como essas mudanças podem ser consideradas um fator evolutivo?*

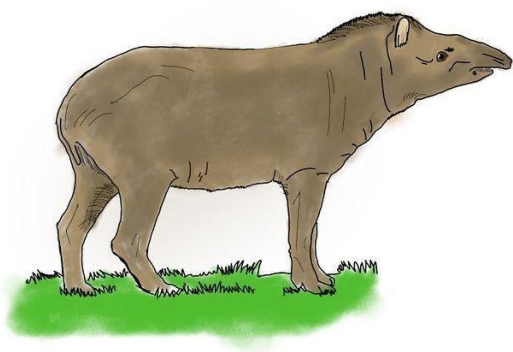
Exploração: Na terceira aula, o professor pedirá para que os estudantes comentem suas respostas e suas considerações sobre as questões anteriores. Em seguida, pedirá que os estudantes façam uma pesquisa sobre os mecanismos e fatores evolutivos.

Interpretação de dados: Na quarta aula, o professor fará uma dinâmica com os alunos, na qual eles serão separados em grupos, e cada grupo receberá uma situação diferente para analisar, envolvendo diferentes mecanismos e pressões evolutivas. Os estudantes deverão identificar os mecanismos evolutivos presentes nas situações.

DINÂMICA DOS MECANISMOS EVOLUTIVOS

Será distribuída para cada grupo uma crônica dentre as descritas abaixo: (anexo 3)

a. Enfrentando as adversidades (seleção natural)



Era julho de 2050, no pantanal matogrossense. Nessa época, os animais desse ambiente ficam menos ativos, afinal enfrentar o frio não é algo simples. Naquele ano, o inverno foi demasiadamente rigoroso, e, além das

Figura 3-Illustração elaborada por César Augusto temperaturas baixas, a seca estava castigando os animais da região - tudo culpa do desequilíbrio climático, nós sabemos! A situação não estava nada boa, especialmente para as antas, pois, além do frio intenso e da seca, aquela população ainda estava enfrentando um outro problema: uma doença bacteriana. Com o aumento da atividade agrícola e da pecuária, novas bactérias foram introduzidas no ambiente, e, para o azar das antas, uma cepa das bactérias tinha capacidade de infectá-las e causar uma nova doença.

A quantidade de antas estava sendo reduzida, o que era preocupante. Com o passar do tempo, apesar de muitas antas terem sido vítimas da doença e chegado a óbito, várias delas eram resistentes à infecção e passaram a conviver com a nova bactéria sem manifestar a doença. As sobreviventes continuaram cruzando entre si e se reproduzindo e, assim, após alguns anos foi possível

recuperar o tamanho daquela população, cujos indivíduos, apesar de poderem hospedar a bactéria, não manifestavam mais a doença.

b. Você viu? (mutação)



Há tempo, no fundo do oceano Atlântico havia uma grande população de polvos. Eles não eram muito ativos, mas conseguiam proteger-se bem dos predadores! Quando percebiam que o predador estava chegando, eles se

Figura 4 - Ilustração elaborada por César Augusto

enterravam no substrato, dificultando muito sua caça pelo animal que queria comê-los. Bem, como em toda população natural, nesta os indivíduos também acasalavam entre si. Obviamente, os filhotes não eram todos idênticos uns aos outros. Alguns nasciam com maior dificuldade de se enterrar, outros com cores mais chamativas e assim por diante, de modo que os caracteres variavam aleatoriamente entre os indivíduos. Como consequência, indivíduos com diferentes combinações de caracteres podiam ser mais ou menos predados, ou seja, as diferentes combinações de caracteres podiam favorecer ou não a sobrevivência daqueles indivíduos.

Na primeira prole de um jovem casal de polvos, dois filhotes aparentemente tinham a capacidade de se camuflar! Isso mesmo, além de conseguirem se enterrar na areia quando percebiam um predador, eles também mudavam sua

coloração para um tom muito parecido com o do substrato. Esses filhotes cresceram, tiveram um grande sucesso reprodutivo e alguns de seus filhotes herdaram a capacidade incrível dos pais! Ora, como dificilmente estes polvos camuflados eram predados, o número desse tipo de indivíduo foi aumentando tanto na população, que, com o passar do tempo, a população passou a ser constituída quase totalmente por polvos que se camuflavam, e raros eram os que não conseguiam e quando surgiam – coitados! – logo eram capturados e comidos.

c. Novos integrantes (fluxo gênico)



Figura 5- Ilustração elaborada por César Augusto

Era verão no hemisfério sul. Em certa ilha havia uma pequena população de lagartos que todas as tardes saía para a caçada e comiam pequenos insetos, que eram muito abundantes naquela época do ano; por isso, nenhum

lagarto da população passava fome.

Certo dia, uma fêmea fecundada jamais vista, aparentemente vinda de outra população, se instalou em um local próximo. Ela deve ter ficado isolada de sua população durante a enchente que havia ocorrido naquela noite. A princípio, houve um estranhamento por parte dos indivíduos locais, e, quando a recém-chegada deu cria, alguns de seus filhotes foram mortos por outros lagartos ou pelos predadores que rondavam a região. Mas, vários filhotes sobreviveram e cresceram ali mesmo naquele local. Com o passar do tempo, os indivíduos da

população nativa foram se acostumando com a presença dos estrangeiros, que passaram a ser considerados parte da população, afinal aquela era sua nova casa. Certo tempo passou e estes lagartos vindos de outra população se cruzaram tanto entre si quanto com os nativos de modo aleatório. Surpreendentemente, os híbridos entre os estrangeiros e os locais eram férteis e capazes de deixar descendentes. Esses cruzamentos ocorreram muitas vezes e por muitas gerações e, com isso, seus genes foram fixados naquela população. A incorporação dos novos indivíduos dentro da população provocou uma alteração da frequência de genes. Como muitos genes controlam a expressão de caracteres externos, em consequência daquela alteração da frequência gênica, alguns caracteres que podiam ser observados na população inicial não eram mais observados, ao mesmo tempo em que outros caracteres surgiram.

d. Resistindo ao fogo (Deriva Genética)



Figura 6 - Ilustração elaborada por César Augusto

Era primavera no sul do México. Uma população de rosa-de-pedra ou echevéria (*Echeveria* sp.) estava com a maior parte dos indivíduos em época reprodutiva, alguns com as flores já abertas, outros com flores polinizadas recentemente, e outros com sementes prontas para serem dispersas.

Naqueles dias, logo após uma breve chuva, caiu um raio no local e provocou um incêndio, que matou muitos indivíduos, incluindo quase toda a população de echevérias. Após o fogo cessar, alguns indivíduos e algumas sementes já

formados daquela população haviam resistido. O fogo havia matado aleatoriamente muitos indivíduos e agora aquela população estava muito reduzida. Seria necessário um longo tempo para se recompor. Com o passar do tempo, algumas sementes germinaram, outras plantas já desenvolvidas entraram em período reprodutivo e começaram a procriar, e seus descendentes também procriaram, repetidamente, recuperando o tamanho da população ao longo dos anos. Mas, os indivíduos dessa nova população eram todos descendentes dos poucos indivíduos e sementes que não foram mortos pelo fogo. Eles tinham combinações de genes únicas, como qualquer indivíduo natural. Com isso, a população restabelecida era diferente da original em vários aspectos. Porém, essas diferenças genéticas não necessariamente favoreciam nem prejudicavam a sobrevivência daqueles indivíduos. Os indivíduos da nova população eram geneticamente diferentes dos da população original devido simplesmente ao acaso de os indivíduos parentais não terem sido mortos pelo fogo.

e. Os conquistadores (Seleção sexual)



Na Floresta Amazônica vivia uma população de aves nativas que tinham uma característica encontrada em algumas outras espécies: o dimorfismo sexual. A maioria dos machos possuía penas de tons azulados, bastante

Figura 7 - Ilustração elaborada por César Augusto chamativos, enquanto as fêmeas eram amarronzadas, quase que imperceptíveis no ambiente. Era notável que as

fêmeas daquela espécie escolhiam os machos mais azulados e mais chamativos para estabelecer uma prole; por isso, esses machos tinham maior taxa reprodutiva em relação aos outros, aqueles cujo a coloração era mais discreta.

No entanto, a coloração chamativa dos indivíduos não atraía somente as fêmeas. Como os machos mais azulados e chamativos eram avistados de uma distância maior em relação aos machos de coloração discretas, eles atraíam para si muitos predadores; logo, os machos mais predados eram aqueles com a coloração mais vibrante.

Apesar da predação, machos muito coloridos nunca sumiram daquela população; ao contrário, a grande maioria dos machos encontrados são azuis, com penas que reluzem sob o sol, isso porque esses indivíduos conseguem se reproduzir mais vezes durante seu período, às vezes curto, de vida.

Após a leitura os grupos devem responder às seguintes questões:

1. Qual/quais mecanismo(s) evolutivo(s) podem ser encontrados na narrativa?
2. Explique como este(s) mecanismo(s) colaboram no processo de evolução biológica das personagens.

Conclusão: Os grupos devem apresentar sua narrativa para a turma e explicar as respostas. Posteriormente, o professor abrirá para discussões e comentários:

- A turma concorda com as respostas propostas pelo grupo?
- As respostas são viáveis do ponto de vista teórico? (caso contrário, o próprio professor deve intervir na discussão)

Cada grupo deverá compartilhar as situações que recebeu e a análise que fez dos casos. O professor irá corrigir as análises apresentadas, se necessário, e discuti-las com a turma. Espera-se que dessa forma os estudantes compreendam o processo evolutivo com clareza e objetividade.

4.3 - Instrução audiovisual

A fim de facilitar a aplicação da sequência didática desenvolvida, foi elaborado um manual audiovisual, no qual a autora descreve passo-a-passo como foi pensada a aplicação da atividade. O material foi publicado em uma plataforma gratuita e bastante difundida, o Youtube, no seguinte link: https://youtu.be/LUXBC6H7_7A, possibilitando o acesso de qualquer profissional interessado em aplicar o material.

5. DISCUSSÕES

Atualmente, o ensino de ciências não se basta apenas pela compreensão do resultado. É importante que o sujeito tenha contato com o processo de construção do conhecimento científico e seja capaz de aplicá-lo no contexto atual (SASSERON, 2015). Portanto, durante a elaboração da sequência didática apresentada neste trabalho, houve grande preocupação com o envolvimento do estudante durante a aplicação das atividades, buscando valorizar o protagonismo do sujeito na aprendizagem.

A metodologia do ensino por investigação fomentou toda a elaboração do trabalho, visto que possibilita estimular a aprendizagem crítica, durante a qual o estudante participa ativamente. As atividades propostas na sequência didática

desenvolvida foram analisadas segundo os graus de liberdade propostos por Carvalho et al (2010), que constam a seguir (Figura 3), sendo que os graus 1 e 2 tratam de atividades diretivas, com participação restrita do estudante e ação predominante do professor, enquanto os graus 3, 4 e 5 referem-se a atividades investigativas, em que o estudante é protagonista (CARVALHO, 2015).

	Grau 1	Grau 2	Grau 3	Grau 4	Grau 5
Problema	P	P	P	P	A
Hipóteses	P	P/A	P/A	A	A
Plano de trabalho	P	P/A	A/P	A	A
Obtenção de dados	A	A	A	A	A
Conclusões	P	A/P/Classe	A/P/Classe	A/P/Classe	A/P/Classe

Figura 8. Graus de liberdade de professor (P) e alunos (A) em atividades experimentais (Carvalho, Ricardo, Sasseron, Abib, & Pietrocola, 2010, p. 55)

Por tratar-se de ciclos investigativos, todas as atividades propostas iniciam-se com a etapa de orientação, seguida da questão, exploração, análise de dados e conclusão. Ao analisar a estrutura das atividades, concluímos que elas podem ser categorizadas nos graus de liberdade 3 ou 4, a depender da abordagem do professor durante sua aplicação. A possibilidade de variação do grau de liberdade disposto ao estudante é vista como positiva, devido à diversidade de turmas dentro do sistema de ensino. Assim, o professor tem autonomia para adaptar a sequência didática proposta de acordo com a maturidade da turma em que ela será aplicada e o contexto em que os estudantes estão inseridos, mantendo seu caráter investigativo.

Quando aplicada com grau 3 de liberdade, espera-se que o professor proponha o problema e auxilie os estudantes na elaboração das hipóteses e plano de

trabalho, deixando a eles a obtenção de dados, para que posteriormente, em conjunto com o professor e a classe, sejam realizadas as conclusões. Em contraponto, no grau de liberdade 4 o professor deve propor o problema e deixar que os estudantes elaborem suas hipóteses, plano de trabalho e obtenção de dados, sem interferir no processo, para que, por fim, as conclusões sejam elaboradas em conjunto com a classe. (CARVALHO, 2015).

Durante a elaboração da atividade, houve preocupação em relacionar o conteúdo estudado à realidade dos estudantes. Por isso, no decorrer de todos os ciclos investigativos a autora buscou utilizar exemplos e situações em que eles fossem capazes de se reconhecer. No ensino da evolução biológica, aproximar-se à realidade do estudante não é algo simples, pois por muitas vezes os princípios religiosos acabam criando barreiras entre o estudante e o conteúdo a ser aprendido. Nesses casos, o papel do professor se dá na tentativa de romper essas barreiras sem desrespeitar ou questionar as crenças de seus alunos (MADEIRA, 2007). Nesse sentido, a colocação da pandemia da Covid-19 como a estratégia didática pareceu favorável, dado que todos os estudantes do país, de alguma forma, passaram por tal situação e tiveram contato com informações a respeito do SARS-COV-19. É importante ressaltar que durante a aplicação da atividade, o assunto deve ser tratado com cautela, uma vez que pode despertar possíveis gatilhos emocionais.

Outra estratégia utilizada durante a elaboração da sequência didática foi a utilização de histórias narrativas, buscando contextualizar o conteúdo e verificar a capacidade dos estudantes de compreendê-lo em contextos. Segundo Galvão (2005), as narrativas como um todo constituem um método importante para estudos investigativos, pois são capazes de fornecer dados importantes para a

análise. Neste trabalho foram elaboradas histórias narrativas com dados que possibilitam o reconhecimento de determinados mecanismos evolutivos. Assim, espera-se que os estudantes sejam capazes de compreendê-los ao final da atividade.

6. CONCLUSÕES

Ao evidenciar a importância da compreensão da evolução biológica para o entendimento de todos os processos biológicos, fica evidente a necessidade de um ensino contextualizado desse conteúdo, levando em consideração o seu histórico de construção, a forma como o processo evolutivo ocorre e os mecanismos envolvidos durante esse processo, visando à aprendizagem significativa pelos estudantes. O material desenvolvido foi baseado no ensino por investigação, visto que de acordo com Carvalho (2018) e Sasseron (2015) essa metodologia possibilita que o estudante seja o sujeito de sua própria aprendizagem, no qual o professor age como um mediador do conhecimento.

Os objetivos propostos inicialmente foram atingidos, visto que foi possível contemplar grande parte do conteúdo da evolução biológica ensinado no ensino médio, com atividades de caráter investigativo, em uma quantidade de aulas viável para sua aplicação, levando em consideração o número de aulas que o professor de biologia do ensino médio tem disponível para o ensino dos conteúdos que contemplam habilidades previstas pela BNCC.

Ao analisar as atividades propostas, organizadas em três diferentes ciclos investigativos, foi possível notar que proporcionam uma aprendizagem crítica e estimulam o protagonismo estudantil, visto que todas as etapas de cada ciclo

ocorrem por ações de pesquisas e discussões realizadas pelos estudantes. Também é importante destacar a possibilidade de adequações durante sua aplicação, de modo que o professor de tem liberdade para adaptar esta sequência didática de acordo com a realidade de sua classe, o que considero de extrema importância, pois o processo de ensino-aprendizagem é dinâmico e deve ser considerado no contexto em que o estudante está inserido.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICA

ALMEIDA, A. V.; FALCÃO, J. T. R. A estrutura histórico-conceitual dos programas de pesquisa de Darwin e Lamarck e sua transposição para o ambiente escolar. **Ciênc. educ.**, p.17-32, Bauru, 2005.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**, 2018, acesso em 20/02/2020; disponível em:
<<http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=85121-bncc-ensino-o-medio&category_slug=abril-2018-pdf&Itemid=30192>>

CARVALHO, A. M. P.; Fundamentos Teóricos e Metodológicos do Ensino por Investigação. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, [S. I.], v. 18, n. 3, p. 765-794, 2018. DOI: 10.28976/1984-2686rbpec2018183765. Disponível em:
<https://periodicos.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/4852/3040> Acesso em: 28 mar. 2021.

CARVALHO, A. M. P., RICARDO, E. C., SASSERON, L. H., ABIB, M. L. V. S., PIETROCOLA, M. Ensino de Física. **Cengage Learning**. São Paulo, 2010.

COUTINHO, F. A. (Org.) **Sequências didáticas: Propostas, discussões e reflexões teórico-metodológicas** volume 2 [livro eletrônico] / Francisco Ângelo Coutinho, Fábio Augusto Rodrigues e Silva, Gabriel Menezes Viana (Orgs.). Vários autores. – São Paulo: Na Raiz, 2020. Disponível em:
https://www.repositorio.ufop.br/bitstream/123456789/8549/1/CAPITULO_EstatutoEmbri%C3%A3oPesquisa.pdf Acesso em: 04 dez 2021.

DARWIN, C. **A origem das espécies**. São Paulo: Editora Martin Claret Ltda., 2004.

DOBZHANSKY, T. Nothing in biology makes sense except in the light of evolution. **American BiologyTeacher**, v. 35, n.3, p.125-129, 1973.

FUTUYMA, D. J. **Biologia Evolutiva**. Ribeirão Preto, SP, Sociedade Brasileira de Genética/CNPq, 1997.107

FUTUYMA, D. J. **Evolution**. Sinauer Associates, Sunderland, Massachusetts, 2005.

FUTUYMA, D. J. **Evolução, Ciência e Sociedade**. Edição exclusiva do 48º Congresso Nacional de Genética. São Paulo: Sociedade Brasileira de Genética, 2002. Disponível em:
<http://www.sbg.org.br/ebook/Novo/ebook_evolucao.pdf >. Acesso em: 10/07/2020.

GALVÃO, C. Narrativas em educação. **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 11, n. 2, p. 327-345, 2005.

GISS/NASA, 2007. Goddard Institute for Space Studies, NASA, disponível em <http://data.giss.nasa.gov/gistemp>. Acesso: 26/06/2022

HRBEK, T.; DA SILVA, V. M. F., DUTRA; N., GRAVENA; W., MARTIN; A. R., FARIAS, I. P. A new species of river dolphin from Brazil or: how little do we know our biodiversity. **PLoS one**. v. 9. n.1, p. e83623, 2014.

INFOAMAZONIA. Encurralados: A história dos botos entre as represas do rio Madeira. 2021. Disponível em:
<https://infoamazonia.org/2021/02/12/encurralados-a-historia-dos-botos-entre-as-represas-do-rio-madeira/>. Acesso: 26/06/2022

MADEIRA, A. P. L. **Fé e evolução: A influência de crenças religiosas sobre a criação do homem na aprendizagem da teoria da evolução com alunos do 3 ano do ensino médio**. São Paulo: PGRE-CRE-PUC, 2007.

MARTINS, L. A. C. P. **Nos tempos de Lamarck: o que ele realmente pensava sobre evolução orgânica**. Programa de Estudos Pós-Graduados em História da Ciência, Pontifícia Universidade Católica de São Paulo. 2002.

MAYR, E. **O Desenvolvimento do Pensamento Biológico**. Brasília: Ed. UNB, 1998.

MAYR, E. **O que é Evolução?**. Rio de Janeiro: Rocco, 2009.

MEYER, D.; EL-HANI, C. N. **Evolução: o sentido da Biologia**. São Paulo: Editora UNESP, 2005.

PATTI, M. **A evolução biológica no currículo do estado de São Paulo: uma análise dos cadernos de apoio**. Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Ciências, Bauru, 2017.

PEDASTE, M. et al. Phases of inquiry-based learning: Definitions and the inquiry cycle. **Educational Research Review**, v.14, p.47-61, 2015.

PIAGET, J. **Psicologia e epistemologia: por uma teoria do conhecimento**. Rio de Janeiro: Forense, 1973.

RODRIGUES, G. V. **O enfoque evolutivo como eixo integrador em uma proposta didática para o ensino da diversidade de seres vivos**. Universidade Federal de Santa Catarina. Centro de Ciências Biológicas. Graduação em Ciências Biológicas. Florianópolis, 2018.

SADAVA, D.; HELLER, C.; ORIAN, G.; PURVES, B.; HILLIS, D. **Vida: a ciência da Biologia**. v. 2 Evolução, diversidade e ecologia. 8ª edição. Porto Alegre: Artmed, 2009.

SCARPA, D. L.; CAMPOS, N. F., **POTENCIALIDADES DO ENSINO DE BIOLOGIA POR INVESTIGAÇÃO**, Estudos Avançados, v.32, p.25-41, 2018.

SCARPA, D. L.; SASSERON, L. H.; SILVA, M. B. e. O Ensino por Investigação e a Argumentação em Aulas de Ciências Naturais. **Tópicos Educacionais**, v.3, n.1, p.7-27, 2017.

SILVA, E. P. DA: A short history of evolutionary theory. **História, Ciências, Saúde**. Manguinhos, v. VIII, n. 3, p. 671-87, 2001.

SÃO PAULO. Secretaria da Educação. **Currículo do Estado de São Paulo: Ciências da Natureza e suas tecnologias**. São Paulo, 2010.

TIDON, R.; LEWONTIN, R. C. Teaching evolutionary biology. **Genetics and Molecular Biology**, v. 27, n. 1, p. 124-31, 2004.

SCRIPPS INSTITUTION OF OCEANOGRAPHY. **The Keeling Curve**. UC San Diego. Disponível em: <https://keelingcurve.ucsd.edu/>. Acesso em: 11 abr. 2022

SASSERON, L. H. Alfabetização científica, ensino por investigação e argumentação: relações entre ciências da natureza e escola. **Ens. Pesqui. Educ. Ciênc.**, Belo Horizonte, v. 17, n. spe, p. 49-67, 2015. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1983-21172015000400049&lng=en&nrm=iso. Acesso em: 29 mar. 2022.

ZABALA, A. **A prática educativa: como ensinar**. Porto Alegre: Artmed, 1998.

ANEXOS

Anexo 1

Ciclo investigativo 1: O ambiente muda

Sugestão de prova que o ambiente muda para incentivar os estudantes a buscarem por outras provas:

Evidenciar a mudança climática, mostrando a relação entre o aumento da concentração de CO₂ por meio do gráfico de Keeling e aumento da temperatura média anual global por meio do gráfico da variação da temperatura anual global da GISS/NASA.

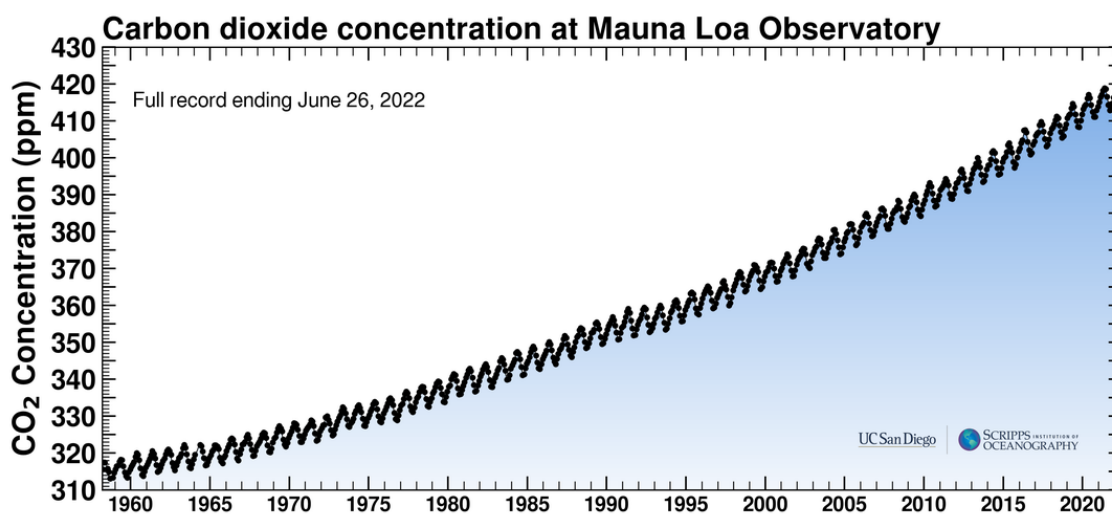


Gráfico 1: O curva de Keeling. Disponível em: <https://keelingcurve.ucsd.edu/>

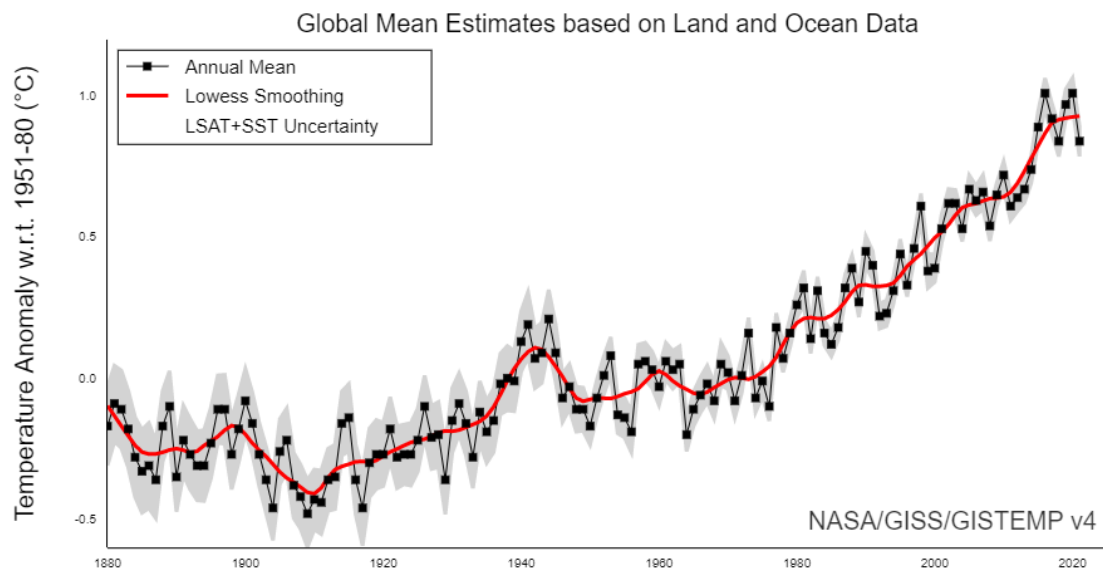


Gráfico 2: Variação da temperatura média anual global. Disponível em:
https://data.giss.nasa.gov/gistemp/graphs_v4/

A partir dessa questão os alunos buscarão provas de que as coisas mudam e apresentarão para a turma.

Anexo 2

Ciclo investigativo 2: As Teorias Evolutivas

Sugestão de situação de especiação:

O caso dos botos amazônicos: *Inia geoffrensis*, *Inia boliviensis*, *Inia araguaiaensis*.

Mostrar a ilustração das três espécies pedindo que os estudantes observem algumas diferenças morfológicas entre elas:

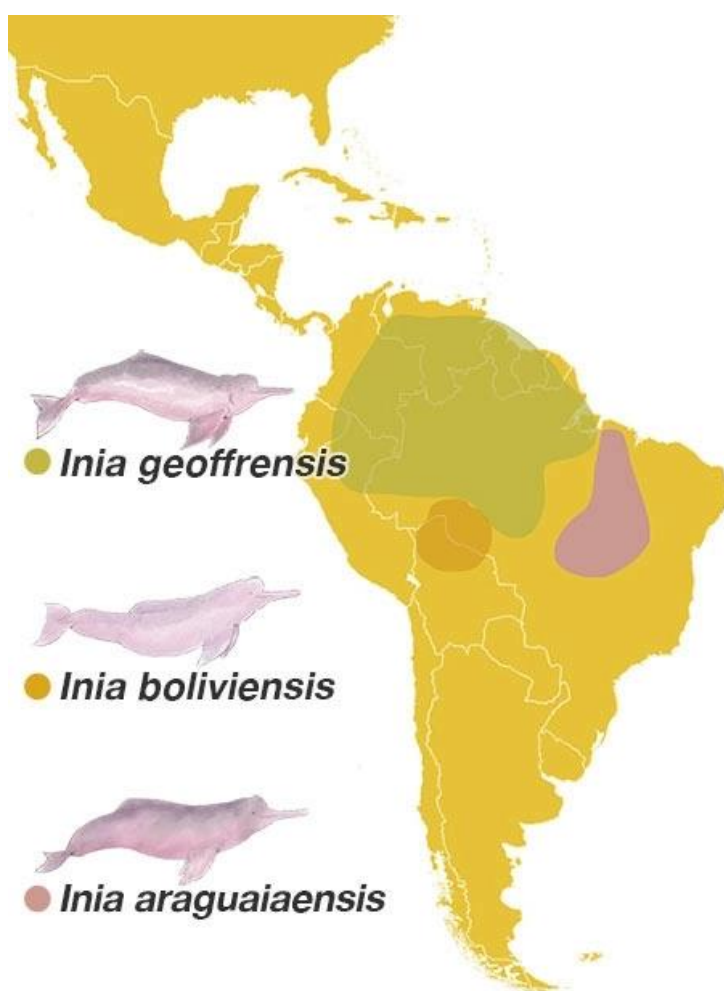


Imagem disponível em: <https://infoamazonia.org/2021/02/12/encurralados-a-historia-dos-botos-entre-as-represas-do-rio-madeira/>

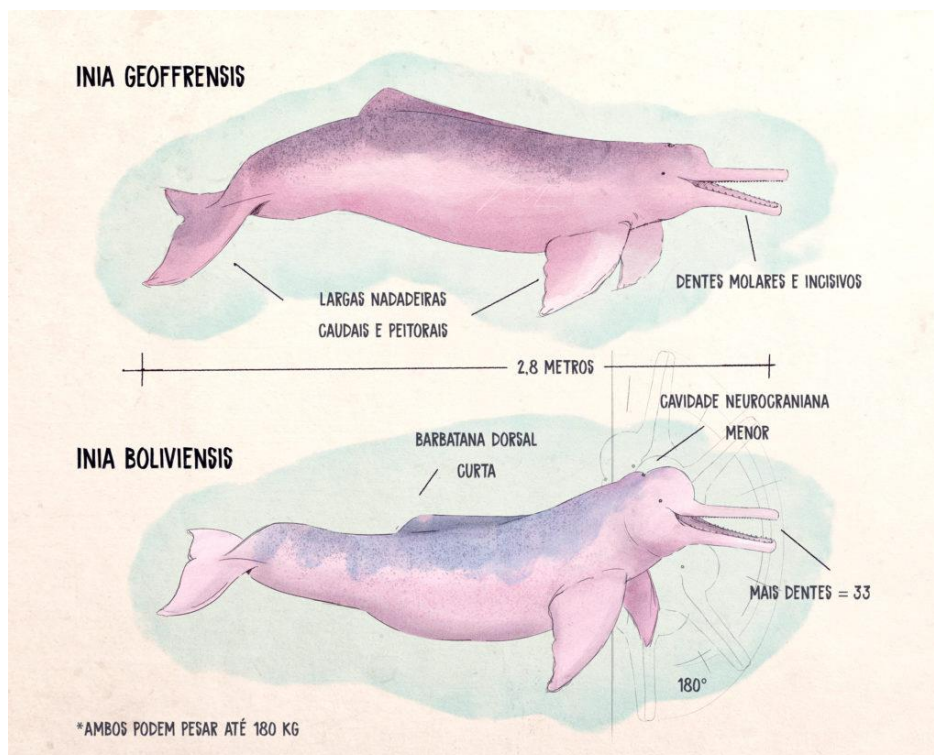


Imagem disponível em: <https://infoamazonia.org/2021/02/12/encurralados-a-historia-dos-botos-entre-as-represas-do-rio-madeira/>

A partir das diferenças observadas pelos alunos, questioná-los:

Como a ciência explicaria as mudanças apresentadas?

Orientá-los a consultar o livro didático ou pesquisar na internet para responder à questão.

Para auxiliar na discussão da resposta dessa questão aconselha-se a leitura dos materiais:

HRBEK, T.; DA SILVA, V. M. F., DUTRA; N., GRAVENA; W., MARTIN; A. R., FARIAS, I. P. A new species of river dolphin from Brazil or: how little do we know our biodiversity. **PLoS one**. v. 9. n.1, p. e83623, 2014. Disponível em: <https://repositorio.inpa.gov.br/bitstream/1/14714/1/artigo-inpa.pdf>

Encurralados: A história dos botos entre as represas do rio Madeira.

Infoamazonia. 2021. Disponível em:

<https://infoamazonia.org/2021/02/12/encurralados-a-historia-dos-botos-entre-as-represas-do-rio-madeira/>

Os textos acima podem ser sugeridos também para os estudantes, caso tenham dificuldade com a pesquisa, em especial o segundo, pois se encontra em português.

Pesquisando as teorias evolutivas

Seguem abaixo sugestões de fontes confiáveis para que os estudantes realizem as pesquisas sobre as teorias evolutivas. A depender do nível de maturidade da turma, o professor pode pedir que a pesquisa se inicie de forma livre, direcionando-a quando necessário, ou direcioná-la logo no início.

Jean Baptiste Pierre Antoine de Monet Chevalier de Lamarck:

Martins, L. A. C. P. **Nos tempos de Lamarck: o que ele realmente pensava sobre evolução orgânica.** Programa de Estudos Pós-Graduados em História da Ciência, Pontifícia Universidade Católica de São Paulo. 2002. Disponível em: <https://www.ghc.usp.br/server/PDF/lacpm-Tempos-de-Lamarck.PDF>

Charles Darwin:

DE SOUZA AMORIM, Dalton. Ao redor de Charles Robert Darwin. Comciência. Disponível em: <https://www.comciencia.br/comciencia/handler.php?section=8&edicao=45&id=533&t&print=true>

Ronald Fisher:

do ROSÁRIO, M. F. 120 Anos do nascimento do cientista RA Fisher (1890-2010),”. **Revista Brasileira Biometria**, v. 27, p. 659-672, 2009. Disponível em: http://jaguar.fcav.unesp.br/RME/fasciculos/v27/v27_n4/A10_Millor.pdf

Ernst Mayr:

Fonseca, A. T. Biologia, ciência única: reflexões sobre a autonomia de uma disciplina científica. 2006. Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/vh/a/6899NSFLmg6j6BQxps4PxRd/?lang=pt>

Para um melhor aproveitamento do tempo de aula, sugere-se que os estudantes iniciem as pesquisas em casa e a finalizem na escola; caso contrário, será necessária uma aula adicional para esta etapa.

Anexo 3

Ciclo investigativo 3: O Processo Evolutivo

Ficha sugerida para preenchimento das características dos indivíduos vegetais levados em sala de aula. O modelo apresentado leva em consideração a análise de quatro indivíduos:

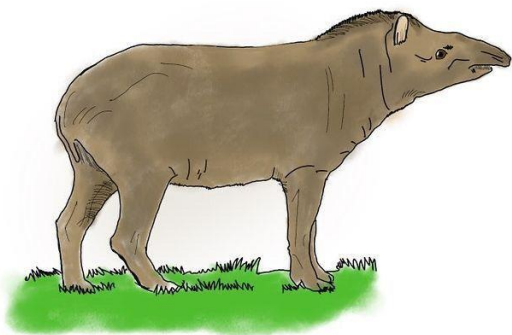
Espécie:				
	Indivíduo 1	Indivíduo 2	Indivíduo 3	Indivíduo 4
Tamanho (cm)				
Diâmetro (cm)				
Número de folhas				
Cor				
Outras observações:				

Sugere-se que o preenchimento da tabela seja feito em dupla, para fomentar a discussão. Comparar os resultados de todas as duplas a fim de evidenciar a variação entre indivíduos de uma mesma espécie.

DINÂMICA DOS MECANISMOS EVOLUTIVOS

Divida os estudantes em quatro grupos. Cada grupo deve receber uma crônica para realizar a análise e responder às questões. Segue abaixo o modelo para impressão:

Enfrentando as adversidades (seleção natural)



Era julho de 2050, no pantanal matogrossense. Nessa época, os animais desse ambiente ficam menos ativos, afinal enfrentar o frio não é algo simples. Naquele ano, o inverno foi demasiadamente rigoroso, e, além das

Figura 3-Illustração elaborada por César Augusto temperaturas baixas, a seca estava castigando os animais da região - tudo culpa do desequilíbrio climático, nós sabemos! A situação não estava nada boa, especialmente para as antas, pois, além do frio intenso e da seca, aquela população ainda estava enfrentando um outro problema: uma doença bacteriana. Com o aumento da atividade agrícola e da pecuária, novas bactérias foram introduzidas no ambiente, e, para o azar das antas, uma cepa das bactérias tinha capacidade de infectá-las e causar uma nova doença.

A quantidade de antas estava sendo reduzida, o que era preocupante. Com o passar do tempo, apesar de muitas antas terem sido vítimas da doença e chegado a óbito, várias delas eram resistentes à infecção e passaram a conviver com a nova bactéria sem manifestar a doença. As sobreviventes continuaram cruzando entre si e se reproduzindo e, assim, após alguns anos foi possível recuperar o tamanho daquela população, cujos indivíduos, apesar de poderem hospedar a bactéria, não manifestavam mais a doença.

Após a leitura responder às seguintes questões:

1. Qual/quais mecanismo(s) evolutivo(s) podem ser encontrados na narrativa?
2. Explique como este(s) mecanismo(s) colaboram no processo de evolução biológica das personagens.

Você viu? (mutação)



Há tempo, no fundo do oceano Atlântico havia uma grande população de polvos. Eles não eram muito ativos, mas conseguiam proteger-se bem dos predadores! Quando percebiam que o predador estava chegando, eles se

Figura 4 - Ilustração elaborada por César Augusto

enterravam no substrato, dificultando muito sua caça pelo animal que queria comê-los. Bem, como em toda população natural, nesta os indivíduos também acasalavam entre si. Obviamente, os filhotes não eram todos idênticos uns aos outros. Alguns nasciam com maior dificuldade de se enterrar, outros com cores mais chamativas e assim por diante, de modo que os caracteres variavam aleatoriamente entre os indivíduos. Como consequência, indivíduos com diferentes combinações de caracteres podiam ser mais ou menos predados, ou seja, as diferentes combinações de caracteres podiam favorecer ou não a sobrevivência daqueles indivíduos.

Na primeira prole de um jovem casal de polvos, dois filhotes aparentemente tinham a capacidade de se camuflar! Isso mesmo, além de conseguirem se enterrar na areia quando percebiam um predador, eles também mudavam sua coloração para um tom muito parecido com o do substrato. Esses filhotes cresceram, tiveram um grande sucesso reprodutivo e alguns de seus filhotes herdaram a capacidade incrível dos pais! Ora, como dificilmente estes polvos camuflados eram predados, o número desse tipo de indivíduo foi aumentando

tanto na população, que, com o passar do tempo, a população passou a ser constituída quase totalmente por polvos que se camuflavam, e raros eram os que não conseguiam e quando surgiam – coitados! – logo eram capturados e comidos.

Após a leitura responder às seguintes questões:

1. Qual/quais mecanismo(s) evolutivo(s) podem ser encontrados na narrativa?
2. Explique como este(s) mecanismo(s) colaboram no processo de evolução biológica das personagens.

Novos integrantes (fluxo gênico)



Figura 5- Ilustração elaborada por César Augusto

Era verão no hemisfério sul. Em certa ilha havia uma pequena população de lagartos que todas as tardes saía para a caçada e comiam pequenos insetos, que eram muito abundantes naquela época do ano; por isso, nenhum lagarto da população passava fome.

Certo dia, uma fêmea fecundada jamais vista, aparentemente vinda de outra população, se instalou em um local próximo. Ela deve ter ficado isolada de sua população durante a enchente que havia ocorrido naquela noite. A princípio, houve um estranhamento por parte dos indivíduos locais, e, quando a recém-chegada deu cria, alguns de seus filhotes foram mortos por outros lagartos ou pelos predadores que rondavam a região. Mas, vários filhotes sobreviveram e cresceram ali mesmo naquele local. Com o passar do tempo, os indivíduos da população nativa foram se acostumando com a presença dos estrangeiros, que passaram a ser considerados parte da população, afinal aquela era sua nova casa. Certo tempo passou e estes lagartos vindos de outra população se cruzaram tanto entre si quanto com os nativos de modo aleatório. Surpreendentemente, os híbridos entre os estrangeiros e os locais eram férteis e capazes de deixar descendentes. Esses cruzamentos ocorreram muitas vezes e por muitas gerações e, com isso, seus genes foram fixados naquela população. A incorporação dos novos indivíduos dentro da população provocou uma alteração da frequência de genes. Como muitos genes controlam a expressão

de caracteres externos, em consequência daquela alteração da frequência gênica, alguns caracteres que podiam ser observados na população inicial não eram mais observados, ao mesmo tempo em que outros caracteres surgiram.

Após a leitura responder às seguintes questões:

1. Qual/ quais mecanismo(s) evolutivo(s) podem ser encontrados na narrativa?
2. Explique como este(s) mecanismo(s) colaboram no processo de evolução biológica das personagens.

Resistindo ao fogo (Deriva Genética)



Figura 6 - Ilustração elaborada por César Augusto

Era primavera no sul do México. Uma população de rosa-de-pedra ou echevéria (*Echeveria* sp.) estava com a maior parte dos indivíduos em época reprodutiva, alguns com as flores já abertas, outros com flores polinizadas recentemente, e outros com sementes prontas para serem dispersas.

Naqueles dias, logo após uma breve chuva, caiu um raio no local e provocou um incêndio, que matou muitos indivíduos, incluindo quase toda a população de echevérias. Após o fogo cessar, alguns indivíduos e algumas sementes já formados daquela população haviam resistido. O fogo havia matado aleatoriamente muitos indivíduos e agora aquela população estava muito reduzida. Seria necessário um longo tempo para se recompor. Com o passar do tempo, algumas sementes germinaram, outras plantas já desenvolvidas entraram em período reprodutivo e começaram a procriar, e seus descendentes também procriaram, repetidamente, recuperando o tamanho da população ao longo dos anos. Mas, os indivíduos dessa nova população eram todos descendentes dos poucos indivíduos e sementes que não foram mortos pelo fogo. Eles tinham combinações de genes únicas, como qualquer indivíduo natural. Com isso, a população restabelecida era diferente da original em vários aspectos. Porém, essas diferenças genéticas não necessariamente favoreciam nem prejudicavam a sobrevivência daqueles indivíduos. Os indivíduos da nova população eram geneticamente diferentes dos da população original devido

simplesmente ao acaso de os indivíduos parentais não terem sido mortos pelo fogo.

Após a leitura responder às seguintes questões:

1. Qual/ quais mecanismo(s) evolutivo(s) podem ser encontrados na narrativa?
2. Explique como este(s) mecanismo(s) colaboram no processo de evolução biológica das personagens.

Os conquistadores (Seleção sexual)



Na Floresta Amazônica vivia uma população de aves nativas que tinham uma característica encontrada em algumas outras espécies: o dimorfismo sexual. A maioria dos machos possuía penas de tons azulados, bastante

Figura 7 - Ilustração elaborada por César Augusto chamativos, enquanto as fêmeas eram amarronzadas, quase que imperceptíveis no ambiente. Era notável que as fêmeas daquela espécie escolhiam os machos mais azulados e mais chamativos para estabelecer uma prole; por isso, esses machos tinham maior taxa reprodutiva em relação aos outros, aqueles cujo a coloração era mais discreta.

No entanto, a coloração chamativa dos indivíduos não atraía somente as fêmeas. Como os machos mais azulados e chamativos eram avistados de uma distância maior em relação aos machos de coloração discretas, eles atraíam para si muitos predadores; logo, os machos mais predados eram aqueles com a coloração mais vibrante.

Apesar da predação, machos muito coloridos nunca sumiram daquela população; ao contrário, a grande maioria dos machos encontrados são azuis, com penas que reluzem sob o sol, isso porque esses indivíduos conseguem se reproduzir mais vezes durante seu período, às vezes curto, de vida.

Após a leitura responder às seguintes questões:

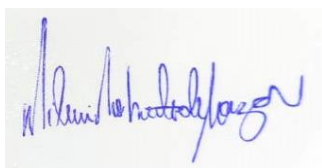
1. Qual/quais mecanismo(s) evolutivo(s) podem ser encontrados na narrativa?

2. Explique como este(s) mecanismo(s) colaboram no processo de evolução biológica das personagens.

DECLARAÇÃO

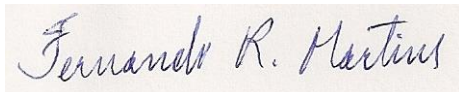
Em observância ao **§5º do Artigo 1º da Informação CCPG-UNICAMP/001/15**, referente a Bioética e Biossegurança, declaro que o conteúdo de minha Dissertação de Mestrado, intitulada “**Elaboração de sequência didática aplicada ao ensino de evolução**”, desenvolvida no Programa de Pós-Graduação em Ensino de Biologia do Instituto de Biologia da Unicamp, não versa sobre pesquisa envolvendo seres humanos, animais ou temas afetos à Biossegurança.

Assinatura:



Nome do(a) aluno(a): Mileni Norberto de Souza

Assinatura:



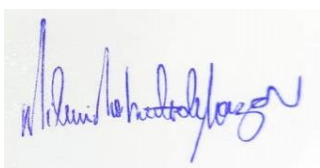
Nome do(a) orientador(a): Prof. Dr. Fernando Roberto Martins

Declaração

As cópias de artigos de minha autoria ou de minha co-autoria, já publicados ou submetidos para publicação em revistas científicas ou anais de congressos sujeitos a arbitragem, que constam da minha Dissertação de Mestrado, intitulada, “ELABORAÇÃO DE SEQUÊNCIA INVESTIGATIVA APLICADA AO ENSINO DE EVOLUÇÃO”, não infringem os dispositivos da Lei n.º 9.610/98, nem o direito autoral de qualquer editora.

Campinas, 18 de Outubro de 2022.

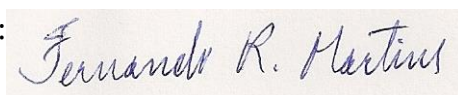
Assinatura :



Nome do(a) autor(a): Mileni Norberto de Souza

RG n.º 41851815-4

Assinatura :



Nome do(a) orientador(a): Fernando Roberto Martins

RG n.º 4.652.992-5

Data:

18/10/2022