

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO PIAUÍ**

**CENTRO DE CIÊNCIAS DA NATUREZA**

**MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE BIOLOGIA**

**ATIVIDADES INVESTIGATIVAS NO ENSINO DOS  
TEMAS/CONTEÚDOS DE BIOLOGIA: GENÉTICA,  
EVOLUÇÃO E ECOLOGIA**

**FRANCIMEIRE GOMES DE PINHO**

**ORIENTADOR(A): PROF. DR. FÁBIO JOSÉ VIEIRA**

**CO-ORIENTADOR(A): PROFA. DRA. FRANCISCA CARLA SILVA DE OLIVEIRA**

**Teresina – PI  
2022**

# **UNIVERSIDADE ESTADUAL DO PIAUÍ**

CENTRO DE CIÊNCIAS DA NATUREZA

MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE BIOLOGIA

## **ATIVIDADES INVESTIGATIVAS NO ENSINO DOS TEMAS/CONTEÚDOS DE BIOLOGIA: GENÉTICA, EVOLUÇÃO E ECOLOGIA**

**FRANCIMEIRE GOMES DE PINHO**

Trabalho de Conclusão de Mestrado apresentado ao Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em Rede Nacional – PROFBIO da Universidade Estadual do Piauí, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ensino de Biologia.

Área de concentração: Ensino de Biologia

Orientador: Prof. Dr. Fábio José Vieira  
Coorientadora: Profa. Dra. Francisca Carla Silva de Oliveira

Teresina – PI

2022

**ATIVIDADES INVESTIGATIVAS NO ENSINO DOS  
TEMAS/CONTEÚDOS DE BIOLOGIA: GENÉTICA, EVOLUÇÃO E  
ECOLOGIA**

**FRANCIMEIRE GOMES DE PINHO**

Trabalho de Conclusão de Mestrado apresentado ao Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em Rede Nacional - PROFBIO da Universidade Estadual do Piauí, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Biologia. Área de concentração: Ensino de Biologia

Aprovado em 24 de março de 2022.

Membros da Banca:



---

Prof. Dr. Fábio José Vieira


(Presidente da Banca – UESPI)



---

Prof. Dr. Luciano Silva Figueiredo

(Membro Titular – UESPI)



---

Prof. Dr. Caio Veloso

(Membro Titular – IFMA)

Teresina – PI

2022

*“Dedico este trabalho, primeiramente, a Deus, que com sua infinita bondade sempre me iluminou na realização desse mestrado. Sem Ele nada disso seria possível. Aos meus pais Francisco e Júlia, pelo carinho e apoio. Ao meu esposo Assis Nunes e a minha filha Isabela, por todo amor, incentivo, apoio e compreensão. Obrigada por facilitarem esta tão sonhada conquista.”*

## **RELATO DO MESTRANDO**

---

Foram duas as motivações para eu iniciar o mestrado. A primeira, partiu do incentivo constante da Profa. Dra. Francisca Carla, que em vários momentos da minha trajetória profissional demonstrou a importância da qualificação contínua do profissional de educação, sendo ela um exemplo a ser seguido, encorajando os seus orientandos a prosseguir na jornada do conhecimento. A segunda, surgiu de algumas inquietações na prática docente, que fez aflorar vários questionamentos, entre eles: Estou ensinando com qualidade? As estratégias metodológicas e avaliativas utilizadas em sala de aula facilitam a aprendizagem de meus alunos? Como dinamizar as aulas, tornando os alunos mais participativos? A partir desses questionamentos, e por entender a importância de se manter atualizada para realizar uma prática docente que possibilite aprendizagem significativa dos discentes, busquei aperfeiçoar-me como profissional docente ao ingressar no Programa de Pós Graduação em nível de mestrado em ensino de Biologia (PROFBIO), na Universidade Estadual do Piauí (UESPI), onde tenho uma memória afetiva por ter realizado minha graduação nesta instituição de ensino. Os estudos promovidos pelo PROFBIO ajudaram-me a encontrar respostas às indagações iniciais, ao elaborar e aplicar Atividades de Aplicação em Sala de Aula (AASA) inserindo o viés investigativo, que estimulou a participação dos estudantes no processo de ensino e aprendizagem, dinamizando as aulas, evoluindo nas abordagens a partir de questionamentos dos conteúdos analisados, desafiando-se da prática livresca à adesão da abordagem investigativa no ensino de Biologia, com diversificação de estratégias que atendem à formação holística, proporcionando aos estudantes o aprender a refletir e a estimular habilidades necessárias à resolução de problemas que enfrentam na vida cotidiana, não apenas no ambiente escolar, como também na preparação para o mercado de trabalho.

Nessa perspectiva, o PROFBIO fez prosperar a prática docente voltada para o ensino por investigação, se mostrando muito importante também no aspecto de mudanças de paradigmas, qualificando e atualizando o professor, bem como o conhecimento socioemocional que devemos ter com os nossos discentes. Posso afirmar, categoricamente, que essa jornada de saberes novos e reformulados valeu a pena!

## AGRADECIMENTOS

---

- ❖ Gratidão a Deus, por me amar incondicionalmente, apesar das minhas imperfeições.
- ❖ Ao meu esposo Assis Nunes por todo amor, carinho e apoio, bem como a minha filha Isabela que me motiva dando-me forças para perseverar.
- ❖ Aos meus pais Francisco e Júlia pelo amor, carinho e incentivo dado durante toda a vida.
- ❖ Aos meus irmãos e demais familiares que sempre acreditaram no meu empenho.
- ❖ Ao meu orientador Prof. Dr. Fábio José Vieira e a minha coorientadora Profa. Dra. Francisca Carla Silva de Oliveira pela confiança no uso de seus nomes, disponibilidade e apoio pelas contribuições e correções que foram preciosas para a conclusão desse trabalho.
- ❖ Um agradecimento especial ao Prof. Dr. Pedro Marcos de Almeida, por compartilhar seus conhecimentos através do grupo de estudos de ensino investigativo, auxiliando imensamente na prática docente, bem como, na escrita do TCM. Gratidão!
- ❖ A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo apoio e desenvolvimento do PROFBIO, Edital de financiamento 001.
- ❖ À Universidade Estadual do Piauí (UESPI), pela estrutura e apoio ofertados durante a realização do mestrado.
- ❖ Às minhas colegas de trabalho e graduação, especialmente a Clausionete, Karolynne, Mácia e Milany pelo incentivo e apoio no desenvolvimento desse trabalho.
- ❖ À gestão da Unidade Escolar Professora Maria de Lourdes Rebêlo, pelo apoio na realização deste estudo, juntamente com os alunos do Ensino Médio, pela compreensão e disponibilidade para com as etapas da pesquisa.
- ❖ Aos meus colegas de mestrado, especialmente às Ana Paula, Elidiane, Verônica e aos João Lucas, Vitor e Wilton, que contribuíram para o meu crescimento como pessoa e profissional.
- ❖ A todos os professores do curso que contribuíram imensamente para meu crescimento intelectual e profissional.
- ❖ Enfim, a todos que de forma direta ou indireta torceram pela minha vitória.

Meu muito obrigada!

*Epígrafe*

*“Nós só pensamos quando nos defrontamos com um problema.”*

*(John Dewey)*

P654a Pinho, Francimeire Gomes de.

Atividades investigativas no ensino dos temas/conteúdos de biologia:  
genética, evolução e ecologia / Francimeire Gomes de Pinho. - 2022.  
206 f.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual do Piauí - UESPI,  
Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em Rede Nacional - PROFBIO,  
2022.

“Área de Concentração: Ensino de Biologia.”

“Orientador(a): Prof. Dr. Fábio José Vieira.”

“Coorientador(a): Prof(a). Dra. Francisca Carla Silva de Oliveira.”

1. Aprendizagem Significativa. 2. Ensino Remoto. 3. Metodologias Ativas.  
I. Título.

CDD: 570.7



## RESUMO

PINHO, F.G. **Atividades investigativas no ensino dos temas/conteúdos de Biologia: Genética, Evolução e Ecologia** 2022. 206 p. Trabalho de Conclusão de Mestrado (Mestrado em Ensino de Biologia) – Universidade Estadual do Piauí. Teresina.

O presente trabalho busca pesquisar estratégias metodológicas ativas, que possam contribuir para Aprendizagem Significativa (AS) de Genética, Evolução e Ecologia, temas predominantes no currículo da terceira série da disciplina Biologia nas escolas de Ensino Médio (EM). Desse modo, versa das ideias prévias do aluno, que devem inter-relacionar com o conteúdo a ser ministrado, proporcionando-o a reorganização de sua estrutura cognitiva, gerando novos conceitos. A pesquisa foi apoiada em estudos e princípios facilitadores abordados na Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS), subsidiados por diferentes autores, além do seu criador, David Ausubel. Objetiva-se, com este estudo, analisar estratégias metodológicas que possam contribuir para AS de Biologia, de modo a considerar o desenvolvimento da autonomia e a construção de conhecimentos científicos por estudantes da terceira série do EM, a partir de uma intervenção educacional apoiada em metodologias ativas. Os resultados da análise quali-quantitativa da pesquisa indicaram que as ações atitudinais do docente (mediação) e dos educandos (modo de aprender ao refletir e agir na elaboração de hipóteses) evidenciaram a mobilização de competências na aplicação e resolução das atividades investigativas. A constatação das concepções prévias dos estudantes ofereceu condições para o surgimento das interações discursivas destes, a partir do uso de evidências e explicações para justificarem conclusões e construir novos saberes. Diante disso, as categorizações empregadas (aprendizagens atitudinais e procedimentais e modelo de Toulmin) facilitaram a visualização dos movimentos epistêmicos desenvolvidos no processo investigativo e constatação de aprendizagem conceitual, procedimental e atitudinal em um contexto de ensino remoto.

**Palavras-chave:** Aprendizagem Significativa; Ensino Remoto; Metodologias Ativas.

## ABSTRACT

PINHO, F. G. **Investigative activities in the teaching of Biology topics/content: Genetics, Evolution and Ecology** 2022. 206 p. Master's Completion Work (Master's in Biology Teaching) – State University of Piauí. Teresina.

The present work seeks to research active methodological strategies that can contribute to Meaningful Learning (ML) of Genetics, Evolution and Ecology, predominant themes in the curriculum of the third grade of the Biology discipline in high schools (HS). In this way, it deals with the student's previous ideas, which must interrelate with the content to be taught, providing them with the reorganization of their cognitive structure, generating new concepts. The research will be supported by studies and facilitating principles addressed in the Theory of Meaningful Learning (TML), supported by different authors, in addition to its creator, David Ausubel. The objective of this study is to analyze methodological strategies that can contribute to ML in Biology, in order to consider the development of autonomy and the construction of scientific knowledge by students of the third grade of HS from an educational intervention supported by active methodologies. The results of the qualitative analysis of the research indicated that the attitudinal actions of the teacher (mediation) and of the students (way of learning by reflecting and acting in the elaboration of hypotheses) evidenced the mobilization of competences in the application and resolution of investigative activities. The verification of the student's previous conceptions offered conditions for the emergence of their discursive interactions, based on the use of evidence and explanations to justify conclusions and build new knowledge. Therefore, the categorizations used (attitudinal and procedural learning and Toulmin's model) facilitated the visualization of the epistemic movements developed in the investigative process and the verification of conceptual, procedural and attitudinal learning in a remote teaching context.

**Keywords:** Meaningful Learning; Remote Teaching; Active Methodologies.

## LISTA DE FIGURAS

---

<b>Figura 4.1</b> – Organização da aplicação das Atividades Investigativas (AI).....	33
<b>Figura 4.2</b> – <i>Slides</i> da Atividade Investigativa: Componentes e doenças do sistema sanguíneo.....	35
<b>Figura 4.3</b> – Diagrama de conceitos: superordenados, subordinados e combinatórios referentes à evolução .....	37
<b>Figura 4.4</b> – Representação do modelo de argumento de <i>Toulmin</i> .....	41
<b>Figura 5.1</b> – Primeira aula síncrona utilizando o espaço virtual <i>Google Meet</i> .....	42
<b>Figura 5.2</b> – Percentual de acertos nas questões objetivas do teste diagnóstico T1 .....	43
<b>Figura 5.3</b> – Aula introdutória utilizando o espaço virtual <i>Google Meet</i> .....	44
<b>Figura 5.4</b> – Questionamento referente ao item 3 do teste diagnóstico T1 .....	45
<b>Figura 5.5</b> – Nomeações atribuídas pelos alunos ao questionamento 4 (item a) T1. ....	46
<b>Figura 5.6</b> – Apresentação das hipóteses elaboradas na resolução da Atividade Investigativa: Componentes e doenças do sistema sanguíneos .....	47
<b>Figura 5.7</b> – Apresentação das hipóteses elaboradas pelos estudantes participantes da Atividade Investigativa (AI): Componentes e doenças do sistema sanguíneo .....	50
<b>Figura 5.8</b> – Percentuais de acertos na resolução dos itens objetivos do Q1 .....	51
<b>Figura 5.9</b> – Desenhos dos alunos em resposta à questão 3 do T2.....	53
<b>Figura 5.10</b> – Respostas dos alunos à questão 4 do teste diagnóstico T2.....	54
<b>Figura 5.11</b> – Respostas dos alunos às questões objetivas do teste diagnóstico T2.....	55
<b>Figura 5.12</b> – Aula expositiva dialogada sobre as etapas do método científico.....	56
<b>Figura 5.13</b> – Gráficos construídos pelos estudantes .....	64
<b>Figura 5.14</b> – Árvores filogenéticas construídas pelos alunos .....	65
<b>Figura 5.15</b> – Aula expositiva dialogada sobre as teorias evolutivas .....	65
<b>Figura 5.16</b> – Percentuais de acertos nas questões objetivas do Q2 .....	66
<b>Figura 5.17</b> – Respostas dos alunos referentes aos itens objetivos do T3 .....	67
<b>Figura 5.18</b> – Cadeias alimentares construídas pelos estudantes .....	70
<b>Figura 5.19</b> – Teias alimentares construídas pelos estudantes .....	71
<b>Figura 5.20</b> – Aula expositiva dialogada sobre a temática Ecologia .....	77
<b>Figura 5.21</b> – Percentual de acertos na resolução dos itens do Q3.....	78
<b>Figura 5.22</b> – Gráfico representativo da participação dos estudantes nas atividades desenvolvidas na pesquisa .....	79

## LISTA DE QUADROS

---

<b>QUADRO 4.1</b> - Aplicação das atividades/metodologias ativas.....	32
<b>QUADRO 4.2</b> - Conteúdos procedimentais e atitudinais relacionadas às atividades desenvolvidas nos 3 momentos (A, B e C) .....	40
<b>QUADRO 5.1</b> - Transcrição das falas na elaboração das hipóteses e conclusões na At: Componentes e doenças do sistema sanguíneo (itens 1 e 2) .....	47
<b>QUADRO 5.2</b> - Transcrição das falas na elaboração das hipóteses e conclusões na Atividade Investigativa: Componentes e doenças do sistema sanguíneo (itens 5 e 6) .....	49
<b>QUADRO 5.3</b> - Respostas dos alunos ao item 4 do questionário diagnóstico Q1 ...	52
<b>QUADRO 5.4</b> - Transcrição das falas na elaboração das hipóteses e conclusões na Atividade Investigativa: Um estudo de caso em pesquisa científica: investigando a seleção natural em populações de camudongos e borboletas (item 1) .....	56
<b>QUADRO 5.5</b> - Transcrição das falas na elaboração das hipóteses e conclusões na Atividade Investigativa: Um estudo de caso em pesquisa científica: investigando a seleção natural em populações de camudongos e borboletas (item 3) .....	58
<b>QUADRO 5.6</b> - Transcrição das falas na elaboração das hipóteses e conclusões na Atividade Investigativa: Um estudo de caso em pesquisa científica: investigando a seleção natural em populações de camudongos e borboletas (item 4) .....	59
<b>QUADRO 5.7</b> - Transcrição das falas na elaboração das hipóteses e conclusões na Atividade Investigativa: Um estudo de caso em pesquisa científica: investigando a seleção natural em populações de camudongos e borboletas (item 5) .....	60
<b>QUADRO 5.8</b> - Transcrição das falas na elaboração das hipóteses e conclusões na Atividade Investigativa: Um estudo de caso em pesquisa científica: investigando a seleção natural em populações de camudongos e borboletas (item 6) .....	62
<b>QUADRO 5.9</b> - Respostas dos alunos ao item 3 do questionário teste T3 .....	68
<b>QUADRO 5.10</b> - Respostas dos alunos ao item 4 do questionário teste T3.....	69
<b>QUADRO 5.11</b> - Transcrição das falas na elaboração das hipóteses e conclusões na Atividade Investigativa: Cadeia alimentar, teia alimentar e fluxo de energia (item 1) .....	71
<b>QUADRO 5.12</b> - Transcrição das falas na elaboração das hipóteses e conclusões na Atividade Investigativa: Cadeia alimentar, teia alimentar e fluxo de energia (item 3) .....	73

**QUADRO 5.13** - Transcrição das falas na elaboração das hipóteses e conclusões na Atividade Investigativa: Cadeia alimentar, teia alimentar e fluxo de energia (item 5) ..... 74

**QUADRO 5.14** - Transcrição das falas na elaboração das hipóteses e conclusões na Atividade Investigativa: Cadeia alimentar, teia alimentar e fluxo de energia (item 6 e 7) ..... 76

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

---

- AC** – Alfabetização Científica
- AEE** – Atendimento Educacional Especializado
- AI** – Atividade Investigativa
- AR1** – Argumento de Referência 1
- AR2** – Argumento de Referência 2
- AS** – Aprendizagem Significativa
- AASA** - Atividades de Aplicação em Sala de Aula
- BNCC** – Base Nacional Comum Curricular
- CAPES** – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
- CEP** – Comitê de Ética na Pesquisa
- COVID** – Coronavirus Disease
- CONEP** – Comissão Nacional de ética em Pesquisa
- EM** – Ensino Médio
- ENEM** – Exame Nacional do Ensino Médio
- INCA** – Instituto Nacional de Câncer
- MA** – Metodologias Ativas
- MEC** – Ministério da Educação
- MRPI** – Metodologia de Resolução de Problemas como Investigação
- MS** – Ministério da Saúde
- PCN+** – Parâmetros Curriculares Nacionais
- PROFBIO** – Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em Rede Nacional
- SEDUC/PI** – Secretaria Estadual de Educação do Piauí
- SEI** – Sequência de Ensino Investigativa
- SECNS** – Secretaria Executiva do Conselho Nacional de Saúde
- TALE** – Termo de Assentimento Livre e Esclarecido
- TAS** – Teoria da Aprendizagem Significativa
- TCLE** – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
- TCM** – Trabalho de Conclusão de Mestrado
- TDIC** – Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação
- UESPI** – Universidade Estadual do Piauí

## SUMÁRIO

---

<b>1 – INTRODUÇÃO</b> .....	16
<b>2 – REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	19
2.1 A importância do uso das Metodologias Ativas para o Ensino Médio .....	19
2.2 Metodologias Ativas e o Ensino de Biologia .....	21
2.3 Estratégias de ensino: a investigação como método de ensino na Biologia .....	23
2.4 A utilização das Metodologias Ativas no ensino de Biologia: Genética, Evolução e Ecologia .....	25
<b>3 – OBJETIVOS</b> .....	30
<b>4 – METODOLOGIA</b> .....	31
4.1 Métodos e Procedimentos .....	31
4.1.1 Momento A – Tema: Genética .....	33
4.1.2 Momento B – Tema: Evolução .....	36
4.1.3 Momento C – Tema: Ecologia .....	38
<b>5 – RESULTADOS E DISCUSSÕES</b> .....	42
5.1 Momento A – Tema: Genética .....	42
5.2 Momento B – Tema: Evolução .....	53
5.3 Momento C – Tema: Ecologia .....	67
<b>6 – CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	81
<b>7 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	83
<b>8 – PRODUTOS</b> .....	89
<b>APÊNDICE A</b> - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) .....	148
<b>APÊNDICE B</b> - Termo de Assentimento Livre e Esclarecido (TALE) .....	151
<b>APÊNDICE C</b> - Teste diagnóstico T1 .....	154
<b>APÊNDICE D</b> - Questionário diagnóstico Q1 .....	156
<b>APÊNDICE E</b> - Teste diagnóstico T2 .....	159
<b>APÊNDICE F</b> - Questionário diagnóstico Q2 .....	162
<b>APÊNDICE G</b> - Teste diagnóstico T3 .....	165
<b>APÊNDICE H</b> - Questionário diagnóstico Q3 .....	167
<b>APÊNDICE I</b> - Atividade Investigativa (AI): Genética .....	170
<b>APÊNDICE J</b> - Atividade Investigativa (AI): Evolução .....	180
<b>APÊNDICE L</b> - Atividade Investigativa (AI): Ecologia .....	188
<b>ANEXO A</b> – Parecer do Comitê de Ética da UNINOVAFAPÍ .....	204

# 1. INTRODUÇÃO

---

Várias teorias têm sido construídas por educadores, psicólogos e cientistas, por meio de observações e experiências, para explicar como transcorre a aprendizagem no ensino de Ciências e, assim, orientar o trabalho docente a não se limitar a uma apresentação de conteúdos, temas e atividades listadas em proposta curricular e expostas discursivamente com uso exclusivo de livros de texto como recurso (KRASILCHIK, 2016).

Com o advento das novas tecnologias, sobretudo o fluxo de informações e a frequência de novidades que vêm surgindo nas Ciências Biológicas, devido ao desenvolvimento de pesquisas envolvendo temas como o efeito estufa, clonagem, transgênicos, células-tronco, dentre outros relevantes para sociedade, o professor é impulsionado a manter-se atualizado e a dinamizar as aulas, evoluindo da simples abordagem conteudista para adesão de metodologias significativas no ensino de Biologia, diversificando estratégias, com atenção à formação holística que proporcione aos estudantes o aprender a refletir e a estimular habilidades necessárias à resolução de problemas que enfrentam (SANTOS; SOUZA; COSTA, 2017). Diante desse cenário, é oportuna a descentralização do livro didático e a seleção cuidadosa de recursos metodológicos, atividades investigativas, entre outros potencialmente significativos.

A Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS), proposta por David Ausubel, quando tomada como referência para a construção de metodologias ativas (MA), configura-se como meio promissor nesse processo. Por meio da TAS, pretende-se alcançar a aprendizagem dos temas Genética, Evolução e Ecologia, predominantes no currículo da terceira série da disciplina Biologia, considerando os conhecimentos prévios trazidos pelos estudantes para sala de aula e MA, já citadas, requisitos importantes para a ocorrência da Aprendizagem Significativa (AS) (MOREIRA, 2011). Além disso, possibilita inserir os alunos no mundo científico, permitindo uma melhor compreensão da realidade que os cercam e rompe com o modelo de educação bancária, caracterizada pela transferência de conhecimento pelo professor ao aluno, de maneira passiva e descontextualizada.

A AS vem sendo complementada por outros autores, cada um agregando novas visões sobre a clássica TAS, até uma visão mais crítica desta teoria, descreve



---

Moreira (2005). Ausubel, Novak e Hanesian (1983) definem AS como o processo através do qual uma nova informação (um novo conhecimento) se relaciona de maneira não arbitrária e substantiva à organização intelectual do estudante. De acordo com Ausubel (2003) e Moreira (2006), a aprendizagem é mais significativa e estável quando o indivíduo usa o conhecimento prévio armazenado na sua estrutura cognitiva para interpretar e dar significado ao novo saber. Isso significa dizer que, o novo material a ser aprendido deve interagir com os saberes anteriores do aprendiz, de modo não aleatório, com ênfase aos novos conteúdos aprendidos e estabilidade cognitiva de seus subsunçores<sup>1</sup>. Associar o aprendizado já existente do estudante ao conteúdo de Biologia representa um desafio e importante meio para o professor ensinar. Para Teixeira e Sobral (2010), o professor necessita da participação ativa dos alunos, sobretudo, para descobrir os conhecimentos prévios e conduzi-los na (re)construção de saberes.

Preocupada em construir uma ponte entre minha compreensão, no tocante aos ensinamentos referentes aos temas Genética, Evolução e Ecologia, e àquela esperada pelos alunos, busquei aperfeiçoar as estratégias didáticas e selecionando-as considerando as mentes e motivações dos estudantes, almejando não somente aprendizagens de conteúdos conceitual, mas também procedimental e atitudinal. O ensino de Biologia deve ser pautado em uma prática pedagógica que considere as experiências já adquiridas dos alunos, sobretudo na contextualização, rompendo com a ideia de ensino fragmentado, sem conjuntura histórica e pouco chamativa para o educando. Luz e Oliveira (2019) salientam que contextualizar o ensino de Biologia com o atual cotidiano dos alunos, significa considerar os fatores históricos, sociais, culturais, científicos, tecnológicos e ambientais.

Bacich e Moran (2018) definem MA como estratégias de ensino baseada na participação efetiva do aprendiz no processo de aprendizagem. Os autores defendem que a aprendizagem quando é desenvolvida respeitando a ordem de níveis, do mais simples para os mais complexos de conhecimentos, torna-se ativa e significativa. As MA estimulam os processos de ensino-aprendizagem crítico-reflexivo (DIAZ-BORDENAVE; PEREIRA, 2007).

---

<sup>1</sup> Subsunçor é um conhecimento específico, uma ideia-âncora existente na estrutura cognitiva do aprendiz, que permite dar significado ao novo conhecimento. É também denominado inclusor.

---

Diante do exposto, a presente pesquisa visou aplicar estratégias metodológicas que possam contribuir para AS de Biologia, analisando o desenvolvimento da autonomia e construção de conhecimentos científicos por estudantes da terceira série do Ensino Médio (EM) a partir de uma intervenção educacional apoiada em MA, predominando-se a problematização e investigação, por entender que esta metodologia promove habilidades que instigam o fazer científico, contribuindo para o letramento científico.

Ante o exposto, foram propostas atividades elaboradas a partir de metodologias envolventes e recursos pedagógicos potencialmente significativos para a aprendizagem de Biologia como *inquiry* e mapas conceituais, que promoveram a ressignificação da ciência para o aluno na compreensão dos fenômenos que os rodeiam, tais como: físicos, ambientais ou sociais da região onde mora, como expõe Costa, Ribeiro e Zompero (2015).

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

---

### 2.1 A importância do uso das Metodologias Ativas para o Ensino Médio

Na sociedade atual existe um enfoque no estudo das Ciências como Biologia, Física, Química, Matemática, em detrimento dos conhecimentos gerais, que possibilitam a integração dos conhecimentos das Ciências com o cenário atual. Os novos valores e atitudes com a qual a sociedade está convivendo, exige a análise de novas possibilidades de ensino, como forma de minimizar as diferenças existentes entre sociedade e educação.

O ensino de Biologia pode desenvolver no estudante a capacidade de enfrentar situações do cotidiano, trabalhos em grupo, a redescoberta, a resolução de problemas, individualmente e coletivamente, com exercícios de competências voltados para a vida em comunidade. Para isso, é necessário um modelo de aprendizagem que permita a formação, mas com forte desenvolvimento da construção de habilidades, competências, atitudes e valores. A organização de um processo de aprendizagem ativa está baseada na produção de saberes a partir dos conhecimentos de que o estudante já dispõe, permitindo que o ensino seja interativo, centrado no discente e auto direcionado. Nesse contexto, as MA se apresentam como uma alternativa adequada para o ensino de Biologia.

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) aponta para a necessidade de adoção de novas metodologias com vistas a atingir competências e habilidades para os educandos e, assim, elevar os índices de desempenho dos alunos do EM. De acordo com a BNCC:

É importante destacar que aprender Ciências da Natureza vai além do aprendizado de seus conteúdos conceituais. Nessa perspectiva, a BNCC da área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias – por meio de um olhar articulado da Biologia, da Física e da Química – define competências e habilidades que permitem a ampliação e a sistematização das aprendizagens essenciais desenvolvidas no Ensino Fundamental no que se refere: aos conhecimentos conceituais da área; à contextualização social, cultural, ambiental e histórica desses conhecimentos; aos processos e práticas de investigação e às linguagens das Ciências da Natureza. (BRASIL, 2018).

---

Para tanto, as escolas devem adaptar-se a esses novos tempos, deixando de lado o foco exclusivo no acúmulo de conteúdo para auxiliar o aluno em seu protagonismo na vida prática, tendo em vista que tal postura promove uma aprendizagem contextualizada com a realidade dos alunos, de forma a envolvê-los no ambiente escolar (SOUZA, 2017).

A BNCC propõe a formação integral dos alunos ao permitir que eles sejam capazes de resolver situações complexas de suas vidas com autonomia, colaborando com a sociedade, respeitando a pluralidade cultural, o meio ambiente e posicionando-se de maneira crítica com postura ética e inclusiva. Reconhece, assim, o que a educação básica deve proporcionar à formação e o desenvolvimento humano global, o que implica compreender a complexidade e a não linearidade desse processo, rompendo com visões reducionistas que privilegiam as dimensões intelectual ou afetiva (BRASIL, 2018).

Bacich e Morán (2018, p. 37) trazem o entrelaçar da aquisição de saberes quando afirmam que “A aprendizagem é ativa e significativa quando avançamos em espiral, de níveis mais simples para mais complexos de conhecimento e competência em todas as dimensões da vida”. Os mesmos autores complementam que o desenvolvimento da aprendizagem por meio de MA é fator transformador para as expectativas de experiências dos estudantes. Como benefícios aos educadores, elas requerem o uso de recursos didáticos que permitem o ensinar em diferentes contextos para alunos com necessidades diversificadas. Assim, as MA é uma estratégia ainda pouco conhecido no ambiente escolar brasileiro, sendo que provocar a reflexão e prática dos discentes são seus focos principais.

Segundo Berbel (2011), as MA embasam-se em maneiras de compreender o processo de aprendizagem, usando experiências reais ou simuladas, contendo às situações de resolver com sucesso, os obstáculos decorrentes das atividades fundamentais da realidade social, em diferentes contextos. O aluno é convidado a participar com suas opiniões e ideias para promover mudanças na sociedade, a partir da realidade que este inserido.

Ainda que os alunos sejam naturalmente inclinados a realizar uma atividade por acreditarem que o fazem por vontade própria, porque assim o desejam e não por serem obrigados por força de demandas externas, agem de forma intencional com o objetivo de produzir alguma mudança. (BERBEL 2011, p. 40).

---

Há uma necessidade de conhecer uma melhor atuação na prática na disciplina de Biologia através dessas metodologias, que contribua para a formação crítica do estudante, e que atenda às necessidades socioeducacionais atuais.

## **2.2 Metodologias Ativas e o Ensino da Biologia**

O uso de metodologias ativas no processo de aprendizagem, permite contextualizar as diferentes práticas sociais. Além do potencial de despertar a curiosidade dos alunos, a implementação favorece a autonomia e o fortalecimento da percepção do educando, sendo seu resultado consequência de suas ações (BERBEL, 2011). Bacich e Morán (2018, p. 80) afirmam que “as metodologias ativas constituem alternativas pedagógicas que colocam o foco do processo de ensino e de aprendizagem no aprendiz, envolvendo-o na aprendizagem por descoberta, investigação ou resolução de problemas”. A aprendizagem ativa ocorre de forma eficaz quando o estudante interage com o assunto em estudo, ouvindo, perguntando, discutindo, fazendo e ensinando, tornando-se capaz de produzir conhecimento ao invés de recebê-lo de forma passiva, independentemente do método ou estratégia utilizada para promover a aprendizagem ativa.

Propondo a superação do formato tradicional disciplinar do conhecimento, a BNCC sugere o estímulo à aplicação dos saberes na vida real, assim como a importância do contexto para dar sentido ao que se aprende e para promover o protagonismo do estudante em sua aprendizagem e na construção de seu projeto de vida:

No EM, a área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias oportuniza o aprofundamento e a ampliação dos conhecimentos explorados na etapa anterior. Trata a investigação como forma de engajamento dos estudantes na aprendizagem de processos, práticas e procedimentos científicos e tecnológicos, e promove o domínio de linguagens específicas, o que permite aos estudantes analisar fenômenos e processos, utilizando modelos e fazendo previsões. Dessa maneira, possibilita aos estudantes ampliar sua compreensão sobre a vida, o nosso planeta e o universo, bem como sua capacidade de refletir, argumentar, propor soluções e enfrentar desafios pessoais e coletivos, locais e globais (BRASIL, 2018, p. 474).

Para atender a tais demandas, é preciso pensar no desenvolvimento e na aplicação de novas metodologias. A vasta investigação na área da educação nas ciências da natureza mostra evidências claras que ambientes de ensino passivos,

---

focados na exposição verbal docente são ineficazes, quer para a aprendizagem de conceitos concretos, quer para o desenvolvimento de competências essenciais para a vida (MOTA; ROSA, 2018).

Santos et al. (2020) afirmam que métodos tradicionais de ensino, centrados na figura do professor, na transmissão de conteúdos e na passividade do alunado, não têm atendido as demandas dos jovens estudantes. Os métodos tradicionais podem ser superados com a aplicação de novas metodologias e diversificação, que diante desse cenário podem ser uma alternativa para atingir competências e habilidades propostas na BNCC.

Além disso, buscar um maior engajamento em relação ao conteúdo abordado, de forma recíproca entre professor e aluno, estimula uma reflexão crítica em ambos, suscitando atitudes e ações. Com relevância em vários âmbitos sociais, as MA consistem em estratégias, técnicas, abordagens e possibilidades de aprendizagem individual ou colaborativa, que atraem os educandos no desenvolvimento de projetos e/ou atividades práticas (FILATRO; CAVALCANTE, 2018). O emprego das MA no ensino de Biologia, considerando-se o contexto no qual a atividade será desenvolvida e a atuação do educando na construção do seu conhecimento, possibilitará motivá-los a aprender.

De acordo com Krasilchik (2016), o ensino de Biologia no Brasil foi bastante influenciado pelo ensino europeu, seguindo os objetivos da década de 1950, estruturando-se, desse modo, no programa de história natural nas escolas brasileiras, com a predominância de valores informativos (conhecimentos proporcionados) e formativos (desenvolvimento do educando).

Ensinar Biologia é uma tarefa complexa, exige que professor e aluno se apropriem de terminologias sem vinculação com a análise do funcionamento das estruturas, com pronúncias e escrita que divergem da linguagem materna. Além do mais, o currículo de Biologia para o EM desafia o professor a trabalhar com uma enorme variedade de conceitos, sensibilizá-los da importância da ciência e tecnologia na vida moderna, enfim, despertar o interesse pelo mundo dos seres vivos, no qual são processos e mecanismos que, a princípio, se apresentam distantes do que a observação cotidiana consegue captar (DURÉ; ANDRADE; ABÍLIO, 2018; KRASILCHIK, 2016).

---

O ensino de Biologia é apresentado ao discente sem vinculação à maneira como o raciocínio se desenvolve, distanciando da realidade e impossibilitando a percepção da relação existente entre o que é estudado na disciplina e o cotidiano, e essa visão dicotômica distancia o estudante a estabelecer ligações entre a produção científica e o seu contexto, dificultando o necessário olhar holístico que deve traçar o aprendizado de Biologia (BRASIL, 2006). Assim, é necessário estimular o aluno a aplicar o conhecimento conceitual visto em sala de aula à sua vida cotidiana, tornando o aprendizado interessante e favorecendo o engajamento nas atividades.

Desse modo, Scarpa e Campos (2018) defendem que a motivação dos discentes com temas de ensino é um aspecto para promover aprendizagem de forma prazerosa, a depender do modo como o professor mediar a prática docente, podendo ser interessante ou mesmo entediante.

A valorização e utilização de atividades práticas, experimentais e investigativas no ensino de Biologia promove a aproximação dos alunos com a cultura científica, familiarizando-os com aspectos de comunicação e validação dos saberes especificados na linguagem e argumentos, ampliando assim, as formas de construir conhecimentos (TRIVELATO; TONIDANDEL, 2015).

### **2.3 Estratégias de ensino: a investigação como método de ensino na Biologia**

O ensino por investigação é uma tendência das variadas fases da história do ensino de ciências que teve grande influência do filósofo pedagogo John Dewey e destaque em países da Europa e nos Estados Unidos, desde a segunda metade do século XIX. A ideia central de Dewey é a “experiência”, mas, a experiência cotidiana e não a associada a aulas práticas. Trata-se de experiência educativa reflexiva que dá significado à vida gerando conhecimento, em que experiência e aprendizagem não podem ser desagregadas, e que a educação científica é o centro das experiências educativas. (ZOMPERO; LABURÚ, 2016).

Segundo Oliveira (2006), Dewey não aceitava a educação pela instrução com ênfase ao intelectualismo e à memorização, aconselhava a educação pela ação, a fim de propiciar ao educando condições para resolução de seus problemas por si próprio, a partir de suas experiências. Para o autor, vida, experiência e

---

aprendizagem unem-se de modo a possibilitar a reconstrução permanente da experiência do aluno. Zompero e Laburú (2016) consideram essa metodologia possui diferentes terminologias como, por exemplo, ensino por descoberta, aprendizagem por projetos, questionamentos, resolução de problemas, *inquiry*, dentre outras, essa abordagem tem a perspectiva de possibilitar raciocínios, habilidades cognitivas e a cooperação entre os estudantes.

De acordo com Berbel (1998) a problematização e a aprendizagem baseada em problemas, envolve o trabalho dos estudantes em grupo na elaboração de hipóteses com possíveis explicações do problema. Possuem características diferentes, caminhos alternativos para inovar o ensino e despendem da abordagem tradicional, tão marcante nas escolas de ensino básico.

Krasilchik (2000) destaca que no Brasil a aprendizagem por projetos advém da necessidade de preparação dos alunos a adquirirem capacidade de organização lógica, de investigadores para estimular o progresso da ciência e tecnologia nacionais, visto que, na década de 90, se encontrava em pleno desenvolvimento industrial. Cabe ainda ressaltar que na versão do PCN+ (2002),

O conjunto das competências de investigação e compreensão é relativamente mais amplo também constituído por: identificação de dados e informações relevantes em situações-problema para estabelecer estratégias de solução; [...] identificação e relação de fenômenos e conceitos em um dado campo de conhecimento científico; articulação entre os conhecimentos das várias ciências e outros campos do saber. (BRASIL, 2006, p. 29).

Trivelato e Tonidandel (2015) consideram que, diferentemente das práticas científicas, as atividades experimentais no ensino de Biologia possuem particularidades, tais como: as montagens com seres vivos requerem vários dias de observação; os resultados podem ser diferentes para cada indivíduo testado sob as mesmas variáveis; a manutenção ou a experimentação com seres vivos envolve problemas práticos e éticos; os resultados são verificados por meio de evidências indiretas, etc. Tudo isso são fatores que devemos levar em consideração na elaboração e proposição de atividades investigativas.

Para Scarpa e Campos (2018), a ciência realiza investigações científicas para construir novos conhecimentos sobre o mundo e o ensino por investigação vai mais além, uma vez que requer o uso de diversas estratégias didáticas para coleta de dados e informações que facilitem aos discentes relacionar e/ou construir conceitos científicos e habilidades.



---

Segundo Carvalho et al. (2019), a experimentação científica dispõe de etapas, como a elaboração e teste de hipóteses, e raciocínios que a diferenciam de uma descoberta espontânea, e possibilitando aos estudantes a reconstrução de conhecimentos. Pedaste et al. (2015) propuseram uma estrutura de aprendizagem baseada em investigação, que possui fases gerais e subfases que se relacionam, na perspectiva de fornecer aos professores uma visão da aprendizagem dos alunos, apoiada na resolução de problemas.

Sasseron (2015) defende que o ensino por investigação se configura como uma abordagem didática que requer parceria entre professor e estudantes, ou seja, solicita engajamento da turma nas discussões e na busca de soluções problemas para que seja colocado em prática o ato de raciocinar, analisar e avaliar o fenômeno estudado.

De acordo com Carvalho et al. (2019), os problemas podem ser do tipo experimental, envolvendo materiais para os alunos manipularem, mas caso algum elemento ofereça risco ao discente, realiza-se a demonstração investigativa, tipo não experimental e, ainda, pode ser utilizado figuras e/ou imagens, tabelas, gráficos, etc. que promovam a imersão dos estudantes nas diversas linguagens da Biologia. As autoras explicam, também, que o problema deve ser provocante, que permita o interesse em solucioná-lo e expor os conhecimentos anteriormente adquiridos sobre o conteúdo abordado.

Silva e Trivelato (2017) argumentam que, embora a Biologia apresente especificidades, a promoção de atividades investigativas experimentais possibilita agregar objetivos conceituais e epistêmicos, visto que saberes empíricos revelam a natureza do conhecimento biológico ao solicitar dos educandos a tomada de decisões, o julgamento e validação dos dados obtidos nas explicações acerca do fenômeno em questão.

## **2.4 A utilização das Metodologias Ativas no ensino de Biologia: Genética, Evolução e Ecologia**

O mundo encontra-se em constante desenvolvimento, de maneira que cabe aos seres se adaptarem às mudanças que ocorrem constantemente no meio em que vivemos. No campo da educação não é diferente, especificamente no ensino da

---

Biologia, pois os métodos de ensino-aprendizagem precisam ser atualizados, visto que os antigos já não atendem mais às demandas educacionais contemporâneas. Assim, devem-se buscar novas metodologias visando à atualização do ensino, em que alunos e professores possam participar de modo conjunto, de maneira autônoma, inculcando-lhes o senso crítico, um elemento que se procura atualmente, além do protagonismo da própria aprendizagem discente. Para que o ensino de determinados temas da Biologia seja significativo, faz-se necessário a inclusão de abordagens investigativas que sejam capazes de suprir as necessidades que os docentes e discentes encontram no processo.

Para Masseto (2003), o papel das MA só tem sentido e valor se preencherem duas condições: referirem-se a um objetivo e serem eficientes e que elas capacitem, isto é, disponham de todas as características para que o objetivo possa ser alcançado nas situações em que forem empregadas. Uma metodologia ativa deve ser feita de forma consciente, pensada e, sobretudo, preparada para não tirar do professor a alegria de ensinar e a do aluno de aprender.

Assim, diante de uma sociedade que exige cada vez mais que os indivíduos apresentem diferentes habilidades frente a situações conflituosas e problemas, tornam-se necessária a construção e proposição de metodologias e práticas didático pedagógicas que preconizem o aluno, como o principal agente de seu aprendizado já que, “o protagonismo do estudante em seu processo de aprendizagem possibilita o desenvolvimento de habilidades e competências indispensáveis para a construção de sua autonomia intelectual e social” (PINTO et al., 2013, p.3).

Nesse sentido, o ensino de Ciências e Biologia precisa de adequações já que são constituídas por uma rede conceitual complexa e dinâmica, que integra conceitos pertencentes a dimensões espaciais distantes e processualmente, interdependentes - gene, organismo e ambiente. As MA podem facilitar a relação e, portanto, deixar o aluno entender as disciplinas como resultado de conhecimentos que em conjunto com a apropriação de termos e/ou nomes complexos são compreendidos e passíveis de serem transferidos para diferentes situações.

Destarte, proporcionar ao discente autonomia, o torna capaz de enfrentar e resolver problemas e conflitos vivenciados, quando o espaço educativo oportuniza vivências, através de uma metodologia ativa, tornando o ensino e a aprendizagem mais significativos. Partindo desse ponto, o uso das metodologias ajuda a melhorar o

---

processo de ensino de determinados conteúdos, dentro eles Genética, Evolução e Ecologia, áreas que sempre despertam interesse, porém, muitas vezes não são apresentadas de maneira atrativa. Através de metodologias investigativas é possível trabalhar de forma que seja feito um levantamento prévio do conhecimento, a contextualização da Biologia e a problematização sobre as questões que envolvem este tema, levando o discente a assumir o desenvolvimento e a responsabilidade pela sua própria aprendizagem, exercendo o seu protagonismo juvenil (ARÃO; SANCHES; SILVA, 2018).

Uma abordagem inovadora pode auxiliar no desenvolvimento do pensamento crítico e de habilidades para resolução de problemas. Portanto, o docente deve partir dos saberes do cotidiano e da realidade de cada discente, com o intuito de realizar uma ligação com as propostas pedagógicas e dos saberes escolares sobre a Biologia, possibilitando uma visão ampliada dos contextos ecológicos e tornando os saberes científicos mais significativos (SEGURA; KALHIL, 2015).

Da mesma forma, no ensino da Genética há desafios a serem superados, como o expressivo número de conceitos relacionados à área, que muitas vezes dificultam a compreensão dos alunos, que acabam preocupando-se em memorizar termos em detrimento de compreender e relacioná-los com a temática em estudo. As MA apresentam como fundamentos a AS, a articulação teórico-prática, o ensino-serviço-comunidade, a transdisciplinaridade e multidisciplinaridade e, principalmente, a participação dos alunos.

A transdisciplinaridade nos remete a um diálogo constante entre a parte e o todo, e auxilia no pensamento reflexivo. A mesma tem grandes contribuições para a contextualização, fazendo uso de diálogos, imagens, mobilização de conceitos alinhando teoria e prática.

Segundo Sommerman, Mello e Barros (2002) a transdisciplinaridade é:

[...] uma teoria do conhecimento, é uma compreensão de processos, é um diálogo entre as diferentes áreas do saber e uma aventura do espírito. [...] é uma nova atitude, é a assimilação de uma cultura, é uma arte, no sentido da capacidade de articular a multirreferencialidade e a multidimensionalidade do ser humano e do mundo. [...] Implica, também, em aprendermos a decodificar as informações provenientes dos diferentes níveis que compõem o ser humano e como eles repercutem uns nos outros. A transdisciplinaridade transforma nosso olhar sobre o individual, o cultural e o social, remetendo para a reflexão respeitosa e aberta sobre as culturas do presente e do passado, do Ocidente e do Oriente, buscando contribuir para

---

a sustentabilidade do ser humano e da sociedade. [...] (SOMMERMAN; MELLO; BARROS, 2002, p. 09-10).

É, portanto, por meio da transdisciplinaridade que damos espaço ao aprender significativo, contextualizado e prazeroso, tornando o saber e o viver processos conexos com a realidade, bem como enfatizando temas sociais que favorecem a visão significativa do conhecimento.

A Multidisciplinaridade consiste na conexão de diversos conteúdos, sem a preocupação se os temas são comuns entre si. Nogueira (2001, p. 140) apresenta que “não existe nenhuma relação entre as disciplinas, assim como todas estariam no mesmo nível sem a prática de um trabalho cooperativo”. A Multidisciplinaridade tem como objetivo a busca do conhecimento de diferentes vertentes de disciplinas, e até mesmo ideias para analisar um determinado assunto, sem a necessidade de uma conexão entre ambas, pois cada disciplina oferece subsídios para colaborar com determinada área de conhecimento que está sendo investigada.

Segundo Braathen (2012), os estudantes não aprendem simplesmente ouvindo e memorizando, eles precisam conversar sobre o que estão aprendendo, escrever a respeito do que discutem, relacionar com experiências vivenciadas e aplicar o conhecimento à suas vidas. As atividades lúdicas são extremamente benéficas para a aprendizagem, pois trazem a oportunidades de mediação entre o prazer e o conhecimento historicamente ou cientificamente constituído. A produção de modelos didáticos, baseados em de MA, tornam-se métodos de ensino capazes de despertar o interesse do educando.

Sabemos se que a educação passa por um processo de operacionalização contínuo de atualização, revisão e acima de tudo por buscas por formas diferenciadas, em que o objetivo seja a compreensão dos conteúdos que se esteja mediando. Assim, ainda que os princípios definidos para o ensino da Evolução Biológica sejam bem estabelecidos pelos documentos oficiais, a realidade da sala de aula é diferente, pois os desafios durante o processo de ensino da Biologia também são notórios e quando se trata da temática Evolução, principalmente, pois há dificuldade de aprendizado dos estudantes e dos professores abordarem o tema, no tocante aos aspectos religiosos e a deficiência na formação inicial docente.

De acordo com Oliveira e Bizzo (2018), as concepções prévias que cada estudante tem a respeito da evolução biológica são capazes de interferir na resposta

---

ao aprendizado dessa temática, já que os alunos levam para a sala de aula conceitos já moldados por crenças religiosas e relações socioculturais. Após dimensionar as situações que envolvem o ensino de Evolução, é natural que se busquem soluções ou recursos que permitam a compreensão sobre o que a ciência apresenta acerca dos processos evolutivos dos seres vivos. Nessa direção, as MA revelam-se como uma importante estratégia para o aperfeiçoamento do processo de ensino-aprendizagem, não só da Biologia, mas da educação como um todo.

Para Moran (2018), a aprendizagem a partir da aplicação de MA vai depender se o contexto escolar é aberto e acolhedor e se o professor se estabelece como orientador dessa busca, por meio da proposição daquilo que seria o melhor caminho para auxiliar seus alunos, trazendo diversificações de abordagens que promovam uma integração interessante destes com o conteúdo a ser abordado.

Assim, a aplicação dessas estratégias no ensino da Biologia visa promover uma aprendizagem integrada no contexto do cidadão pronto para enfrentar os desafios do cotidiano. Em particular, pela possibilidade de estimular no estudante aptidões necessárias na atualidade. Pois, desenvolver nos alunos apenas a dimensão conceitual do conhecimento e deixar a dimensão metodológica e a dimensão atitudinal de fora do processo de aprendizagem, não atende as necessidades do momento atual. Cada etapa tem sua importância, mas dentro do processo cognitivo de aprendizagem, a dimensão atitudinal os torna capazes de desenvolver as habilidades necessárias para tornar-se competentes na área de interesse.

---

## 3. OBJETIVOS

---

### 3.1 Objetivo Geral:

- Analisar estratégias metodológicas que possam auxiliar para aprendizagem significativa de Biologia, de modo a considerar o desenvolvimento da autonomia e a construção de conhecimentos científicos por estudantes da terceira série do Ensino Médio a partir de uma intervenção educacional apoiada em metodologias ativas.

### 3.2 Objetivos Específicos:

- Averiguar o conhecimento e/ou experiências anteriores do aprendiz que facilite a apropriação de conceitos científicos;
- Promover aos educandos reflexões dos conteúdos estudados a partir de atividades investigativas guiadas em sala de aula, estimulando habilidades necessárias à resolução de problemas;
- Analisar recursos pedagógicos potencialmente significativos para a aprendizagem de Genética, Evolução e Ecologia;
- Avaliar a contribuição de recursos e metodologias ativas no ensino aprendizagem de Genética, Evolução e Ecologia;
- Confeccionar um manual com atividades elaboradas a partir de metodologias ativas para a aprendizagem de Biologia.

---

## 4. METODOLOGIA

---

### 4.1 Métodos e Procedimentos

A coleta e análise dos dados seguiram orientações metodológicas de acordo com o método científico experimental quali-quantitativo, visando à realização de uma averiguação sobre a aprendizagem dos discentes e planejamento de aulas significativas no ensino de Genética, Evolução e Ecologia, temas predominantes no currículo da terceira série da disciplina Biologia no Ensino Médio.

O estudo foi desenvolvido em uma escola pública da cidade de Teresina no estado do Piauí, que oferece o ensino e o Atendimento Educacional Especializado (AEE) na 1ª, 2ª e 3ª séries do EM nos turnos matutino e vespertino. A pesquisa contemplou duas turmas, que foram sorteadas, uma no turno matutino e outra no vespertino, compondo um total de 65 estudantes, tendo retorno e participação de 46 estudantes, sendo 21 e 25 do turno manhã e tarde, respectivamente.

Inicialmente, com a anuência expressa dos Termos de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) e Termo de Assentimento Livre e Esclarecido (TALE), referentes às exigências éticas da Resolução 466 de 12 de dezembro de 2012 do Ministério da Saúde, os discentes das duas turmas realizaram um teste diagnóstico, a partir de um questionário semiestruturado contendo perguntas abertas e fechadas, para averiguar os saberes prévios sobre os temas abordados.

As aulas contemplaram três Atividades Investigativas (**AI**) (*inquiry*), confecção de mapa conceitual e recursos pedagógicos potencialmente significativos. As **AI** relacionaram-se aos temas: Genética, Evolução e Ecologia, sendo três **AI** de autoria do professor/pesquisador. Já os mapas conceituais sobre os elementos sanguíneos, foram desenvolvidos pelos educandos como proposta de retomada dos conhecimentos relacionados aos elementos sanguíneos.

Em face ao contexto de distanciamento social que estamos vivenciando no enfrentamento à pandemia da COVID-19<sup>2</sup>, as **AI** foram promovidas de maneira remota em ambiente virtual, atendendo às orientações do Ofício Circular nº

---

<sup>2</sup> Doença infecciosa causada pelo coronavírus da síndrome respiratória aguda grave 2, denominado SARS-CoV-2, que apresenta um espectro clínico variando de infecções assintomáticas a quadros graves.

2/2021/CONEP/SECNS/MS, com aprendizagem individual e colaborativa, envolvendo e engajando os estudantes na resolução de situações-problema.

A implementação das **AI**, teve a pretensão de aferir variáveis que influenciam na consolidação dos processos de ensino e da aprendizagem, para evidenciar a aquisição de saberes para o aprendiz e a pesquisar estratégias metodológicas que auxiliem no desenvolvimento de habilidades cognitivas, para **AS** dos conteúdos de Genética, Evolução e Ecologia (Quadro 4.1).

**Quadro 4.1 – Aplicação das atividades/metodologias ativas.**

ETAPAS	TEMA / METDOLOGIAS ATIVAS
<b>TESTE DIGNÓSTICO (T1)</b>	
<b>MOMENTO A</b>	Tema: <b>Genética</b> . Solicitação da confecção de mapa conceitual/mental, aplicação da atividade investigativa e socialização dos resultados obtidos na resolução dos problemas contemplados no tema desenvolvido.
	<b>QUESTIONÁRIO DIAGNÓSTICO (Q1)</b>
<b>TESTE DIGNÓSTICO (T2)</b>	
<b>MOMENTO B</b>	Tema: <b>Evolução</b> . Aula expositiva sobre a construção do conhecimento científico com a descentralização do livro didático, aplicação da atividade investigativa e socialização dos resultados obtidos na resolução dos problemas contemplados no tema desenvolvido.
	<b>QUESTIONÁRIO DIAGNÓSTICO (Q2)</b>
<b>TESTE DIGNÓSTICO (T3)</b>	
<b>MOMENTO C</b>	Tema: <b>Ecologia</b> . Aplicação da atividade investigativa e socialização dos resultados obtidos na resolução dos problemas contemplados no tema desenvolvido.
	<b>QUESTIONÁRIO DIAGNÓSTICO (Q3)</b>

Fonte: Pesquisa direta, 2021.

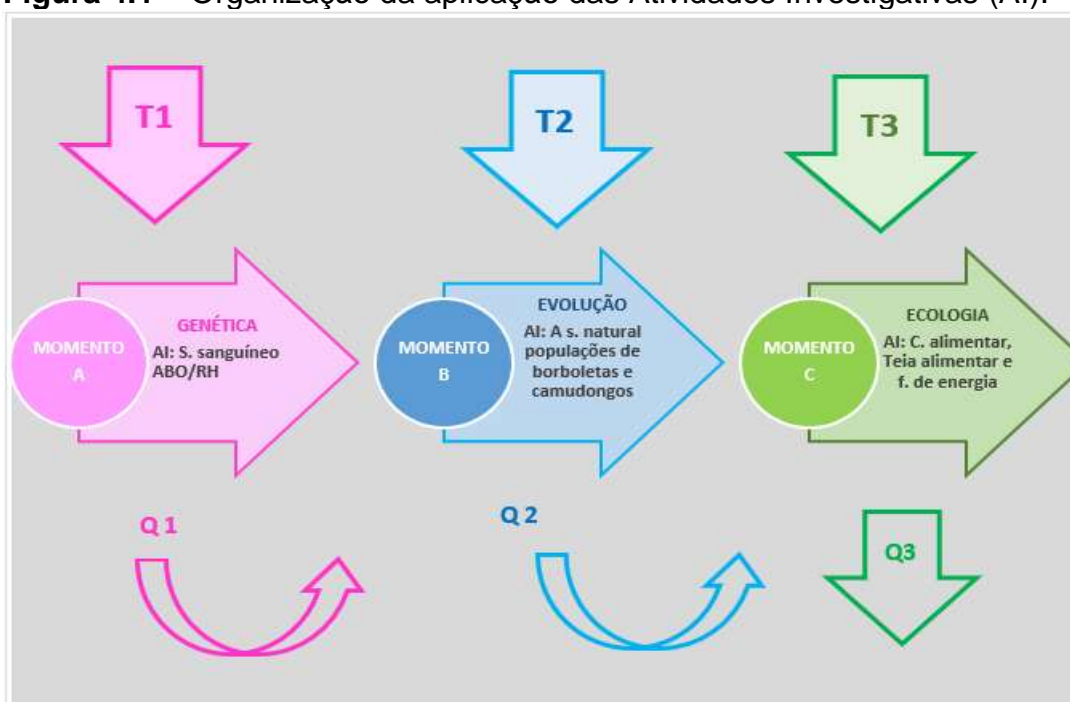
Foram utilizados nas aulas síncronas e assíncronas as ferramentas digitais/recursos: *Google Classrom*, *Google Forms*, *Google Meet*, *PowerPoint*, *WhatsApp*, *smartphone*, *notebook* e textos para a contextualização e/ou sistematização do conhecimento.

A análise foi estruturada em três momentos (**A**, **B** e **C**) e contemplaram quatro aulas de 50 minutos cada, totalizando dez horas/aulas. Todos os momentos foram



iniciados com a aplicação do teste diagnóstico (**T1**, **T2** e **T3**), cuja finalidade foi a de verificar os conhecimentos prévios dos alunos das duas turmas. Com o emprego dos questionários semiestruturados (**Q1**, **Q2** e **Q3**), pode-se mensurar as aprendizagens adquiridas pelos alunos por meio de **AI**, a partir da análise da tabulação dos dados em gráficos e da observação dos rendimentos dos estudantes, no engajamento e resolução dos problemas investigativos nos três momentos (Figura 4.1).

**Figura 4.1** – Organização da aplicação das Atividades Investigativas (AI).



Fonte: Pesquisa direta, 2021.

Os momentos **A**, **B** e **C** dispõem diferentes possibilidades para o ensino de Biologia (Genética, Evolução e Ecologia) por meio de atividades investigativas, nos quais iniciaram-se com a apresentação de situações-problemas, com vistas para o surgimento de discussões entre o professor e alunos, na perspectiva do desenvolvimento de habilidades de pensamento crítico-reflexivo e tomada de decisão por parte dos discentes.

#### **4.1.1 Momento A - Tema Genética – Atividade Investigativa: Componentes e doenças do sistema sanguíneo**

---

**Aula 1 (Síncrona):** Os trabalhos de realização foram iniciados na plataforma *Google Meet* e auxiliado pelo aplicativo *WhatsApp*, aplicando-se o teste diagnóstico (**T1**) para avaliar as concepções prévias, instigando saberes relacionados ao conteúdo sistema sanguíneo ABO e Fator Rh adquiridos nas séries/vivências anteriores. Diante do resultado deste teste, solicitamos a elaboração de um mapa conceitual, como proposta de retomada dos conhecimentos sobre os elementos sanguíneos que, em seguida, enviaram pela plataforma *Google Classroom*.

**Aula 2 (Síncrona):** Apresentação da atividade investigativa: componentes e doenças do sistema sanguíneo (Apêndice I). Ressalta-se que esta sofreu modificações em virtude da modalidade de aplicação remota. Essa atividade foi apresentada com uso de *slides*, explicando e orientando os alunos a elaborarem hipóteses sem o auxílio de pesquisa. Tratou-se de uma situação problema com enfoque social de maneira contextualizada. Foram abordados conhecimentos já estabelecidos que facilitaram a tomada de decisão e posicionamentos críticos por parte dos discentes. Os alunos foram orientados a se distribuírem em grupos com até cinco componentes ou individualmente, para os quais não fosse possível trabalhar em equipe.


**Aula 3 (Assíncrona):** O professor mediador fez a postagem na sala do *Google Classroom* do arquivo da **AI** (Figura 4.2). Foi distribuído para cada equipe/estudante um arquivo que continha imagens de tubos de ensaio representando “amostras dos componentes sanguíneos” do sistema ABO e Fator Rh, na qual o estudante deveria analisar e determinar o tipo sanguíneo do paciente. Os *slides* possuíam também duas tabelas (Apêndice VIII) para registro das hipóteses, um texto situação problema (**Tsp**) que se diferenciou em quatro tipos (**Tsp<sup>1</sup>**, **Tsp<sup>2</sup>**, **Tsp<sup>3</sup>** e **Tsp<sup>4</sup>**): o **Tsp<sup>1</sup>** constou a descrição dos sintomas da doença hemofilia, **Tsp<sup>2</sup>** da anemia falciforme, **Tsp<sup>3</sup>** da dengue hemorrágica e **Tsp<sup>4</sup>** da Leucemia mielóide. Os discentes, individualmente ou em grupo, utilizando o *Google Meet*, discutiram e elaboraram hipóteses sem consulta em materiais didáticos e, em seguida, enviaram no *Google Classroom*. À medida que os arquivos das hipóteses chegavam no *Google Classroom*, o professor enviava um texto sobre a importância da doação de sangue disponibilizada no *site* do Instituto Nacional de Câncer (INCA) e os orientavam a realizarem consultas em

outras fontes bibliográficas (*sites*, artigos, dentre outras), para que pudessem refletir e avaliar as hipóteses construídas, fazendo conexões entre as evidências e o conhecimento científico, confirmando ou refutando-as. Em seguida, os estudantes elaboraram conclusões acerca da referida problemática e enviaram para *Google Classroom*.

**Figura 4.2** – Slides da Atividade Investigativa: Componentes e doenças do sistema sanguíneo.

### ATIVIDADE INVESTIGATIVA

## SISTEMA SANGUÍNEO ABO/RH



Profa. Francineire Pinho

### TEXTOS SITUAÇÃO PROBLEMA

Ajude a diagnosticar o problema de saúde de um paciente que, após o parto, é portador de uma doença hereditária recessiva ligada ao cromossomo sexual X, na qual o sangue não contém fatores de coagulação em quantidade suficiente para interromper os sangramentos internos nas articulações e músculos que vem sofrendo. Por isso necessita urgentemente de uma transfusão sanguínea.

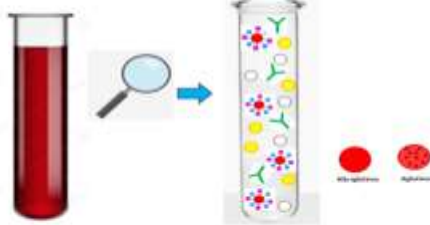
Baseando-se na descrição dos sistemas, na análise dos valores de referência dos componentes sanguíneos listados no Quadro 1 e a "amostra sanguínea" do **teste de sorologia (Figura 1)** com a representação dos elementos sanguíneos na **Tabela 1**, faça o registro de suas hipóteses para responder:

1. Qual é a doença que acomete o paciente?
2. Que fatores, agente etiológico e/ou vetor contribuem para esse distúrbio?
3. Qual tratamento ou controle profilático você indicaria para o paciente?
4. Utilizando os símbolos na tabela 1 e a amostra de sangue (Figura 1), complete e esquematize a "sangue sanguínea" do paciente.
5. Com base na "tipagem sanguínea", qual o genótipo e o fenótipo do paciente em relação ao sistema sanguíneo ABO e RH?
6. Há algum integrante no grupo, com o fenótipo sanguíneo compatível ao do paciente? Justifique sua resposta.

### Quadro - 1

Valores de Referência dos Componentes Sanguíneos		
Componente Sanguíneo	Pessoa saudável	Paciente Investigado
Hemácias	4.500 a 6.000 milhões/mm <sup>3</sup>	5.000 milhões/mm <sup>3</sup>
Leucócitos	4.500 a 11.000 milhões/mm <sup>3</sup>	6.000 milhões/mm <sup>3</sup>
Plaquetas	150.000 a 400.000 milhões/mm <sup>3</sup>	270.000 milhões/mm <sup>3</sup>

### Figura 1 - Amostra de Sangue



### Tabela 1 - Representação dos elementos sanguíneos e do resultado da sorologia.

Elementos Sanguíneos	TIPO DE
	Hemácias
	Leucócitos
	Plaquetas
	Antígeno A
	Antígeno B
	Fator Rh
	Anticorpo anti-A
	Anticorpo anti-B
	Anticorpo anti-Rh

### Registro das Hipóteses

1. Qual é a doença que acomete o paciente?  
R-
2. Que fatores, agente etiológico e vetor contribuem para esse distúrbio?  
R-
3. Qual tratamento ou controle profilático você indicaria para o paciente?  
R-

Fonte: Pesquisa direta, 2021.

**Aula 4 (Síncrona):** Apresentação e socialização dos resultados da investigação (conclusões elaboradas) na resolução-problema. Reunidos na sala do *Google Meet*, os alunos fizeram a apresentação das conclusões. Nessa ocasião, o professor mediador promoveu a divulgação e discussão dos resultados com todos os alunos, sobre as conclusões e dados obtidos no *inquiry*, momento importante para enculturação científica. Ao final, foi exibido o vídeo “Caminho do sangue: do corpo do doador para o corpo de quem precisa” (BRASIL, MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2020) e compartilhado o *link* pelo aplicativo *WhatsApp* do **Q1**, gerenciado com a

---

ferramenta *Google Forms*, para avaliar a aprendizagem dos discentes sobre o conteúdo abordado na **AI**.

#### **4.1.2 Momento B - Tema Evolução (Atividade Investigativa: Um estudo de caso em pesquisa científica: Investigando a seleção natural em populações de camundongos e borboletas)**

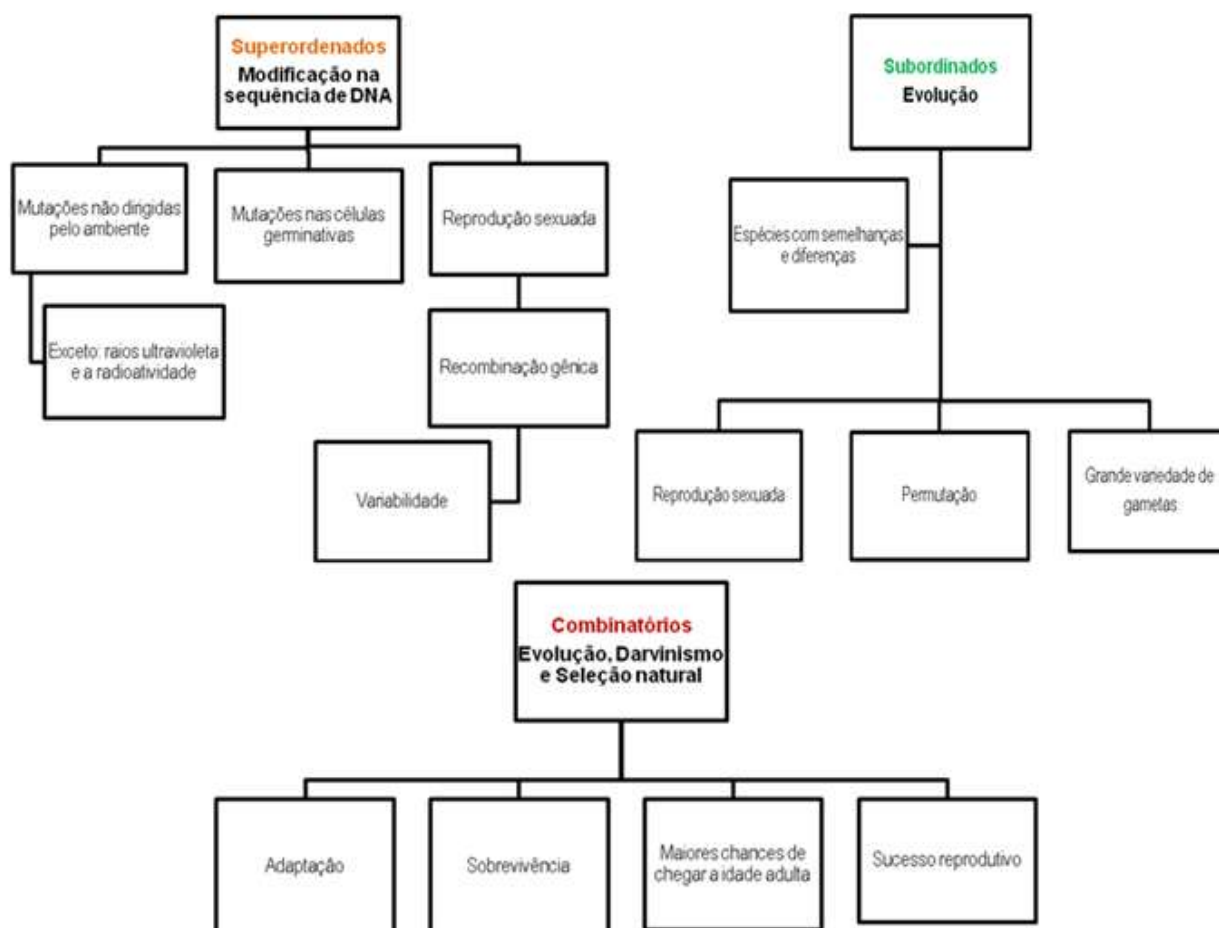
**Aula 1 (Síncrona):** Com o uso da plataforma *Google Meet* e auxílio da ferramenta *WhatsApp*, realizou-se a aplicação o teste diagnóstico **T2** para avaliar as concepções prévias, relacionadas as aprendizagens acerca das primeiras teorias da evolução dos seres vivos. Em seguida, foi iniciada uma aula expositiva e dialogada sobre construção do conhecimento científico, considerando-se os saberes anteriores dos educandos e ressaltando-se as etapas e principais características de uma pesquisa.

**Aula 2 (Síncrona):** Aplicação da AI (Apêndice J), etapa que proporcionou interações argumentativas individuais com uso *chat* (escrita) e/ou microfone (oral), com o lançamento de hipóteses passíveis de resolver o Problema A (**PA**) e Problema B (**PB**). Em seguida, os alunos foram orientados a solucionar o Problema C (**PC**) da referida atividade, engajando-se de modo assíncrono, visto que necessitaram de maior tempo para raciocinar, elaborar o gráfico e o cladograma requeridos. Ao final, o grupo fez a elaboração de suas hipóteses, digitalizadas ou esquematizadas no próprio caderno, postou no *Google Classroom*. Posteriormente, o docente mediador os orientou a fazerem a validação das hipóteses, refutando ou aceitando, conforme o entendimento e consulta dos materiais enviados pelo professor na plataforma supracitada.

**Aula 3 (Síncrona):** Aula expositiva sobre as primeiras teorias da evolução dos seres vivos. Objetivando-se a aprendizagem significativa acerca do tema, apresentou-se o conteúdo aos discentes de forma não acabada e participativa. Por isso, foi oportuno partir dos conceitos abrangentes e inclusivos para conceitos mais específicos, passando pelos conteúdos intermediários, com revisões cíclicas destes que

culminou na aprendizagem significativa, pois exigiu do aprendiz estratégias cognitivas (Figura 4.3).

**Figura 4.3** – Diagrama de conceitos: **superordenados**, **subordinados** e **combinatórios** referentes à evolução.



Fonte: Pesquisa direta, 2021.

A aprendizagem superordenada ocorre quando um conceito ou proposição mais abrangente e inclusivo é adquirido a partir de outros mais específicos. Já a aprendizagem subordinada ou subsunciva, acontece quando a nova conceituação ou suposição potencialmente significativos são compreendidos sob ideias relevantes gerais e inclusivas já existentes na estrutura cognitiva do aluno.

Na aprendizagem combinatória não há uma relação com conhecimentos existentes na estrutura cognitiva, mas sim com conteúdos mais amplos. A nova informação embora relacione-se com as concepções prévias, não é mais inclusiva

---

nem mais específica do que os saberes anteriores, ou seja, possui alguns atributos de critérios em comum com a organização intelectual do discente.

Esses momentos atitudinais e procedimentais, desenvolvidos entre todos, alunos e professor, são importantes na construção de explicações coerentes e conclusões apoiadas no conhecimento científico. É oportuno que o professor classifique e/ou avalie as informações trazidas na discussão pelos alunos, tais como dados, variáveis, explicações, etc.

De acordo com Ausubel (2003), os conceitos constituem os alicerces tanto para a aprendizagem por recepção significativa de proposições, quanto para a elaboração de proposições relevantes para resolução de problemas. Aprender o que expressa o termo conceito, ou seja, o que ele representa por uma dada palavra, é aprender o que ele significa (MOREIRA, 2011). Quando se compreende a definição dos conceitos que compõem uma proposição, o seu entendimento se torna pleno.

Proposição e conceito relacionam-se de modo a gerar o saber, que pode organizar-se na estrutura cognitiva de forma subordinada, superordenada e combinatória, onde a nova informação interage com o conhecimento prévio do educando (LABURÚ; ZOMPERO, 2016).

**Aula 4 (Síncrona):** Socialização dos resultados obtidos na resolução dos problemas contemplados no tema desenvolvido. E compartilhamento, a partir do uso do aplicativo *WhatsApp*, do *link* do **Q2** gerenciado com a plataforma *Google Forms*, para avaliar a aprendizagem dos discentes sobre o conteúdo abordado nessa **AI**.

#### **4.1.3 Momento C - Tema Ecologia (Atividade Investigativa: Cadeia alimentar, teia alimentar e fluxo de energia)**

**Aula 1 (Síncrona):** Assim como nos demais momentos, foi aplicado o **T3** no início do encontro, na plataforma *Google Meet* e auxiliado pelo aplicativo *WhatsApp*, com o propósito de avaliar as concepções prévias, evidenciando saberes relacionados ao tema Ecologia adquiridos nas séries/vivências anteriores. Em seguida, o professor mediador apresentou a **AI** (Apêndice X), que passou por ajustes em virtude do modelo de aula virtual, sendo disponibilizada em arquivo no formato *Portable Document Format* (PDF) e executada de maneira assíncrona. A introdução do

---

Problema A (**PA**), onde solicitou a construção de uma cadeia alimentar e o item 1 do Problema B (**PB**), elaboração de uma teia alimentar. Para as referidas composições, os alunos tiveram a opção de digitalizar ou fazer colagens das figuras da prancha. As demais questões (itens: 1, 2, 3, 5, 6 e 7), pertencentes aos **PA**, **PB** e Problema C (**PC**) da **AI**, foram solucionados de forma síncrona a partir de variadas interações argumentativas nos moldes da aula 2, do momento B.

**Aula 2 (Assíncrona):** Disponibilização do arquivo no formato PDF contendo uma prancha com variadas figuras (Adobe Stock, 2020) de seres vivos, possibilitou a construção de diversas cadeias alimentares terrestres ou aquáticas; cinco ou seis setas verdes, indicativas da transferência do alimento e da energia do produtor para os consumidores; quatro a cinco setas vermelhas, designavam a diminuição da quantidade de matéria e energia disponíveis de um nível trófico para outro ao longo da cadeia alimentar e as palavras: produtor, consumidor primário, consumidor secundário, consumidor terciário e decompositor, indicaram os níveis tróficos (Apêndice L). Os alunos foram orientados a esquematizar uma cadeia alimentar aquática (turma manhã) e terrestre (turma tarde). As cadeias confeccionadas foram apresentadas oralmente com uso de *slides*, *word*, PDF e em cartolina (foto) na aula 3 de modo síncrono.

**Aula 3 (Síncrona):** Apresentação das cadeias alimentares confeccionadas pelos estudantes no momento assíncrono anterior. As exposições refletiram autonomia dos discentes na elaboração e explicação dos conceitos/conhecimentos adquiridos.

**Aula 4 (Síncrona):** Socialização dos resultados obtidos na resolução dos problemas contemplados no referido momento. Em seguida, foi realizada uma aula expositiva e dialogada sobre ecologia; fluxo de energia, pirâmides ecológicas e magnificação trófica. Foram considerados os saberes anteriores dos educandos e as aprendizagens conceituais, procedimentais e atitudinais desenvolvidas na construção das hipóteses e conclusões, apoiadas no conhecimento científico que o educando alcançou com essa **AI**.

Ao final foi compartilhado o *link* do **Q3** pelo *WhatsApp*, conduzido com o aplicativo *Google Forms*, para avaliar a aprendizagem dos discentes sobre o conteúdo abordado nessa **AI**.

A partir das hipóteses e conclusões dos(as) alunos(as) participantes a cada uma das atividades, procedeu-se a análise das interações argumentativas, da elaboração de gráficos, árvore filogenética e cadeia alimentar em respostas aos problemas requeridos nas atividades, considerando-se as aprendizagens procedimentais e atitudinais, inspiradas nos pressupostos de Pozo e Gómez-Crespo (2009) e categorizando-as conforme proposto por Souza Jr (2014) e Pozo e Gómez-Crespo (2009)(Quadro 4.2).

**Quadro 4.2** – Conteúdos procedimentais e atitudinais relacionadas às atividades desenvolvidas nos 3 momentos (A, B e C).

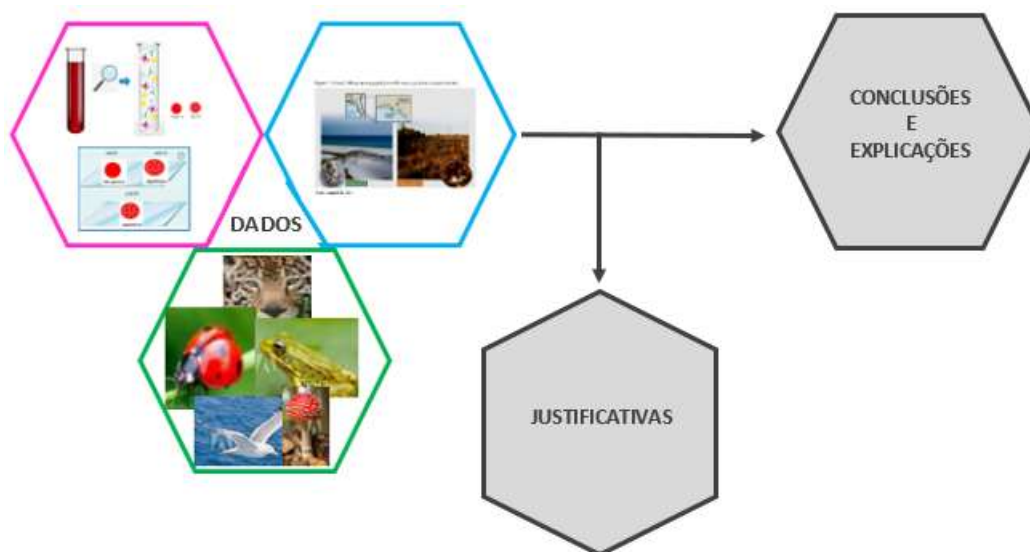
Tipos de Aprendizagens	Categorias de aprendizagens	Aprendizagens inferidas ao longo da atividade (subcategorias)
Atitudinal	Atitudes com respeito à ciência	A1: Ter um posicionamento crítico e investigativo perante situação-problema
	Atitudes com respeito à aprendizagem de ciências	A2: Trabalhar em grupo de forma colaborativa A3: Buscar o enfoque profundo dando significados
Procedimental	Aquisição da informação	P1: Estruturar ideias por meio de desenho, linguagem escrita ou linguagem oral
	Interpretação da informação	P2: Interpretar ideias estruturadas e executar procedimentos
	Análise da informação e realização e inferências	P3: Elaborar hipóteses P4: Desenvolver/aplicar modelos explicativos P5: Testar hipóteses
	Compreensão e organização conceitual da informação	P6: Realizar inferências (compreensão do discurso) P7: Estabelece relações conceituais P8: Fazer generalizações para outros contextos
	Comunicação da Informação	P9: Realizar exposição oral P10: Elaborar relatório

Fonte: Adaptado de Souza Jr (2014) e Pozo; Gomez-Crespo (2009).

Tomamos como base o modelo de Toulmin (Figura 4.4) como ferramenta para averiguar a aprendizagem dos conceitos requeridos para a defesa de justificativas concebidas como respostas possíveis as situações problemas (GONÇALVES-SEGUNDO, 2020). Categorizamos como: Ajustada, Parcialmente ajustada e Não ajustada, conforme a análise da coesão intelectual explicitadas na argumentação do estudante ao solucionar as **AI** propostas.



**Figura 4.4** – Representação do modelo de argumento de Toulmin.



Fonte: Pesquisa direta, 2021.

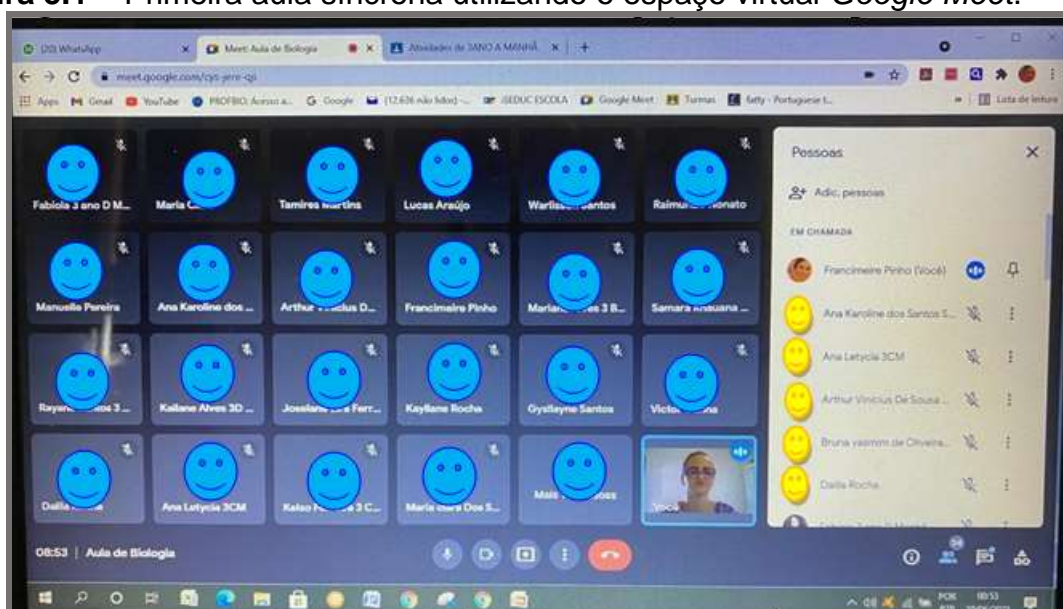
Os dados coletados e observações foram registrados a partir de fotografias, gravações do campo (sala virtual), anotações no diário de bordo das verificações das interações argumentativas, ocorridas no processo de construção de conhecimentos dos alunos, tabulações das informações obtidas, para fins de análises e consolidação de resultados, de forma contextualizada com realidade com a qual se defrontou o professor mediador. Todos os dados e materiais coletados na pesquisa serão mantidos em arquivo, físico ou digital, sob a guarda e responsabilidade do pesquisador, durante o tempo mínimo de cinco anos.

A análise das hipóteses e conclusões foram organizadas em três episódios, da seguinte forma: **episódio 1** (Quadros 5.2 e 5.3), **episódio 2** (Quadros de 5.4 a 5.8) e **episódio 3** (Quadros de 5.11 a 5.14). As falas ou escritas das interações discursivas construídas na resolução das **AI**, mantiveram-se na íntegra e a identidade dos discentes permaneceu preservada. Optamos por utilizar os códigos **G1, G2, G5, G6, G7** e **G8** para os grupos de alunos participantes e os códigos **A1, A2...A46**, para representar os integrantes e estudantes que envolveram-se individualmente.

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Conforme previsto na metodologia, o desenvolvimento das atividades investigativas ocorreram de forma remota com aulas síncronas (Figura 5.1) e assíncronas, contemplando variados recursos midiáticos que possibilitaram a argumentação e facilitaram o engajamento dos discentes na resolução dos problemas.

**Figura 5.1** – Primeira aula síncrona utilizando o espaço virtual *Google Meet*.



Fonte: Pesquisa direta, 2021.

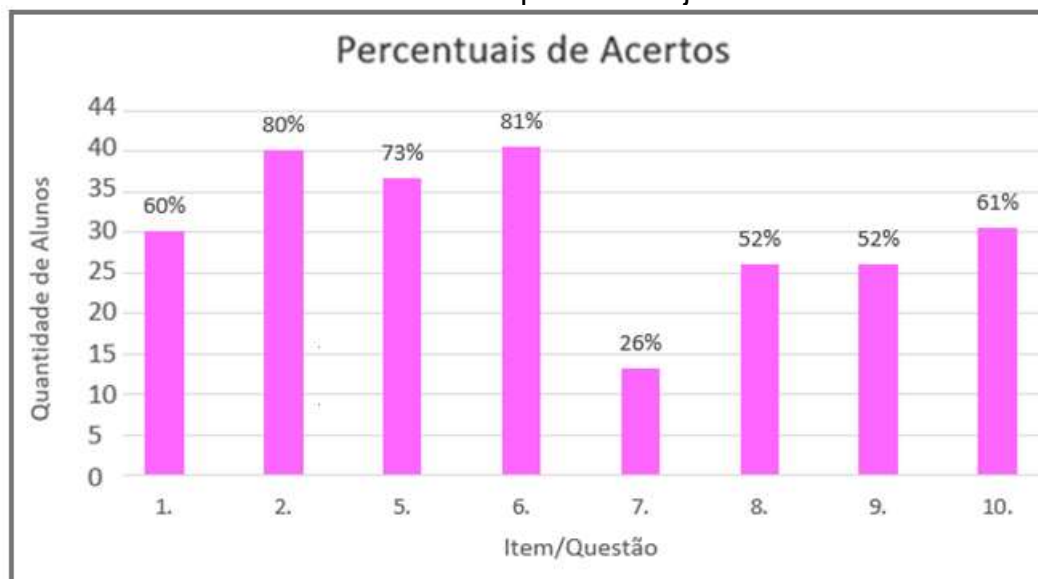
As atividades desenvolvidas foram aplicadas a um universo de 65 estudantes, tendo retorno e participação de 46 estudantes, sendo 21 do turno manhã e 25 do turno tarde. Podemos justificar o fato de 14 alunos não terem participado das atividades propostas neste estudo, considerando-se o contexto pandêmico vivenciado em 2021, seguida das dificuldades de diversas naturezas, que alguns enfrentaram e que foram limitantes para o acesso às atividades escolares.

### 5.1 Momento A - Tema: Genética

Inicialmente foi aplicado o teste diagnóstico **T1** (Apêndice C) formado por 10 questões semiestruturadas (8 objetivas e 2 subjetivas), a uma amostra de 46

estudantes. A partir do emprego do **T1** foi possível averiguar os conhecimentos prévios acerca do tema, observando-se os percentuais de acertos dos estudantes na resolução dos questionamentos contemplados no referido teste (Figura 5.2).

**Figura 5.2** – Percentuais de acertos nas questões objetivas do **T1**.



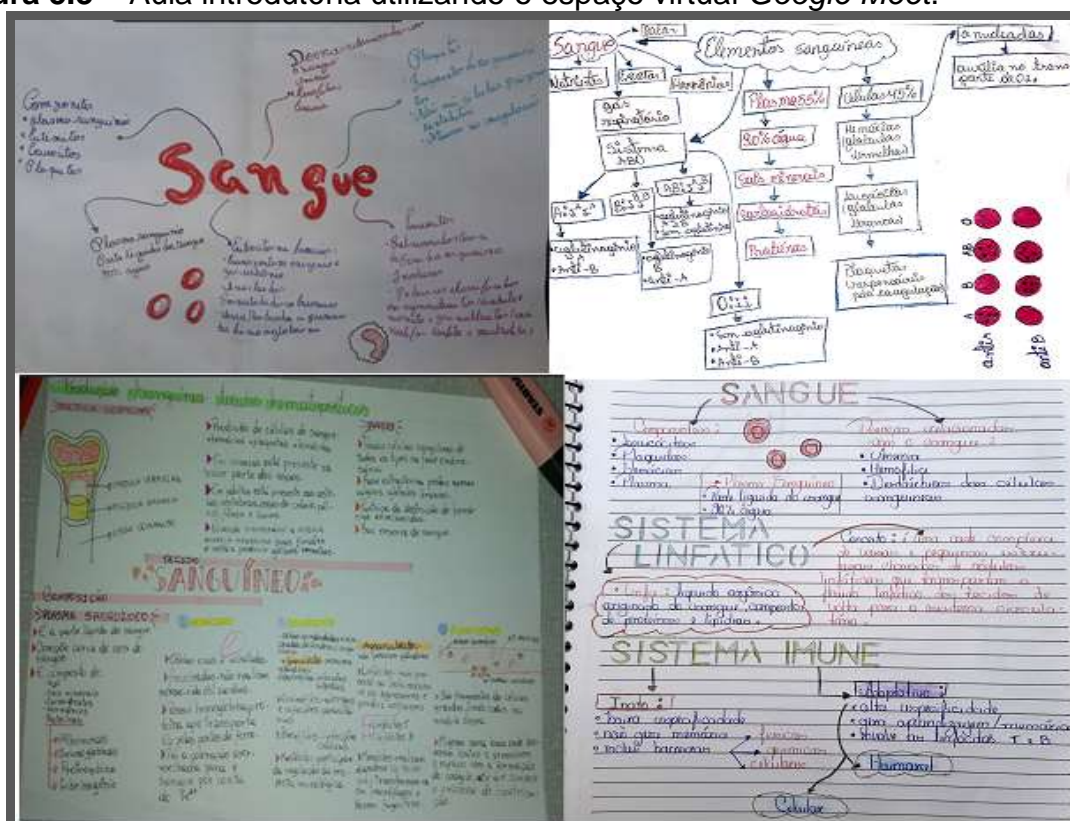
Fonte: Pesquisa direta, 2021.

A análise do gráfico acima, referente aos itens 7, 8 e 9, revelou que os discentes desconheciam ou não lembraram da existência de macromoléculas chamadas aglutinogênios e de anticorpos (aglutininas) presentes, respectivamente, nas membranas das hemácias e dissolvidos no plasma, diferenciando os variados tipos sanguíneos. Tais constatações também encontradas em Duré et al. (2018), foram justificadas por se tratar de temas microscópicos e abstratos que se distanciam dos alunos, gerando dificuldade no aprendizado por serem conteúdos que não são muito perceptíveis no dia a dia.

Diante da análise das questões subjetivas do **T1**(Item 3), constatou-se que subsunçores dos alunos eram incipientes e que não havia a percepção da sua relacionabilidade entre esses e o conteúdo em estudo, dando-lhe significado. Foram apresentados organizadores prévios (materiais introdutórios) em uma proposta de retomar/oferecer uma construção preliminar das informações necessárias, o que facilitou o domínio e apropriação de conceitos científicos referentes ao tema Genética. Para tal, solicitou-se aos educandos a elaboração de um mapa conceitual

sobre os elementos sanguíneos, que, foi postado na plataforma *Google Classroom* (Figura 5.3).

Figura 5.3 – Aula introdutória utilizando o espaço virtual *Google Meet*.



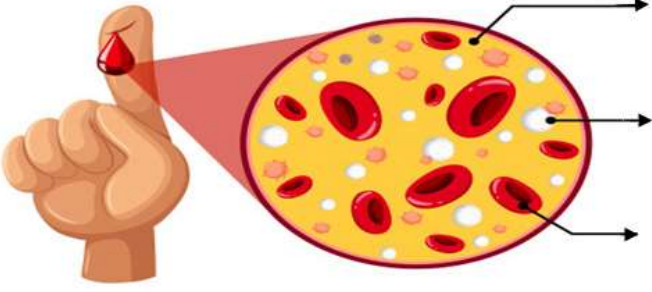
Fonte: Pesquisa direta, 2021.

O item 3 do T1 (Figura 5.4), teve percentual de 51% dos estudantes com respostas não assertivas, evidenciando fragilidade na aprendizagem conceitual acerca do referido tema. Embora estes conhecimentos já tivessem sido vivenciados em várias etapas da educação básica, boa parte das aprendizagens pode ocorrer fora do ambiente escolar, a partir de informações veiculadas pelas mídias sociais, jornais, filmes e televisão.

**Figura 5.4 – Questionamento referente ao item 3 do teste diagnóstico T1.**

3. O sangue dos vertebrados é um tecido composto de uma parte líquida (A) e nele estão mergulhadas duas classes de células (B e C). As células (B) estão envolvidas nas trocas dos gases  $O_2$  e  $CO_2$  e as células (C), na defesa contra microorganismos invasores. Identifique cada um dos elementos sanguíneos (A, B e C) na figura abaixo.

Figura 1 – Diagrama da composição do sangue.



Fonte: Blueringmedia,stock.adobe.com, 2020.

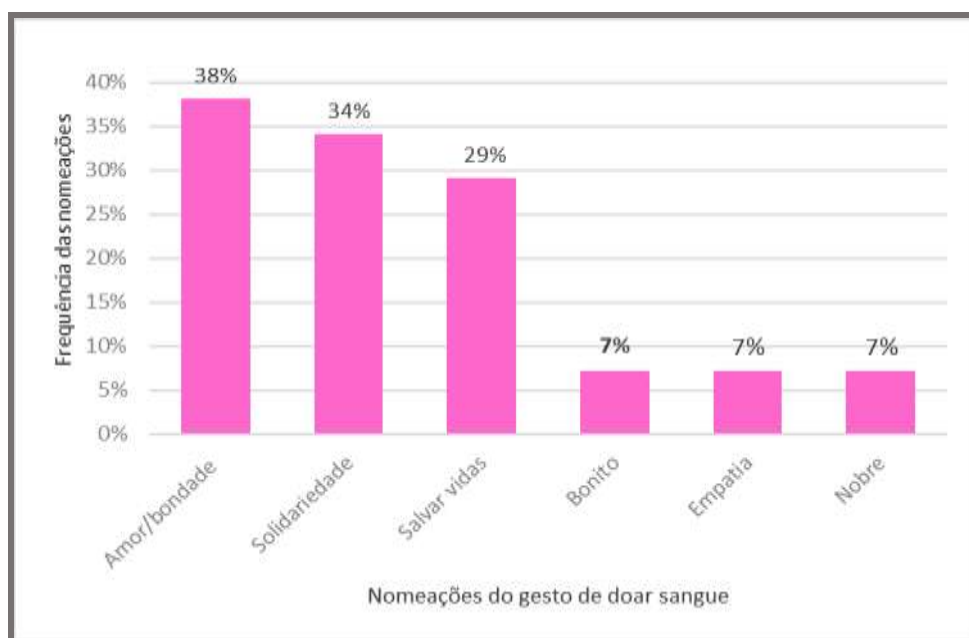
Fonte: Pesquisa direta, 2021.

Observamos que os estudantes confundiram as imagens das hemácias e plaquetas, embora os dois componentes sanguíneos tenham sido apresentados com cores, dimensões e morfologias diferenciadas, a fim de facilitar a distinção entre as duas estruturas em questão.

A retomada de aprendizagens escolares de outros momentos ou séries anteriores e dos saberes advindos de experiências prévias, foram importantes para que os alunos se envolvessem e conseguissem discutir com os colegas com mais fluidez sobre o conteúdo trabalhado (CARVALHO et al., 2019).

A observação das respostas relacionadas à questão 4 (Item a) “*Como você nomeia o gesto de doar sangue?*” Nos favoreceu sensibilizar os estudantes frente a estatística (0% de doação), obtida no item b da referida pergunta, pois todas as nomeações (Figura 5.5) proferidas pelos estudantes relacionadas ao ato de doar sangue, revelaram espírito de fraternidade e convicção da importância desse gesto na convivência social e preservação da vida.

**Figura 5.5** – Nomeações atribuídas pelos alunos ao questionamento 4 (item a) do T1.

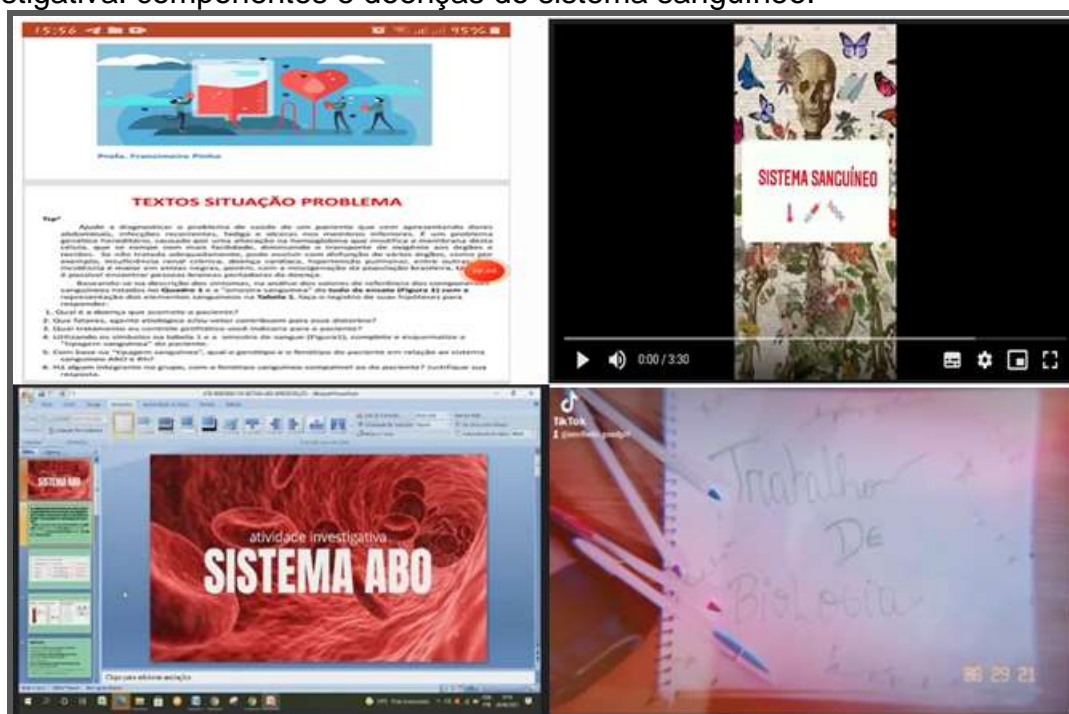


Fonte: Pesquisa direta, 2021.

Em resposta ao item *b)* “*Você ou alguém da sua família já doou sangue?*” Nenhum aluno/familiar até o momento da aplicação da pesquisa, havia realizado doação sanguínea. O que nos levou refletir e discutir sobre a importância de campanhas de incentivo à doação, com vistas para minimizar a falta de conscientização e sensibilização da população no tocante a fatores que limitam doações de sangue no Brasil (BARRETO; MORAES; CASTILHO, 2018).

Na aula subsequente, foi apresentada a **AI** “Componentes e doenças do sistema sanguíneo”, logo após os alunos elaboraram suas hipóteses e conclusões acerca dos problemas e enviaram utilizando a plataforma *Google Classroom*. Analisaram desenhos e tabelas, interpretaram textos e organizaram argumentos, expressando ideias de maneira reflexiva e envolvente, utilizando-se a linguagem escrita ou verbal (apresentações das conclusões). Por questões técnicas e/ou timidez, para divulgar os resultados, alguns alunos preferiram gravar um vídeo e enviar no *WhatsApp* privado do professor (Figura 5.6).

**Figura 5.6** – Apresentação das hipóteses elaboradas na resolução da Atividade Investigativa: componentes e doenças do sistema sanguíneo.



Fonte: Pesquisa direta, 2021.

### Episódio 1 - Aplicação da AI: componentes e doenças do sistema sanguíneo.

Os movimentos epistêmicos referentes a aplicações das AI “Componentes e doenças do sistema sanguíneo”, concedidos pelos estudantes na promoção de tomada de decisão e posicionamentos críticos, culminou no surgimento de argumentações, escritas e/ou dialogadas por meio das ferramentas e plataformas digitais para a resolução de problemas.

**Quadro 5.1** – Transcrição das falas na elaboração das hipóteses e conclusões na AI: Componentes e doenças do sistema sanguíneo (itens 1 e 2).

Grupo/Aluno	Qual é a doença que acomete o paciente? Que fatores, agente etiológico e vetor contribuem para esse distúrbio?	Tipo de Aprendizagem	Validação da justificativa
G1	“Hemofilia. Fatores genéticos.”	A2, P3 e	Ajustada
	“O paciente sofre de hemofilia. Ocorre quando o sangue não coagula corretamente, o sangramento excessivo (externo e interno) ocorre após qualquer lesão ou danos.”	P9	Ajustada
A28	“Hemofilia. Consiste em distúrbio hereditário que resulta de mutações, deleções afetando o gene do fator VIII ou IX. Fatores estes que estão localizados no cromossomo X.”	A1 e P7	Ajustada
	Não fez alterações nas conclusões		

<b>G7</b>	<i>“Anemia falciforme. É um problema genético hereditário, causado por uma alteração na hemoglobina que modifica a membrana desta célula, que se rompe com mais facilidade, diminuindo o transporte de oxigênio aos órgãos.”</i>	A1, A2, P3	Ajustada
	<i>“Anemia falciforme. É uma doença hereditária (passa dos pais para os filhos) caracterizada pela alteração dos glóbulos vermelhos do sangue, tornando-os parecidos com uma foice, daí o nome falciforme. Essas células têm sua membrana alterada e rompem-se facilmente, causando anemia.”</i>	P2 e P9	Ajustada
<b>G2</b>	<i>“Dengue hemorrágica. O vetor é o mosquito Aedes Aegypti, que precisa de água parada se proliferar.”</i>	A2 e P3	Ajustada
	Não fez alterações nas conclusões		
<b>A12</b>	<i>“Leucemia. A origem desse câncer ainda é desconhecida. O que se sabe, é que certos fatores podem aumentar o risco de ele surgir. Substâncias químicas, como o benzeno, formaldeídos e agrotóxicos, cigarro, exposição excessiva à radiação, além de algumas síndromes e doenças hereditárias.”</i>	A2, P2 e P3	Ajustada
	Enviou atividade não correspondente		
<b>A16</b>	<i>“Leucemia. Não tem fatores etiológicos, porque a doença do paciente é hereditária, o seu vetor inanimado.”</i>	A2, P4, P5 e	Não Ajustada
	<i>“Anemia falciforme, onde as hemácias são deformadas, se assemelhando a foices ou meia lua, dificultando o transporte de oxigênio. Anemia falciforme é hereditária, assim ela não tem fatores etiológicos e o seu vetor é genético vindo de meus pais.”</i>	P9	P. Ajustada
<b>A20</b>	<i>“Anemia falciforme. É mais comum em etnias negras, e é um problema genético hereditário passado de mãe/pai para filho(a).”</i>	A3, P1 e P8	Ajustada
	Não enviou conclusões		
<b>G7</b>	<i>“Dengue Hemorrágica. Fator: A pluviosidade, as elevadas temperaturas, a introdução e/ou circulação de um ou mais tipos de vírus. Agente etiológico: um arbovírus do gênero Flavivírus, pertencente à família Flaviviridae. Vetor: Várias espécies de mosquitos do gênero Aedes podem servir como transmissores do vírus da dengue. No Brasil, duas delas estão hoje instaladas: Aedes aegypti e Aedes albopictus.”</i>	A2, A3 e P7	Ajustada
	Não fez alterações nas conclusões		
<b>G19</b>	<i>“Dengue. Doença transmitida por um vetor, para que a patologia seja passada de um ser para outro, é necessário um veículo de transmissão. Os mosquitos são importantes vetores, como é o caso do Aedes aegypti, que leva o vírus causador da dengue, Zika, febre amarela e Chikungunya.”</i>	A1, P1, P3 e P6	Ajustada
	Não fez alterações nas conclusões		

Fonte: Pesquisa direta, 2021.

A análise das argumentações contidas nesse episódio, demonstrou que todos os participantes se envolveram e exploraram de forma crítica e investigativa, ao



analisarem as informações contidas no problema e registrarem suas observações. Apenas o aluno **A16**, não conseguiu concluir a atividade de forma ajustada, pois ao relatar que a anemia falciforme não possui fatores etiológicos, embora tenha desenvolvido um modelo explicativo “o seu vetor é genético”, para explicar a causa da doença. A hipótese do estudante **A20** traz a informação que permitiu ressignificar a afirmação do **A16**, com a descrição “É mais comum em etnias negras” a qual promoveu a aprendizagem entre os pares no momento da divulgação dos resultados da pesquisa. Sasseron (2015) explica que o professor deve oportunizar a alfabetização científica continuamente, englobando novos saberes, permitindo entendimentos e evidenciando relações entre as ciências, a sociedade e as diferentes áreas de conhecimento.

**Quadro 5.2** – Transcrição das falas na elaboração das hipóteses e conclusões na Atividade Investigativa: Componentes e doenças do sistema sanguíneo (itens 5 e 6).

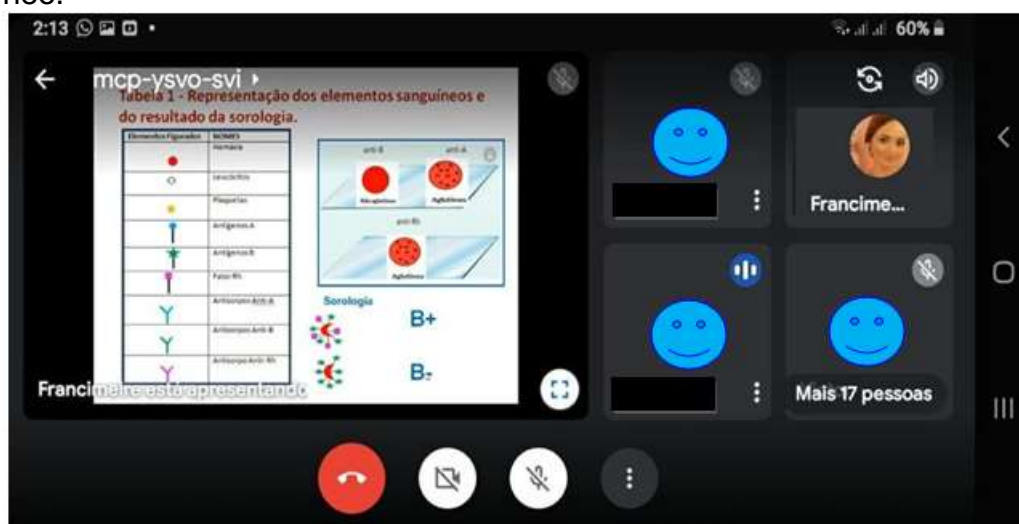
Grupo/ Aluno	Com base na “tipagem sanguínea”, qual o genótipo e o fenótipo do paciente em relação ao sistema sanguíneo ABO e Rh? Há algum integrante no grupo, com o fenótipo sanguíneo compatível ao do paciente? Justifique sua resposta.	Tipo de Aprendizagem	Validação da justificativa
<b>G1</b>	“Genótipo: AA ou Ai, Fenótipo: A <sup>+</sup> . Não se sabe, porque não sabemos os nossos tipos sanguíneos.”	A2 e P2	Não Ajustada
	“Genótipo: I <sup>A</sup> I <sup>A</sup> ou I <sup>A</sup> i, Fenótipo: A <sup>-</sup> . Se um dos integrantes tiver sangue tipo A <sup>-</sup> ou O <sup>-</sup> .”	P4	Ajustada
<b>A28</b>	“Rh positivo (Rh <sup>+</sup> ). Sangue A <sup>+</sup> é um dos tipos mais comuns e contém anticorpos do tipo B, também chamado de anti-B, só podendo receber sangue de pessoas do tipo A ou O. Não. Pois o outro paciente possui a tipo sanguíneo tipo O.”	A1 e P7	Ajustada
	Não fez alterações nas conclusões		
<b>G7</b>	“Genótipo I <sup>A</sup> i, fenótipo A. Não, não sabemos nosso tipo sanguíneo.”	A2, P2, P5 e	Não Ajustada
	“Genótipo: I <sup>B</sup> I <sup>B</sup> . Fenótipo RR. Não sabemos nosso tipo sanguíneo.”	P3	P. Ajustada
<b>G2</b>	“Sistema ABO: I <sup>A</sup> I <sup>B</sup> . Sistema Rh: DD ou Dd. Não sabemos nosso tipo sanguíneo.”	A2, P2 3 P3	Ajustada
	Não fez alterações nas conclusões		Ajustada
<b>A16</b>	“Genótipo I <sup>B</sup> I <sup>B</sup> /I <sup>B</sup> i e tipo fenótipo é B <sup>-</sup> . Não sei o meu tipo sanguíneo, mas os tipos B e O são compatíveis com o paciente.”	A2, P2, P5,	P. Ajustada
	“Genótipo I <sup>B</sup> I <sup>B</sup> /I <sup>B</sup> i e tipo fenótipo é B <sup>-</sup> . Não sei o meu tipo sanguíneo, mas os tipos B <sup>+</sup> , B <sup>-</sup> e O <sup>-</sup> são compatíveis com o paciente de fenótipo B <sup>-</sup> .”	P4 e P9	P. Ajustada
<b>G6</b>	“Fenótipo: AB, Genótipo I <sup>A</sup> I <sup>B</sup> . Não. Pois não sabemos nosso tipo sanguíneo.”	A1, A2, P2, P3,	P. Ajustada
	“Fenótipo AB Rh <sup>+</sup> , genótipo: I <sup>A</sup> I <sup>B</sup> , RR ou Rr. Não. Pois não sabemos nosso tipo sanguíneo. Porém independentemente	P4 e P9	Ajustada

	<i>de não termos conhecimento sobre nosso tipo sanguíneo, o paciente sendo AB<sup>+</sup> é receptor universal, sendo assim concluímos que poderíamos doar para o paciente descrito.”</i>		
<b>A20</b>	Hipóteses não enviadas		
	<i>“Fenótipo A, genótipo I<sup>A</sup>I<sup>A</sup> ou I<sup>A</sup>i. Sim. O paciente é portador do sangue A+, logo é compatível com um dos integrantes do grupo.”</i>	A1, P2 e P3	Não Ajustada.

Fonte: Pesquisa direta, 2021.

Ao Investigarmos as aprendizagens conceituais a partir dos procedimentos e atitudes requeridos na atividade, houve preocupação em perceber o grau de dificuldade relacionado ao entendimento dos conceitos de antígenos e anticorpos pelos educandos, evidenciados na aplicação do **T1** e, assim, promover a aprendizagem destes. Como era esperado, 75% dos participantes apresentaram dificuldades de raciocínios lógicos ao lidar com os referidos conceitos na elaboração das hipóteses. Apenas 25% dos alunos conseguiram, de forma colaborativa (grupos), obter justificativas ajustadas e autônomas, ao estruturarem os procedimentos em consonância com as aprendizagens conceituais requeridas na situação-problema apresentada (Figura 5.7).

**Figura 5.7** – Apresentações das hipóteses elaboradas pelos estudantes, participantes da Atividade Investigativa (AI): Componentes e doenças do sistema sanguíneo.



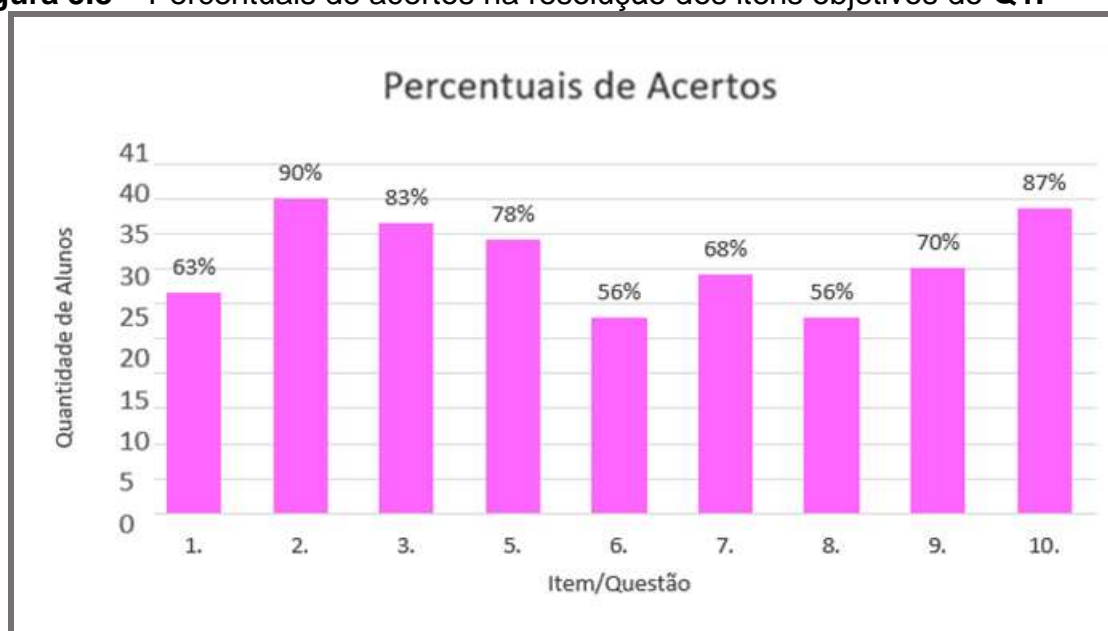
Fonte: Pesquisa direta, 2021.

As hipóteses dos integrantes do **G1**, **G6** e **G7** e do aluno **A20**, certificam tais dificuldades e abstração na compreensão da estrutura e processos moleculares

básicos para a aprendizagem do sistema sanguíneo ABO e Fator Rh. Desse modo, evidencia-se que o ensino desse conteúdo de Genética, requer o caráter interdisciplinar de variados conhecimentos das disciplinas: Biologia Celular, Imunologia, Anatomia e Histologia e que permeie procedimentos e atitudes facilitadores da aprendizagem significativa nos âmbitos conceitual, procedimental e atitudinal pelos discentes. Nossos resultados divergiram dos encontrados no trabalho de Miranda e Torres (2018), ainda que, similarmente à proposta dos referidos autores, a atividade tenha apresentado características investigativas, com participação ativa do educando mediada pelo professor, com vista à aprendizagem significativa. Na proposta realizada pelos autores citados, o percentual de acertos foi de 100%.

Após a socialização dos resultados obtidos na resolução dos problemas contemplados na **AI**, foi disponibilizado o *link* do **Q1**, no *WhatsApp* e no *chat* da sala do *Google Meet*, para avaliar a aprendizagem dos discentes frente às atividades desenvolvidas no ensino do Sistema ABO e Fator Rh de grupos sanguíneos da temática (Figura 5.8).

**Figura 5.8** – Percentuais de acertos na resolução dos itens objetivos do **Q1**.



Fonte: Pesquisa direta, 2021.

Na resolução do **Q1**, houve a participação de 41 alunos, desse modo, consideramos que a análise da amostra de participantes, evidenciou aprendizagem crescente no prosseguimento das atividades. Houve melhoria na aquisição de

conceitos até então, considerados fragilizados a partir da análise das concepções prévias, conforme verificado na aplicação do **T1**. Da mesma forma que em Kawshima; Silva e Moreira (2020), diversificar os conteúdos, visando promover discussões entre os pares, que os levem a refletir e criticar suas próprias ações enquanto agentes capazes de modificar uma realidade social, facilita o desenvolvimento de autonomia na tomada de decisões.

As justificativas relacionadas à questão 4 “Doar sangue traz risco à saúde do doador?” estão apresentadas no quadro 5.3.

**Quadro 5.3 – Respostas dos alunos ao item 4 do questionário diagnóstico Q1.**

<b>Aluno</b>	<b>Transcrição das justificativas</b>
A40	<i>“Procedimento é seguro, pois é realizado com materiais descartáveis, além disso, o doador será acompanhado por equipe treinada no hemocentro e hospital, para que não haja riscos”.</i>
A5	<i>“Não, pois doar sangue pode ajudar no bom funcionamento do sistema cardiovascular”.</i>
A27	<i>“Não, não existe nenhum risco de contrair doenças infecciosas doando sangue, tem todo um processo para qual o doador passa para ser liberado para doar.”</i>
A16	<i>“Não, pois todo o sangue doado é repostado pelo próprio organismo. (Não fazendo falta em um corpo saudável)”.</i>
A1	<i>“Antes da doação é avaliado como estar sua saúde antes e depois da doação não tem risco nenhum”.</i>
A3	<i>“A cada coleta, são retirados 450 ml de sangue, quantidade que o corpo recompõe em até 72 horas. Assim, não há riscos para o doador”.</i>
A11	<i>“Não, pois o sangue está sempre em constante renovação, dentro do organismo do ser humano está sempre sendo fabricado mais, e os processos de retirada do sangue são bem seguros e higiênicos”.</i>
A15	<i>“Não, é feito coleta e realizados testes para detectar doenças transmissíveis no sangue do doador. O procedimento é seguro”.</i>
A33	<i>“Não, pois é feito com total segurança, tanto para quem está doando, quanto para quem irá receber”.</i>
A8	<i>“Não! O doador será acompanhado por uma equipe especializada, onde sabem o quanto retirar com toda a higienização”.</i>

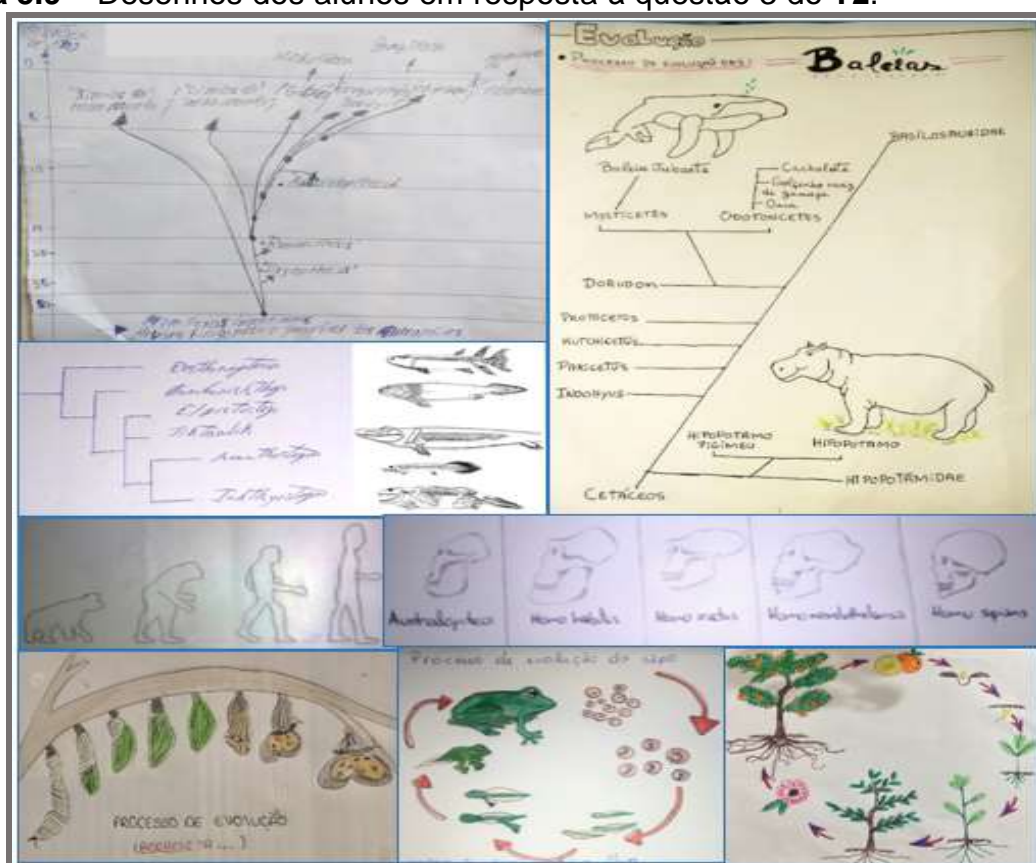
Fonte: Pesquisa direta, 2021.

A análise das respostas obtidas evidenciou que os discentes se mostraram esclarecidos sobre as regras e procedimentos realizados antes da coleta e na transfusão de sangue do doador para o receptor. Além disso, tais explicitações e espírito altruísta demonstrado pelos discentes, ao nomear o ato de doação de sangue, revela possibilidade de se comportarem como divulgadores dessa atitude de amor ao próximo (BARRETO; MORAES; CASTILHO, 2018).

## 5.2 Momento B – Tema: Evolução

Conforme citado na metodologia, inicialmente foi aplicado o questionário teste T2 (Apêndice F), composto por oito questões objetivas (1, 2, 5, 6, 7, 8, 9 e 10) e duas subjetivas (3 e 4), com a finalidade de analisar as concepções prévias dos estudantes. Os desenhos elaborados pelos estudantes em resposta ao item 3 “(...) *Represente através de desenho ou esquema em seu caderno, o processo de evolução de uma dada espécie de ser vivo*”, 68% destes fizeram alusão ao processo de desenvolvimento embrionário de plantas e a metamorfose de artrópodes (borboletas) e anfíbios (anuros) e apenas 32% referiram-se ao processo evolutivo, construindo árvores filogenéticas (Figura 5.9).

**Figura 5.9** – Desenhos dos alunos em resposta à questão 3 do T2.



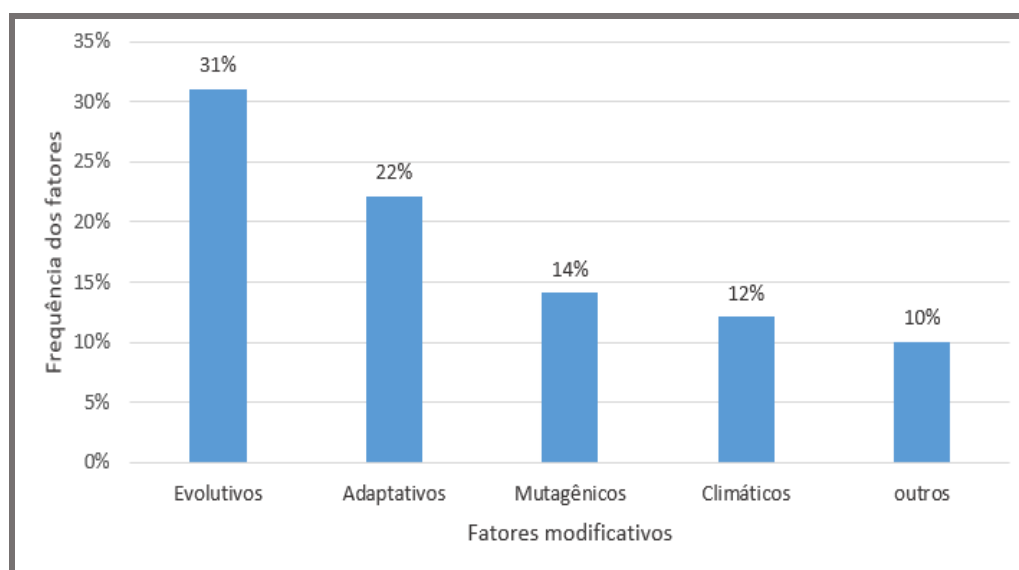
Fonte: Pesquisa direta, 2021.

Os desenhos elaborados pelos educandos, possibilitou apresentar o método filogenético, mediando-os com a abordagem investigativa e, desse modo, aproximá-

los da epistemologia e prática científica, promovendo a superação das dificuldades apresentadas na construção dos referidos desenhos. Do mesmo modo, em Bezerra et al. (2020), tais complicações foram evidenciadas pelos discentes ao associarem de forma equivocada o processo evolutivo com os termos: melhoria, progresso ou complexidade.

Categorizamos as explicações reportadas ao item 4 “Os estudos dos fósseis comprovam que vários seres que viveram na Terra há muito tempo atrás são diferentes dos seres atuais. Que fator pode ter ocorrido ocasionando tais mudanças?” e apresentamos os percentuais dos fatores mais frequentes atribuídos pelos estudantes à tais diferenças entre os seres que viveram no passado e os atuais (Figura 5.10).

**Figura 5.10** – Respostas dos alunos à questão 4 do teste diagnóstico T2.

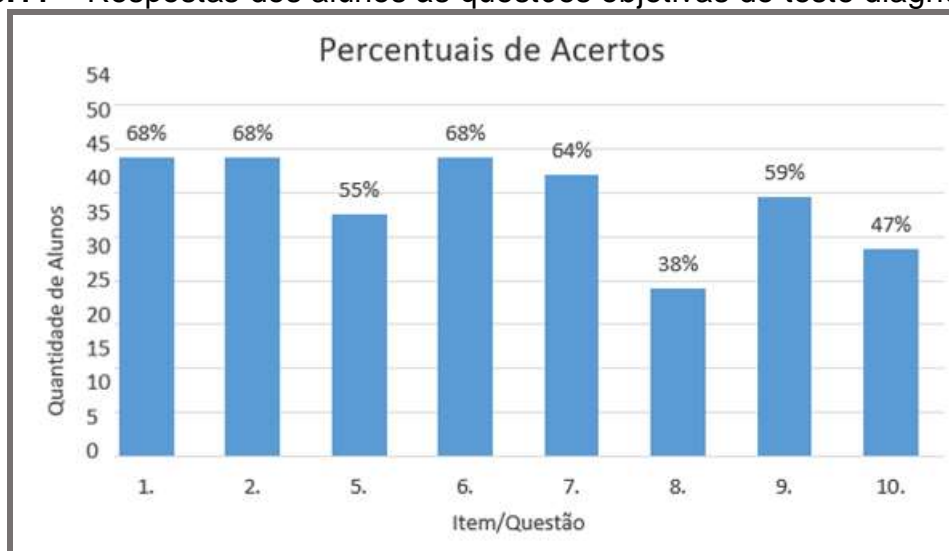


Fonte: Pesquisa direta, 2021.

A análise dos fatores mais frequentes (Evolutivos, Adaptativos e Mutagênicos) concedidos pelos discentes para justificar a ocorrência de mudanças nos seres vivos que viveram em tempos remotos e nos dias atuais, apresentados acima, revela entendimento dos princípios evolutivos responsáveis pelo surgimento de novas espécies, a partir de alterações na composição genética de uma população. “O poder da evolução como teoria unificadora é a sua habilidade em explicar e conectar a vasta gama de observações do mundo vivo” (REECE et al., 2015).

Os percentuais de acertos dos questionamentos objetivos do **T2** estão apresentados na figura 5.11.

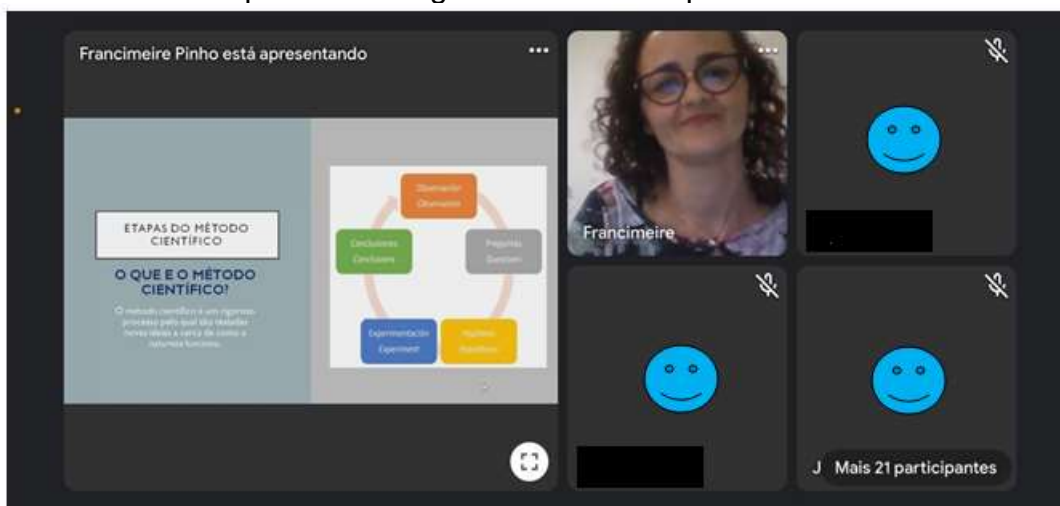
**Figura 5.11** – Respostas dos alunos às questões objetivas do teste diagnóstico **T2**.



Fonte: Pesquisa direta, 2021.

A partir da análise do **T2**, constatou-se que os alunos apresentavam subsunçores facilitadores na compreensão do novo conteúdo a ser apresentado, tendo em vista tratar o conceito de especiação de forma cuidadosa, a fim de superar as dificuldades expressas pelos percentuais alcançados na resolução dos itens 8 (38%) e 10 (47%) e, desse modo, permitindo-nos prosseguir a aula, apresentando de forma dialogada as principais etapas do método científico (Figura 5.12)e, em seguida, iniciamos a aplicação da **AI**.

**Figura 5.12** – Aula expositiva dialogada sobre as etapas do método científico.



Fonte: Pesquisa direta, 2021.

Objetivou-se com a aula conhecer as concepções espontâneas dos estudantes acerca das principais características de uma pesquisa, retomando esse conteúdo visto na 1ª série do EM. Os conhecimentos científicos utilizados pelos alunos como ferramenta na solução de problemas estimularam a tomada de decisões na busca de novos saberes.

### **Episódio 1 - AI: Um estudo de caso em pesquisa científica: investigando a seleção natural em populações de camudongos e borboletas.**

A análise das elaborações das hipóteses e conclusões, concedidas pelos estudantes na resolução da atividade, foram organizadas e categorizadas em quadros (Quadros 5.4, quadro 5.5, quadro 5.6, quadro 5.7 e quadro 5.8), as quais trazem as transcrições dos discursos dos discentes na resolução dos itens 1 a 7, apresentadas nas situações problemas A e B.

#### **Quadro 5.4 – Transcrição das falas na elaboração das hipóteses e conclusões na Atividade Investigativa: Um estudo de caso em pesquisa científica: investigando a seleção natural em populações de camudongos e borboletas (item 1).**

<b>Grupo/ Aluno</b>	<b>A que se atribui essa variação no padrão de coloração desses animais?</b>	<b>Tipo de Aprendizagem</b>	<b>Validação da justificativa</b>
<b>G1</b>	<i>“Os animais foram trocados de região, assim eles têm que se adaptar à nova região para escapar dos predadores.”</i>	A2, P3,	Não Ajustada
	<i>“A coloração corresponde ao habitat em que os animais vivem, adquirindo com o processo evolutivo a camuflagem adequada para a região.”</i>	A1, P2, P7 e P9	Ajustada
<b>G5</b>	<i>“Essa variação de coloração está presente no DNA do animal. É a sua carga genética passada de pai para filho. Assim, a coloração é determinada pelo genótipo do animal e expressa pelo fenótipo da espécie.”</i>	A2, P2 e P5	Ajustada
	<i>“Atribui-se a adaptação ao ambiente onde a espécie vive para se camuflar de predadores que habitam o mesmo ambiente. Por isso tem camudongos com alelos diferentes.”</i>	A1, P7 e P9	Ajustada
<b>G6</b>	<i>“Apesar de ambos ser pertencentes a mesma espécie, sua coloração varia conforme a localização geográfica que se encontram. Desta forma explica-se que camudongos em áreas costeiras se obtém coloração claras ou brancas. Enquanto em áreas continentais, coloração mais escuras.”</i>	A2, P1, P2 e P6	Ajustada
	Não fez alterações nas conclusões		Ajustada
<b>A20</b>	<i>“É atribuída a quantidade de melanina presente em cada população e o fornecimento de camuflagem.”</i>	P1, P5	P. Ajustada



	Não fez alterações nas conclusões		
<b>A21</b>	<i>“Essa variação se deve a cada habitat que cada animal vive, que foi adquirido pelo processo evolutivo. Essa coloração serve como camuflagem em seus ambientes nativos, sendo assim eles acabam se protegendo de predadores.”</i>	A1, P2 e P7	Ajustada
	Não fez alterações nas conclusões		
<b>A28</b>	<i>“A cor em animais possui vários propósitos, como a evasão de predadores. Anfíbios apresentam uma variedade de padrões de coloração corporal.”</i>	P1 e P3	Ajustada
	Não fez alterações nas conclusões		
<b>A30</b>	<i>“A necessidade de camuflagem, variando de acordo com as cores do ambiente habitado.”</i>	P2 e P3	Ajustada
	Não fez alterações nas conclusões		

Fonte: Pesquisa direta, 2021.

Na análise dos discursos supracitados, percebemos as aprendizagens atitudinais e procedimentais que se apoiaram nos movimentos epistêmicos concedidos pelos alunos do **G5** e **G6**, **A21**, **A28** e **A30**, totalizando 68,4% de hipóteses ajustadas e 31,6% não assertivas. Os estudantes, ao analisarem os dados do problema, conseguiram formular previsões e registrar observações aplicando e estabelecendo conceitos biológicos. Apenas o discente **A20** não conseguiu explicar o padrão de coloração dos camundongos de forma totalmente ajustada, pois não estabeleceu relação ao conceito de seleção natural, ao negligenciar no discurso o processo de adaptação das espécies ao ambiente, como bem expôs o **A21** e demais participantes.

**Quadro 5.5** – Transcrição das falas na elaboração das hipóteses e conclusões na Atividade Investigativa: Um estudo de caso em pesquisa científica: investigando a seleção natural em populações de camundongos e borboletas (item 3).

Grupo/Aluno	Você concorda com a afirmação de que a evolução é sustentada por uma quantidade expressiva de evidências científicas? Explique.	Tipo de Aprendizagem	Validação da justificativa
<b>G1</b>	<i>“Sim, porque os fósseis nos revelam muito sobre o passado.”</i>	A1, A2 e P2	Ajustada
	<i>“Sim, porque os fósseis nos trazem revelações imensas dos processos evolutivos.”</i>	P6	Ajustada
<b>G5</b>	<i>“Sim. Porque reúne várias séries de evidências [...] como registros de fósseis que é uma prova do que nosso planeta já abrigou espécies diferentes das que vivem hoje.”</i>	A2, P2 e P3	Ajustada
	<i>“Sim. Porque a evolução reúne uma série de evidências e provas que a faz ser irrefutável. [...] O registro fóssil é uma prova da evolução dos seres vivos.”</i>	P6	Ajustada

<b>G8</b>	<i>“Sim. No mundo científico as hipóteses são elaboradas como respostas. A teoria da evolução reúne uma série de evidências e provas que a fez ser irrefutável até o presente momento.”</i>	A1, A2, P2 e P6	Ajustada
	Não fez alterações nas conclusões		
<b>A16</b>	<i>“Sim. A evolução ocorre de acordo com um desenvolvimento maior de uma determinada espécie geneticamente.”</i>	A1, P1, P5 e	Não Ajustada
	<i>“Sim. A evolução ocorre de acordo com um desenvolvimento maior de uma determinada espécie geneticamente em relação ao ambiente.”</i>	P2	Não Ajustada
<b>A20</b>	<i>“Sim. Existem inúmeros estudos que mostram toda a evolução, ou seja: a sustentação da evolução é justamente os estudos científicos.”</i>	A1, P2 e P3	Ajustada
	Não fez alterações nas conclusões		
<b>A21</b>	<i>“Sim, os fósseis e a anatomia, a bioquímica e a embriologia evidenciam o processo de evolução.”</i>	A1 e P3	Ajustada
	Não fez alterações nas conclusões		
<b>A28</b>	<i>“Não, pois eu acredito no criacionismo. Ou seja, que Deus criou todos os seres vivos plantas, o mundo e qualquer coisa na terra.”</i>	A1, P3 e P8	Não Ajustada
	Não fez alterações nas conclusões		
<b>A30</b>	<i>“Sim, pois existe uma grande variedade de provas da existência da evolução, como fósseis, semelhanças anatômicas e etc.”</i>	A1, P2 e P3	Ajustada
	Não fez alterações nas conclusões		

Fonte: Pesquisa direta, 2021.

Entendemos que os alunos demonstraram na elaboração de suas hipóteses e conclusões, posicionamentos críticos ao realizarem inferências, estabelecendo relação dos conhecimentos adquiridos na escola e vivências de mundo. O discurso do **G5**, traz o termo “inferência” que é próprio da ciência, o qual pode evidenciar maior apropriação da nomenclatura científica. Todos os alunos, com exceção do **A21**, concordaram com a afirmação de que a evolução é sustentada por uma quantidade expressiva de evidências científicas. Como constatou Júnior et al. (2020), ensinar diversidade biológica com qualidade, não é o bastante para promover tomada de decisões, visto que, pode sofrer influências de práticas religiosas exercidas pelos discentes. Nesse sentido, Nascimento e Almeida (2019) esclarecem que a função do docente não é doutrinar, mas mediar o conhecimento científico, possibilitando coexistir com as ideias religiosas.

**Quadro 5.6.** Transcrição das falas na elaboração das hipóteses e conclusões na Atividade Investigativa: Um estudo de caso em pesquisa científica: investigando a seleção natural em populações de camudongos e borboletas (item 4).

Grupo/ Aluno	O processo evolutivo ao longo de gerações atua na população ou nos indivíduos que a compõem? Explique como isso acontece.	Tipo de Aprendizagem	Validação da justificativa
G1	<i>“Nos indivíduos, pois se um se desloca da população para outra área, ele tem que se adaptar aquele novo lugar para sobreviver.”</i>	A2, P5,	P. Ajustada
	<i>“População. Ocorre alterações na frequência dos alelos ao logos do tempo.”</i>	P6, P7 e P9	Ajustada
G5	<i>“Nos indivíduos. Visa gerar maior adaptação, modificação ao longo do tempo em determinadas espécies do ambiente, causando especiação.”</i>	A2, P5,	Não Ajustada
	<i>“O processo evolutivo ao longo do tempo, age geneticamente, levando a mudanças das características hereditárias de uma população de seres vivos, de uma geração para outra.”</i>	P6 e P9	Ajustada
G6	<i>“Na população (conjunto de indivíduos da mesma espécie) compartilha, entre seus membros, um conjunto gênico ou um fundo genético comum que, logicamente é separado de conjuntos gênicos de outras espécies. Porém, este conjunto gênico não se encontra estacionário, parado, sem sofrer alterações.”</i>	A2, A3, P2 e P7	Ajustada
	Não fez alterações nas conclusões		
A16	<i>“Nos indivíduos que a compõe. Passando as gerações cada indivíduo vai ser modificando a favor do ambiente que vive aos poucos e em um determinado tempo a população que conseguiu alcançar um “padrão” melhor, se sobressair dos outros indivíduos que não acompanharam.”</i>	A1, P3,	Não Ajustada
	<i>“Nos indivíduos que a compõe. Passando as gerações cada indivíduo vai se modificando a favor do ambiente que vive aos poucos, e em um determinado tempo a população que conseguiu alcançar um “padrão” melhor, se sobressair dos outros indivíduos que não acompanharam na seleção natural.”</i>	P4 e P7	Não Ajustada
A20	<i>“No indivíduo. Porque indivíduos com maior adaptação e características mais vantajosas têm melhor desempenho na reprodução.”</i>	A3, P3 e P4	P. Ajustada
	Não fez alterações nas conclusões		
A21	<i>“Atua na população, pois mudanças evolutivas ultrapassam o tempo de vida de um único ser vivo.”</i>	A1, P3 e P5	Ajustada
	Não fez alterações nas conclusões		
A30	<i>“Na população, pois são características que ocorrem ao longo do tempo.”</i>	A1 e P3	Ajustada
	Não fez alterações nas conclusões		Não Ajustada

Fonte: Pesquisa direta, 2021.

Na resolução desse questionamento, apenas o **G6**, **A21** e **A30** demonstram na elaboração de suas hipótese a compreensão da ocorrência do processo evolutivo ao longo das gerações. O **G1** e **G5** mudaram de opinião no desenvolvimento de suas conclusões e, desse modo, evidenciamos crescente aprendizagens atitudinal e procedimental. Já o aluno **A16**, embora tenha conseguido estruturar ideias relacionadas ao conteúdo abordado, deixa claro a dificuldade no uso do conceito de seleção natural, no qual ele mesmo acrescenta ao concluir a atividade. Tendo em vista que a evolução é concebida como eixo articulador de todo o conteúdo biológico, compreendê-la é importante, não apenas para os cientistas e os pesquisadores das ciências biológicas, mas também para o cidadão no seu cotidiano (SCHEIFELE; CORAZZA; JUSTINA, 2020).

**Quadro 5.7 –** Transcrição das falas na elaboração das hipóteses e conclusões na Atividade Investigativa: Um estudo de caso em pesquisa científica: investigando a seleção natural em populações de camudongos e borboletas (item 5).

Grupo/ Aluno	Mutação é a modificação na sequência de bases do DNA. Quais mutações estão relacionadas ao processo evolutivo das espécies e quando pode ser vantajosa?	Tipo de Aprendizagem	Validação da justificativa
<b>G1</b>	<i>“As mudanças ocorrem para que o ser se adapte ao novo ambiente que foi inserido, ajudando-o a se esconder de predadores e conseguir novos alimentos.”</i>	A2, P5,	Não Ajustada.
	<i>“Mutações ocorridas nas células germinativas, pois são transferidas aos descendentes.”</i>	P4 e P9	Ajustada
<b>G5</b>	<i>“[...] As mutações que afetam as células reprodutivas, podem ser transmitidas de gerações a gerações, trazendo um grande avanço para o mundo.”</i>		P. Ajustada
	<i>“As mutações são consideradas um ponto importante para o processo de evolução dos seres vivos. Essas mutações estão presente no DNA, possui as características hereditárias [...]. A evolução pode ser definida como qualquer alteração no número de genes ou na frequência dos alelos de uma população ao longo das gerações. Mutações em genes podem produzir características novas ou alterar as que já existiam.”</i>	A3, P2 e P7	P. Ajustada
<b>G6</b>	<i>“As mutações nas células germinativas. Nas mutações gênicas - exemplo: uma coloração de pele diferente, gerada por mutação gênica em alguns indivíduos de uma população qualquer, pode se tornar vantajosa se ocorrerem mudanças ambientais. Se isso ocorrer, esses indivíduos terão vantagem na sobrevivência e na reprodução.”</i>	A2, A3, P4 e P6	Ajustada
	Não fez alterações nas conclusões		
<b>G8</b>	<i>“As novas moléculas de DNA formadas no processo de duplicação são cópias idênticas das moléculas que lhes deram origem e, portanto, suas informações genéticas são</i>	A2, P1 e P3	P. Ajustada

	<i>transmitidas para as células-filhas formadas.”</i>		
	Não fez alterações nas conclusões		
<b>A16</b>	<i>“Mutações que estão ligadas a resistência da espécie são vantajosas, como a capacidade de sobrevivência, tendo melhor adaptação do local, dos alimentos fornecidos e capacidade de se proteger dos predadores.”</i>	A3, P1 e P3	P. Ajustada
	Não fez alterações nas conclusões		
<b>A20</b>	<i>“As mutações são as doenças dos genes e dos cromossomos. podem ser vantajosas por haver uma maior variabilidade genética.”</i>	A3, P2 e P4	P. Ajustada
	Não fez alterações nas conclusões		
<b>A21</b>	<i>“Quando ocorrem mutações nas células germinativas, pois são transferidas aos descendentes. Favorece a sobrevivência e a capacidade de reprodução do indivíduo.”</i>	A1, P3 e P7	Ajustada
	Não fez alterações nas conclusões		
<b>A28</b>	<i>A mutação é uma mudança no DNA que pode ser benéfica ou não para o organismo ou ainda não causar nenhum dano ou vantagem.”</i>	A1, P1 e P7	P. Ajustada
	Não fez alterações nas conclusões		
<b>A30</b>	<i>“Mutações moleculares, cromossômicas e outras. Mutações garantem uma variabilidade genética, ampliando a capacidade de as espécies lidarem com mudanças ambientais.”</i>	A1, P1 e P7	P. Ajustada
	Não fez alterações nas conclusões		

Fonte: Pesquisa direta, 2021.

Para solucionar esse problema, os alunos trabalharam de forma colaborativa, tiveram posicionamentos críticos, criaram modelos explicativos para as mutações como, por exemplo, **A20** denomina mutações como “doenças dos genes” e realizaram inferências que demonstraram entendimento do conceito e aplicação do termo mutação. O **G5**, **G8**, **A16**, **A20**, **A28** e **A30**, embora tenham obtido validação parcialmente ajustada na elaboração de suas hipóteses e/ou conclusões, revelaram compreensão do conceito de mutação, pois não há incorreções em suas falas, contudo, não responderam ao questionamento proposto. Compreender a relevância epistemológica do conhecimento evolutivo na unificação e articulação dos saberes biológicos, contribuiu para que os estudantes entendessem a natureza desta ciência e o seu objeto de estudo nos demais temas abordados (SCHEIFELE; CORAZZA; JUSTINA, 2020).

**Quadro 5.8** – Transcrição das falas na elaboração das hipóteses e conclusões na Atividade Investigativa: Um “Estudo de caso em pesquisa científica: investigando a seleção natural em populações de camudongos e borboletas” (item 6).

Grupo/ Aluno	Diante dos resultados representados nos gráficos da figura 2, descreva a predição feita por <i>Hopi Hoekstra</i> e	Tipo de	Validação da
-----------------	--	---------	--------------

	<b>seus colaboradores ao elaborarem esse experimento de campo. Que mecanismo adaptativo é observado na seleção natural dessa espécie de camundongo?</b>	<b>Aprendizagem</b>	<b>justificativa</b>
<b>G1</b>	<i>“O gráfico mostra que a predação no “o modelo branco” tem uma porcentagem de 25% na praia e o modelo escuro tem 75% e esse número se altera quando o habitat é continental. Essa espécie muda suas características conforme o ambiente, perpetuando os organismos mais aptos a sobreviver em determinado local.”</i>	A2, P2, P5,	P. Ajustada
	<i>“Camundongos com coloração diferente ao seu habitat sofreriam maior predação, por não conseguirem se camuflar. A camuflagem.”</i>	A3 e P7	Ajustada
<b>G2</b>	<i>“Camundongos mais claros em ambientes mais escuros, ou vice-versa, serão presas fáceis. Mecanismos de coloração dos camundongos, adaptando-se assim, para sobreviver no ambiente em cada um vive.”</i>	A2, P2, P3 e	Ajustada
	<i>“A frequência de predação nos modelos camuflados é menor. A cor do pelo que pode ser tanto escura como clara, dependendo do habitat em que vive.”</i>	P6	Ajustada
<b>G6</b>	<i>“De acordo com os resultados, a predição é que, ao trocar seu habitat natural, haverá maior porcentagem de modelos de camundongos atacados. A coloração da pelagem é muito parecida à cor do solo da região em que se encontram facilitando sua camuflagem.”</i>	A2, A3, P2, P3 e P7	Ajustada
	Não fez alterações nas conclusões		
<b>G8</b>	<i>“O elemento adaptativo é a cor do rato. Tamanho, habilidades, camuflagem etc.”</i>	A2, P2 e P7	Ajustada
	Não fez alterações nas conclusões		
<b>A16</b>	<i>“Os modelos de ratos brancos 25% sofreram ataques quando estavam no ambiente de praia e 50% no continente, o inverso aconteceu com os modelos escuros 50% ataques na praia e 25% no continente. Sua capacidade de camuflagem.”</i>	A3, P2, P3 e P7	Ajustada
	Não fez alterações nas conclusões		
<b>A20</b>	<i>“[...] A cor de cada animal influenciou para que eles pudessem se camuflar no ambiente, e o de cor diferente ao ambiente, o mais visível, acabou sendo o mais atacado e exposto. Podemos ver que é o de camuflagem, a partir do momento em que fica óbvio, que quanto mais semelhante a pele do animal com a natureza, mais fácil será para ele se proteger dos predadores, pois ficará menos visível.”</i>	A3, P2, P6 e P7	Ajustada
	Não fez alterações nas conclusões		
<b>A21</b>	<i>“Camundongos com a coloração que não se assemelham ao seu habitat sofreram predação com maior facilidade do que os nativos e bem camuflados. A camuflagem por seleção natural.”</i>	A1, P2 e P7	Ajustada
	Não fez alterações nas conclusões		
	<i>“Os resultados são consistentes com previsão dos</i>	A1, P2, P4 e	Ajustada

<b>A28</b>	<i>pesquisadores, modelos de camundongo com coloração de camuflagem sofreriam predação com menor frequência do que os modelos dos camundongos não camuflados. Portanto, o experimento sustenta a hipótese de camuflagem.”</i>	P6	
	Não fez alterações nas conclusões		
<b>A30</b>	<i>“Hopi Hoekstra explorou a capacidade de camuflagem das espécies de camundongos, e como essa habilidade se torna praticamente obsoleta quando posta em ambientes não compatíveis. A camuflagem.”</i>	A1, P2 e P7	Ajustada
	Não fez alterações nas conclusões		

Fonte: Pesquisa direta, 2021.

Os alunos demonstraram capacidade crítica na compreensão dos conceitos requeridos, e conseguiram elaborar inferências, apoiando-se nos dados (gráficos e informações) apresentados na questão. Os conceitos de seleção natural, já previamente estabelecidos pelos discentes, ajudaram na resolução do problema e contribuíram para obtenção das aprendizagens atitudinal e procedimental, ao realizarem interpretações, estruturarem hipóteses e conclusões, a partir de raciocínios e estabelecimento de relações conceituais.

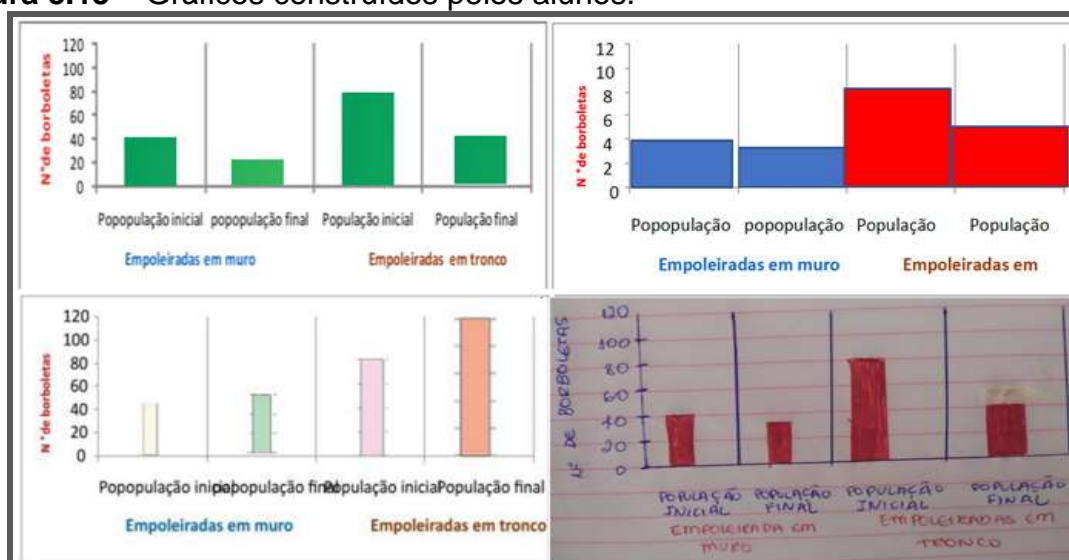
Os estudantes utilizaram o conceito de camuflagem em seus discursos, confirmando a aprendizagem acerca da compreensão sobre a seleção natural na adaptação e surgimento de novas espécies. A pesquisa seguiu os preceitos indicados no estudo de Ceschim, Oliveira e Caldeira (2016), visto que permitiu, a partir da resolução de questões problemas, apresentar os pressupostos evolutivos consolidados pelas Teorias Darwinista e Neodarwinista, princípios cruciais para abordar a referida temática e, assim, promover a aprendizagem conceitual de seleção natural concomitantemente com dimensão genética.

Na análise dos resultados das hipóteses e conclusões referentes ao **PC**, observou-se que, no que tange ao item 8, todos os discentes conseguiram solucionar/explicar de forma exitosa, a partir de inferências sobre as informações apresentadas, denotando aprendizagens atitudinal e procedimental.

No item 9, foi solicitado aos alunos a confecção de gráfico com barras, para representar a população inicial e final de borboletas, conforme a interpretação dos dados da questão. Desse modo, o problema requisitou dos alunos atitudes de posicionamento crítico e investigativo, perante a situação-problema, para elaboração de gráficos. A interpretação dos dados nos gráficos construídos pelos estudantes

(Figura 5.13), categorizadas como ajustadas ao modelo de Toulmin, foi de 58%, 26% não executaram a atividade e 16% não obtiveram êxito na resolução do problema.

**Figura 5.13** – Gráficos construídos pelos alunos.

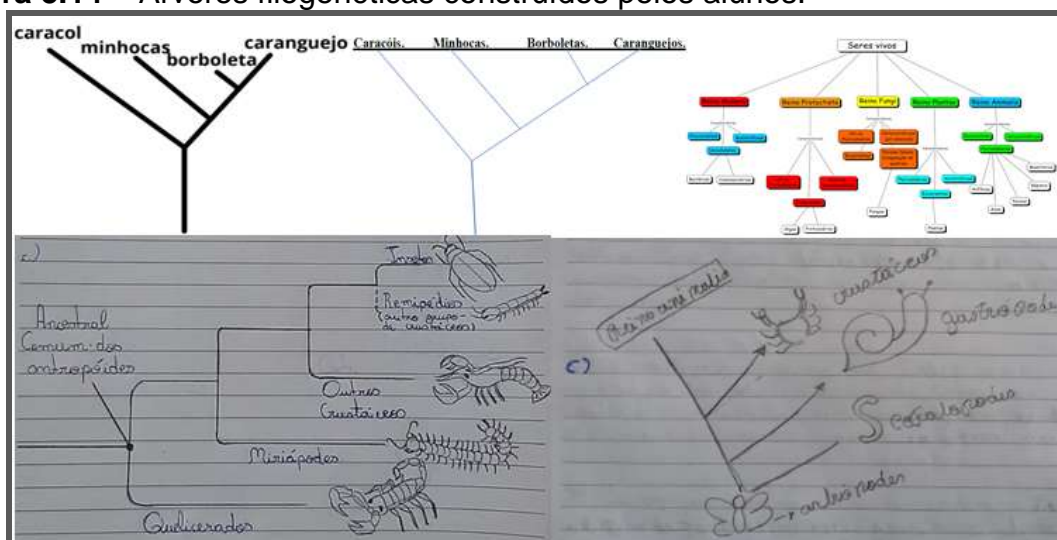


Fonte: Pesquisa direta, 2021.

A elaboração das hipóteses/conclusões relativas ao item 10, solicitou dos estudantes o trabalho com método filogenético e, desse modo, os aproximou da epistemologia e prática científica. Ao solucionar o problema, 23,5% dos discentes construíram árvores filogenéticas (Figura 5.14), demonstrando noção sobre a 'evolução ramificada' não linear, conforme preconizado na *Scala Naturae* de Aristóteles. Já 41,1% participantes, não elaboraram hipóteses/conclusões e 35,2% não representaram o grau de parentesco (ancestralidade) entre as espécies. Santos e Calor (2007), sugerem que ao trabalharmos com a construção de esquemas com sobreposições de linhagens ao longo do tempo, devemos partir de conceitos e estudos evolutivos.



**Figura 5.14** – Árvores filogenéticas construídos pelos alunos.



Fonte: Pesquisa direta, 2021.

Resultados como os apresentados nesta pesquisa, podem ser promovidos, conforme reitera Santos e Calor (2007), ao abordar as relações filogenéticas entre os estudantes e seus descendentes, o professor auxiliará na compreensão da estrutura genealógica da natureza, bem como exibirá a existência de variações dentro das populações.

Ao final da aplicação, foi realizada uma aula expositiva sobre as primeiras teorias da evolução dos seres vivos. Objetivando-se a aprendizagem significativa e elucidação de dúvidas acerca do tema (Figura 5.15).

**Figura 5.15** – Aula expositiva dialogada sobre as teorias evolutivas.

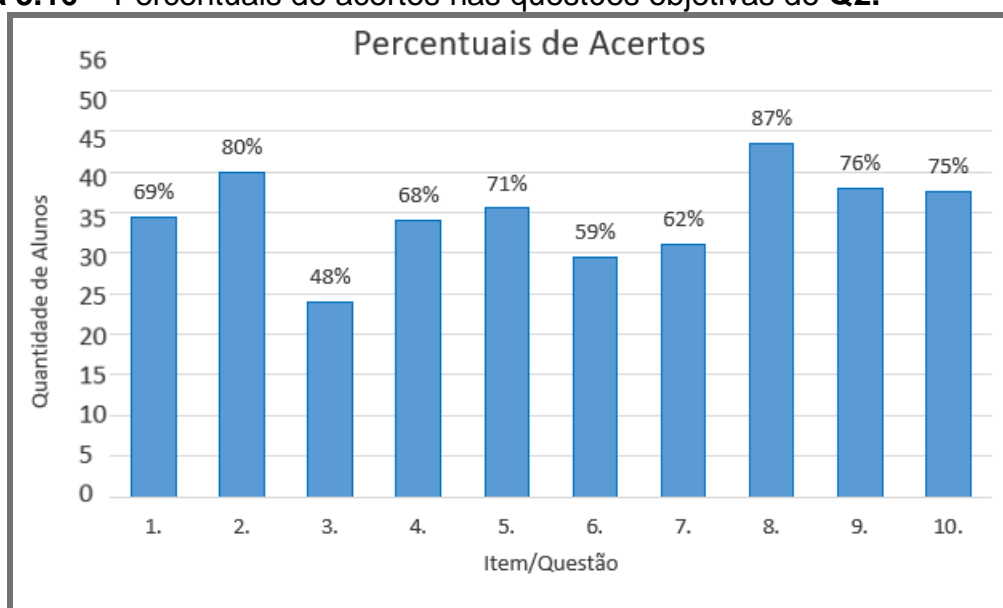


Fonte: Pesquisa direta, 2021.

Apresentou-se aos discentes, na aula 3, o conteúdo de forma não acabada e participativa, partindo-se dos conceitos abrangentes e inclusivos para conceitos mais específicos, passando pelos conteúdos intermediários, com revisões cíclicas dos conceitos abordados, que culminaram na aprendizagem significativa, pois exigiu do aprendiz postura ativa e atividade cognitiva (Figura 5.15).

Por fim, na aula 4, foi realizada a socialização dos resultados obtidos na resolução dos problemas contemplados no tema desenvolvido. Concluímos com o compartilhamento a partir do aplicativo *WhatsApp* do **Q2**, para avaliar a aprendizagem dos discentes sobre o conteúdo abordado nessa **AI**. Os percentuais obtidos na análise qualitativa das respostas emitidas pelos discentes na resolução das questões objetivas do **Q2**, são apresentados na figura 5.16.

**Figura 5.16** – Percentuais de acertos nas questões objetivas do **Q2**.



Fonte: Pesquisa direta, 2021.

Podemos perceber, a partir da análise dos resultados obtidos no item 3 e item 6, certa resistência e/ou dificuldade na compreensão do modelo de evolução por seleção natural (Darwinista), onde as mudanças ocorrem a nível de população, contrapondo-se ao que defendia Lamarck. Isto é, o processo evolutivo supera o período de vida de apenas um indivíduo.

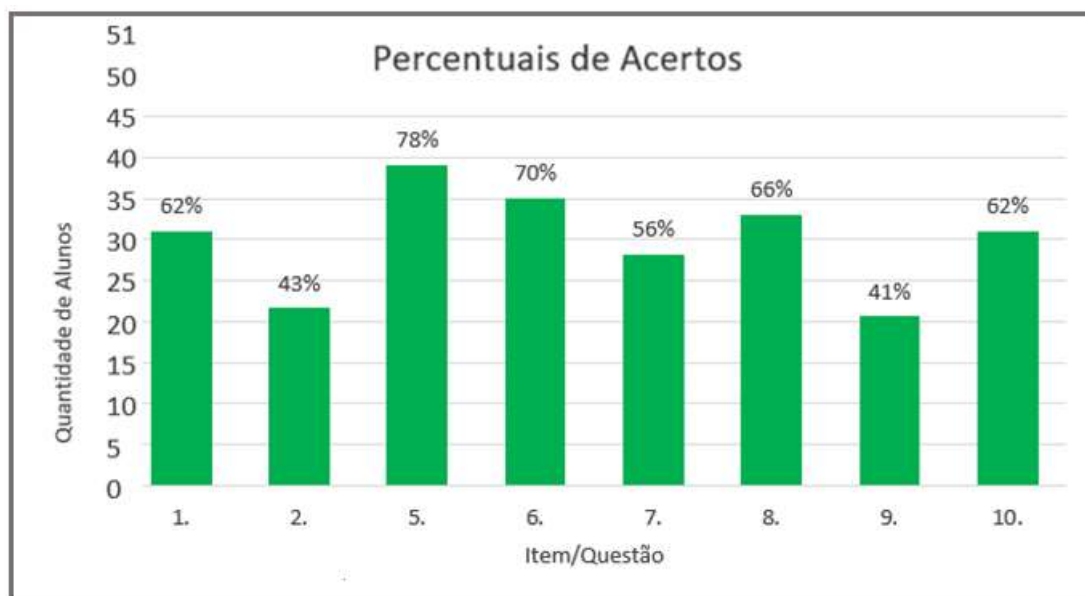
Esses resultados podem estar relacionados à deficiência na explicação da Teoria da Evolução por parte dos docentes no Ensino Fundamental, especialmente por ideias equivocadas, disseminadas há décadas pelos livros, meios de

comunicação e até mesmo por alguns professores e pesquisadores, acerca do tema (OLIVEIRA; MENEZES; DUARTE, 2017), sobretudo, ao apresentar conceitos pertinentes aos conhecimentos históricos e técnicos da Biologia Evolutiva de forma incompleta, inapropriada e obscura (COUTINHO; SANTOS; MATINS, 2012).

### 5.3 Momento C – Tema: Ecologia

Ao analisar os itens objetivos e subjetivos do **T3**, constatou-se que os alunos apresentavam dificuldade no entendimento dos conceitos de cadeia alimentar (Item objetivo 2 e subjetivo 3) e fluxo de energia nos ecossistemas (Item objetivo 9) (Figura 5.16).

**Figura 5.17** – Respostas dos alunos referentes aos itens objetivos do questionário teste **T3**.























Fonte: Pesquisa direta, 2021.

Análise das respostas obtidas no item subjetivo 3 “(...). *Exemplifique criativamente no retângulo abaixo, uma sequência que você considera importante para a nossa sobrevivência na Terra. Identifique cada um dos componentes dessa sequência*”. Os discentes utilizaram ideogramas *emojis* para construir cadeias alimentares, dentre os quais, 43% destes, elaboraram com incorreções ou não resolveram a questão e 57% conseguiram criar a sequência de seres vivos de modo assertivo (Quadro 5.9). A **AI** apresenta aos alunos, contempla situações e modelo conceitual diversificados para abordar fenômeno em questão, contribuindo desse

modo para a aprendizagem do referido conceito (ALMEIDA; LIMA; PEREIRA, 2019). Conforme a análise realizada em sua pesquisa, os autores supracitados, evidenciaram dificuldades na apresentação do conceito de cadeia alimentar pelo professor e por conseguinte, incompreensão do modelo de cadeia alimentar por parte dos estudantes em virtude da ausência de discussão sobre ecossistema e fluxo de energia.

**Quadro 5.9 – Respostas dos alunos ao item 3 do questionário teste T3.**

Alunos	Transcrição das respostas
A21	“  →  →  →  →  →  - Produtor, consumidor primário, consumidor secundário, consumidor terciário, consumidor quaternário e decompositores.”
A42	“  →  →  →  →  Produtor, C 1°, C2°, C3°, C4° e decompositor.”
A6	“  ->  ->  ->  - Cacto produtor, mosquito c. primário, mosca c. secundário e cobra terciário.”
A31	“  SOON →  SOON →  SOON →  SOON →  - Produtor, c 1°, C2°, C3° e decompositor.”
A5	“Planta -> Animal -> Homem. logo, o homem se alimenta do animal, que se alimenta da planta, e ela, depende da fotossíntese para ter seu alimento.”
A18	“Capim (Produtor) -> Boi (Consumidor Primário) -> Seres Humanos (Consumidores Secundários) -> Fungos e Bactérias (Decompositores).”
A38	“Plantas(produtor)-> Gafanhoto (consumidor primário) -> Sapo (consumidor secundário) -> Cobra (consumidor terciário) -> Gavião (consumidor quaternário) -> Bactérias (decompositores).”

Fonte: Pesquisa direta, 2021.

Diante dos resultados observados e do nível de compreensão do conceito requerido pelo questionamento, entendemos que os estudantes necessitavam de enfoque maior na explicação de tais conceitos, visando superar as dificuldades acerca do tema. Todavia, na análise das respostas concebidas no item subjetivo 4 “Os seres decompositores ou detritívoros são organismos que se alimentam dos restos orgânicos dos demais níveis tróficos, como restos de plantas mortas, cadáveres de animais, fezes, etc. Qual é o papel fundamental desses seres nas relações ecológicas e no bem-estar humano?” Os discentes demonstraram entendimento do conceito pleiteado do referido item, posto que 87% dos alunos emitiram respostas plausíveis (Quadro 5.10). Resultados incompatíveis foram encontrados no trabalho de Zômpero e Laburú (2010) nos quais identificaram dificuldades em relacionar os agentes decompositores à decomposição da matéria orgânica, bem como de relacionar esse fenômeno à ciclagem de nutrientes por parte dos alunos. De acordo com os autores, é importante que os educandos

compreendam o processo que envolve a decomposição da matéria, relacionando-a à ação dos microrganismos, para que entendam os ciclos biogeoquímicos nos quais participam os microrganismos, como condição necessária à manutenção da vida na vida no planeta.

**Quadro 5.10 – Respostas dos alunos ao item 4 do questionário teste T3.**

Alunos	Transcrição das respostas
A21	<i>“Liberam para o ambiente importantes elementos químicos que estava no resto do corpo dos seres.”</i>
A28	<i>“Os decompositores são seres heterotróficos que atuam principalmente na ciclagem de nutrientes. Ao realizar o processo de decomposição, fungos e bactérias liberam para o ambiente importantes elementos químicos que estavam presentes nos restos dos seres vivos.”</i>
A6	<i>“os decompositores reciclam a matéria orgânica, fazendo com que os nutrientes inorgânicos voltem ao solo.”</i>
A27	<i>“Os decompositores devolvem os nutrientes ao ambiente, assim podem ser reaproveitados por outros organismos para a produção de novas moléculas orgânicas.”</i>
A18	<i>“Fazer com que a energia presente nos restos orgânicos volte de forma benéfica pra terra.”</i>
A38	<i>“A decomposição é um processo importante porque permite que os nutrientes retornem ao meio abiótico e, assim, garantir que as relações ecológicas continuem mantendo o equilíbrio necessário para sobrevivência de todas as espécies, inclusive ao ser humano.”</i>
A38	<i>“Os seres decompositores tem um ótimo papel, pois eles são um dos fatores fundamentais para poder preservar o equilíbrio no meio ambiente.”</i>

Fonte: Pesquisa direta, 2021.

Desse modo, conhecer as concepções prévias dos estudantes, nos ajudou a conduzi-los a construir e ou relembrarem os saberes referentes ao tema Ecologia a partir da abordagem investigativa.

**Episódio 1 – AI: Cadeia alimentar, teia alimentar e fluxo de energia.**

Os resultados obtidos na resolução do **PA** (parte introdutória), na qual o discente deveria elaborar uma cadeia alimentar (Figura 5.17) e do **PB** (item 4), esquematizar uma teia alimentar (Figura 5.18), permitiu inferir que os alunos desenvolveram atitudes de respeito à aprendizagem de Biologia, posicionando criticamente e colaborativamente frente à situação-problema, motivaram-se a realizar os procedimentos requisitados por meio de desenhos e esquemas.

**Figura 5.18** – Cadeias alimentares construídas pelos estudantes.

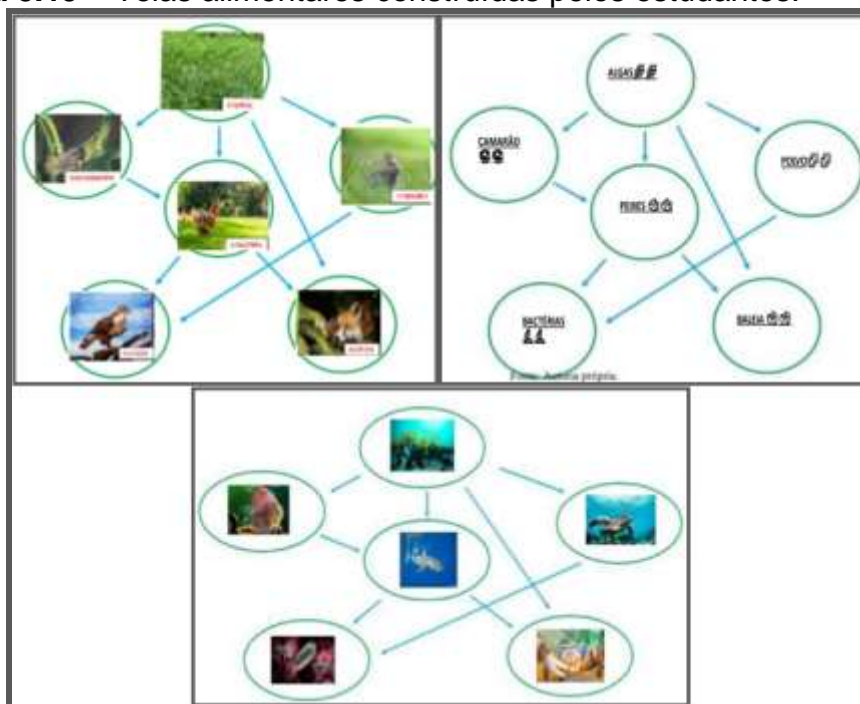


Fonte: Pesquisa direta, 2021.

A análise das cadeias alimentares construídas pelos discentes, possibilitou evidenciar dúvidas na compreensão do conceito de fluxo de energia nos ecossistemas, pois somente 28% obtiveram hipóteses ajustadas, ao utilizarem as setas vermelhas (disponível no arquivo), indicativas da perda de energia ao longo da cadeia alimentar. Não conseguiram construir hipóteses/conclusões assertivas na solução do problema, 28% e não as elaboraram 44% dos alunos.

Analisando as estruturações das teias alimentares, observamos que os alunos compreenderam os conceitos de teia alimentar, produtor e consumidor, pois 55% engajaram-se na elaboração e obtiveram hipóteses ajustadas, 28% não conseguiram criar hipótese de modo ajustado e 17% não criaram hipótese/conclusão para solução do problema. Igualmente ao sucedido no trabalho de Prado e Tavares, (2020), a aplicação das **AI** e as metodologias escolhidas possibilitaram manter o diálogo constante com os participantes da pesquisa, facilitando nas escolhas de estratégias e avaliações da aprendizagem no percurso das mediações.

**Figura 5.19** – Teias alimentares construídas pelos estudantes.



Fonte: Pesquisa direta, 2021.

Foi notável o crescente levantamento de hipótese na solução desse problema. A participação mais efetiva pode estar relacionada à maior simplicidade em comparação com a elaboração da cadeia alimentar, dado que requeria menos procedimentos (passos) para solucioná-lo. Podemos também relacionar o não desenvolvimento das duas atividades (cadeias e teias alimentares), a dificuldade de executá-las utilizando apenas o celular, pois muitos alunos não possuem computador ou *notebook* para realização de suas atividades.

As metodologias escolhidas conseguiram abranger com eficácia o tema trabalhado, e que manter o diálogo constante com a turma, o que ajudou na tomada de decisões e avaliação da aprendizagem dos alunos em tempo real, ou seja, assim que detectávamos um erro conceitual ou equívoco nas respostas, trabalhávamos o tema aliando os conhecimentos de química à exemplos do cotidiano.

**Quadro 5.11** – Transcrição das falas na elaboração das hipóteses e conclusões na Atividade Investigativa: Cadeia alimentar, teia alimentar e fluxo de energia (item 1).

Grupo/ Aluno	O acontece com a quantidade de energia disponíveis de um nível trófico para outro ao longo da cadeia alimentar? A que se deve tal fenômeno?	Tipo de Aprendizagem	Validação da Justificativa
G1	<i>“É transferido para o outro nível trófico, mas quanto mais é transferido, menor fica a quantidade de energia. A cadeia alimenta.”</i>	A2, P1, P5, P4,	P. Ajustada

	<i>“É transferido para o outro nível trófico, mas quanto mais é transferido, menor fica a quantidade de energia. Ocorre gastos e perdas da energia em todos os níveis tróficos das cadeias alimentares, uma parte da energia é liberada nas fezes e urina e a outra nas funções vitais.”</i>	A3, P7 e P9	Ajustada
<b>G2</b>	<i>“A cada nível trófico a quantidade de matéria e energia diminui. Quanto mais longe estiver do produtor, menor será a quantidade de matéria e energia.”</i>	A2, P1, P4 e P9	Ajustada
	Não fez alterações nas conclusões		
<b>G5</b>	<i>“Existe um fluxo unidirecional responsável pela transferência de energia de um nível trófico para outro. Desse modo, ocorre a perda de calor que diminui a quantidade de energia de um nível trófico para o outro. Ao processo de transferência de energia que sai de uma cadeia alimentar.”</i>	A2, P1, P3 e P6	P. Ajustada
	Não elaborou conclusão		
<b>G6</b>	<i>“A quantidade de energia que flui em uma cadeia alimentar diminui à medida que passa de um nível trófico para outro. Isso acontece porque os organismos de cada nível trófico utilizam parte da energia assimilada em suas atividades metabólicas, com conseqüente liberação de energia na forma de calor.”</i>	A2, P1, P3, P7 e P9	Ajustada
	Não fez alterações nas conclusões		
<b>A16</b>	<i>“A energia e a matéria vão diminuindo a quantidade. Se deve a respiração, excreção e a alimentação dos animais na cadeia alimentar.”</i>	A3, P1, P3, P7 e P9	Ajustada
	Não fez alterações nas conclusões		
<b>A31</b>	<i>“É importante para o equilíbrio no ambiente no planeta, a cadeia alimentar. São seres vivos que servem de alimento para outros seres vivos.”</i>	A1, P1,	Não Ajustada
	<i>“A cada transferência de energia de um nível trófico para outro, há uma perda na forma de calor, isto é, a quantidade de energia diminui no decorrer das relações da teia alimentar. O fenômeno chama-se fluxo unidirecional. Trata-se de um processo de transferência de energia que começa pelo sol. A energia solar é captada e transformada pelos produtores.”</i>	A3, P4 e P7	Ajustada
<b>A45</b>	<i>“A quantidade de energia diminui no decorrer das relações da teia alimentar. Portanto, quanto mais próximo do produtor, maior é a quantidade de energia disponível. Trata-se de um fluxo unidirecional.”</i>	A3, P3 e P7	P. Ajustada
	Não fez alterações nas conclusões		

Fonte: Pesquisa direta, 2021.

Nesse episódio, apenas os componentes do **G5** e o aluno **A45** mantiveram hipóteses parcialmente ajustadas, pois não reconstruíram, ou seja, desenvolveram novos modelos explicativos para solucioná-los. Os estudantes se envolveram e organizaram raciocínios referentes ao conceito de fluxo de energia no levantamento



de hipóteses, quando afirmaram que ocorre diminuição de energia ao longo da cadeia alimentar. Porém, só conseguiram explicar o porquê da diminuição de energia de um nível trófico para outro no momento da elaboração das conclusões.

**Quadro 5.12 –** Transcrição das falas na elaboração das hipóteses e conclusões na Atividade Investigativa: Cadeia alimentar, teia alimentar e fluxo de energia (item 3).

Grupo/ Aluno	Qual é a relação existente entre os seres decompositores e a fotossíntese realizada pelas plantas?	Tipo de Aprendizagem	Validação da justificativa
G1	<i>“Com a decomposição, eles ajudam a adubar as plantas, com a matéria orgânica produzida.”</i>	A2, P1, P4,	Ajustada
	<i>“Com a decomposição, eles produzem a matéria orgânica em substâncias minerais que serão utilizados pelas plantas na fotossíntese.”</i>	P7 e P9	Ajustada
G2	<i>“ao realizar a fotossíntese, as plantas retiram do solo matéria como sais minerais e nutrientes. os decompositores devolvem ao solo esses nutrientes ao se alimentarem de animais e plantas mortas.”</i>	A2, P1 e P7	Ajustada
	Não fez alterações nas conclusões		
G5	<i>“Decompositores são responsáveis por decompor matérias mortas e promover a devolução de alguns componentes químicos para o meio ambiente, na qual, as plantas necessitam.”</i>	A2, P1 e P7	Ajustada
	Não elaborou conclusão		
G6	<i>“A reciclagem praticada pelos seres decompositores representa um importante papel para o equilíbrio ecológico do planeta. Eles devolvem os nutrientes essenciais dos ecossistemas. As plantas dependem desse processo, e nós, dependemos das plantas.”</i>	A2, P1 e P7	Ajustada
	Não fez alterações nas conclusões		
A16	<i>“Que eles são de extrema importância para a cadeia alimentar, o papel final (decompositor) e inicial (alimento).”</i>	A1, P1 e	Ajustada
	<i>“A relação é, que, a fotossíntese produzida pelas plantas produz energia para o resto da cadeia, chegando na decomposição, ocorre a reciclagem, renovando a energia para o novo ciclo. Estes dois processos fornecem energia para o resto da cadeia (consumidores), que vão perdendo energia durante o processo.”</i>	P7	Ajustada
A31	<i>“Os seres decompositores são importantes, pois, além de fazer uma “reciclagem” no solo, estão ajudando as plantas a se desenvolver melhor. As plantas precisam de fotossíntese para gerar alimento.”</i>	A1, P1, P6,	Ajustada
	<i>“Os decompositores são importantes, pois desenvolvem ao solo ou à água os sais minerais e outras substâncias que formam os seres vivos. No caso das plantas, os animais herbívoros que se alimentam de seres fotossintetizantes, ingerem moléculas orgânicas ricas em energia que foi captada pela luz solar.”</i>	A3 e P7	Ajustada
	<i>“Quando parte de uma planta cai no solo ou um animal</i>	A1, P1 e P3	P. Ajustada

<b>A45</b>	<i>morre, os açúcares, as gorduras e as proteínas que formam seu corpo são transformados em gás carbônico, água e sais minerais pela decomposição desses organismos.”</i>		
	Não fez alterações nas conclusões		

Fonte: Pesquisa direta, 2021.

Esse questionamento favoreceu a percepção da aprendizagem conceitual dos alunos frente a interdependência entre produtor e decompositor, ou seja, entre todos os níveis tróficos e o conceito de fotossíntese. Portanto, podemos inferir que o educando ao obter o domínio de um conhecimento/conceito, concebeu a aprendizagem atitudinal e a prática investigativa, propiciando aprendizagem procedimental ao interpretar ideias e elaborar hipóteses a partir da compreensão e organização de saberes. Apenas o **A45** não conseguiu extruturar sua hipótese totalmente ajustada ao modelo de Toulmin, pois explicou apenas o processo de decomposição. Segundo Silva, Tiradentes e Santos (2019), o estudante, ao compreender as transformações que ocorrem no ecossistema, desenvolve consciência crítica e percebe que suas ações interferem na manutenção do equilíbrio ambiental.

**Quadro 5.13** – Transcrição das falas na elaboração das hipóteses e conclusões na Atividade Investigativa: Cadeia alimentar, teia alimentar e fluxo de energia (item ).

<b>Grupo/ Aluno</b>	<b>Que diferenças podem ser observadas entre os fluxos de energia e de matéria nos três níveis tróficos da teia alimentar?</b>	<b>Tipo de Aprendizagem</b>	<b>Validação da justificativa</b>
<b>G1</b>	<i>“O produtor de energia é também alimento, e quem vai começar. Pode-se dizer que a energia irá se acumulando ao longo da teia, porém como a teia é uma junção de cadeias, não se mantém um fluxo, já que os outros estão acontecendo e se movem em diferentes dimensões.”</i>	A2, P2, P5,	Não ajustada
	<i>“A transferência de alimento e de energia na teia alimentar ocorre entre diferentes seres vivos de um ecossistema. A posição que cada um deles ocupa na cadeia recebe o nome de nível trófico, entre eles, produtor, consumidor (1°, 2°, 3°) e decompositores.”</i>	P7 e P9	Ajustada
<b>G2</b>	<i>Os fluxos de matéria e massa tendem a diminuir de acordo com o nível trófico como, por exemplo: os produtores tem mais energia e matéria que os consumidores primários que tem mais que os secundários.”</i>	A2, P2 e P4	Ajustada
	Não fez alterações nas conclusões		
<b>G5</b>	<i>“A Cadeia Alimentar é o percurso de matéria e energia que se inicia sempre com seres produtores e termina nos decompositores.”</i>	A2, P2 e P6	Ajustada

	<i>Ela corresponde à relação de alimentação, ou seja, à absorção de nutrientes e energia entre os seres vivos.”</i>		
	Não elaborou conclusão		
<b>G6</b>	<i>“Em uma teia alimentar, os consumidores se alimentam dos produtores e parte dessa energia segue para esses organismos, que, ao servirem de alimento para outros seres vivos, também lhes passam energia. A cada nível, no entanto, há uma perda de parte da energia. Basicamente nos níveis tróficos a biomassa das algas é a maior pertencente, ao comparar com os consumidores.</i>	A2, P2 e P7	Ajustada
	Não fez alterações nas conclusões		
<b>A16</b>	<i>“O fluxo de energia vai diminuindo, o nível secundário é maior e diminui no terceiro.”</i>	A1, P2 e P3	Ajustada
	Não fez alterações nas conclusões		
<b>A31</b>	<i>“Os moluscos e as aves dependem da planta para se desenvolver.”</i>	A1, P2,	Ajustada
	<i>“A planta é produtora, pois fornece energia para os animais, o roedor junto com moluscos, entram no grupo dos consumidores primários e também fornece energia.”</i>	A3 e P6	Ajustada
<b>A45</b>	<i>“No primeiro nível trófico são os produtores, no segundo nível são os consumidores primários e no terceiro nível, são os consumidores secundários.”</i>	A1, P2 e P7	Ajustado
	Não fez alterações nas conclusões		

Fonte: Pesquisa direta, 2021.

Nesse problema, o **G1** procura explicar de modo profundo o conceito de fluxo de energia, no qual ficou evidenciada atitude de apreço à aprendizagem de Biologia. Embora tenha demonstrado dificuldade na estruturação de ideias na sua fala, ao fazer o teste de hipótese, na elaboração das conclusões conseguiu superar tal obstáculo. Ao analisarmos as falas do **A16** e **A31**, notamos que elas complementam o discurso do **G6**, além disso, o **A31** faz referência à construção de sua teia alimentar na elaboração de hipóteses e conclusões. Para Almeida, Lima e Pereira (2019), as cadeias alimentares são mais complexas do que as apresentadas nos livros e outros materiais didáticos, visto que, inviabilizam ao estudante a percepção inúmeras relações alimentares se entrecruzam de forma variada, constituindo redes complexas, denominadas teias alimentares.

Todas as interações desse episódio denotaram envolvimento e gosto em solucionar o problema, no qual revelaram aprendizagens procedimental e atitudinal pelos discentes ao longo da atividade.

**Quadro 5.14** – Transcrição das falas na elaboração das hipóteses e conclusões na Atividade Investigativa: Cadeia alimentar, teia alimentar e fluxo de energia (itens 6 e 7).

Grupo/ Aluno	Algum desses peixes da charge poderá representar o primeiro nível trófico? Por quê? Em que situação o peixe de coloração rósea precisaria de menos alimento para obter o valor energético de que necessita?	Tipo de Aprendizagem	Validação da justificativa
G1	<i>“Sim. O primeiro peixe por estar na base da cadeia alimentar, por ser um consumidor terciário e um produtor. Caso não existisse um produtor terciário, ficando assim, acima da cadeia, deixando o posto de consumidor secundário”</i>	A2, P2, P5,	Não Ajustada
	<i>“Não. Pois o primeiro nível trófico é ocupado por organismos produtores, que são capazes de transformar compostos inorgânicos em orgânicos, que servirão de alimento a todos os outros. Na posição de consumidor primário.”</i>	P7 e P9	Ajustada
G2	<i>“Não. Porque os peixes representados na charge são consumidores, ou seja, se alimentam de outros seres vivos. Os seres que representam o primeiro nível trófico são autotróficos. Caso se alimentasse do peixe cinza, que, no caso, serve de alimento para o peixe vermelho.</i>	A2, P2 e P3	P. Ajustada
	Não fez alterações nas conclusões		
G6	<i>“Possivelmente o peixe menor. Se ele tivesse mais opções de alimentos que tivessem nutrientes o suficiente para sua sustentação.”</i>	A2, P2 e P5	Não Ajustada
	Não fez alterações nas conclusões		
A16	<i>“O peixe pequeno. porque ele provavelmente não se alimentar de outros peixes, mas sim, do produtor. Na posição de consumidores primário.”</i>	A1, P2 e P5	P. Ajustado
	Não fez alterações nas conclusões		
A31	<i>“Sim. Porque são seres que não produzem seu próprio alimento. Quando não tem luz para o desenvolvimento.”</i>	A1, P2 e P5	Não ajustado
	<i>“[...] A cadeia alimentar no mar representa o terceiro nível trófico. Quando causar esse desequilíbrio.”</i>		Não ajustada
A45	<i>“Não. Porque para fazer parte do primeiro nível trófico, algum deles precisam ser autotróficos, ou seja, capazes de produzir seu próprio alimento. Habitando próximo de peixes menores.”</i>	A1, P2 e P7	Ajustada
	Não fez alterações nas conclusões		

Fonte: Pesquisa direta, 2021.

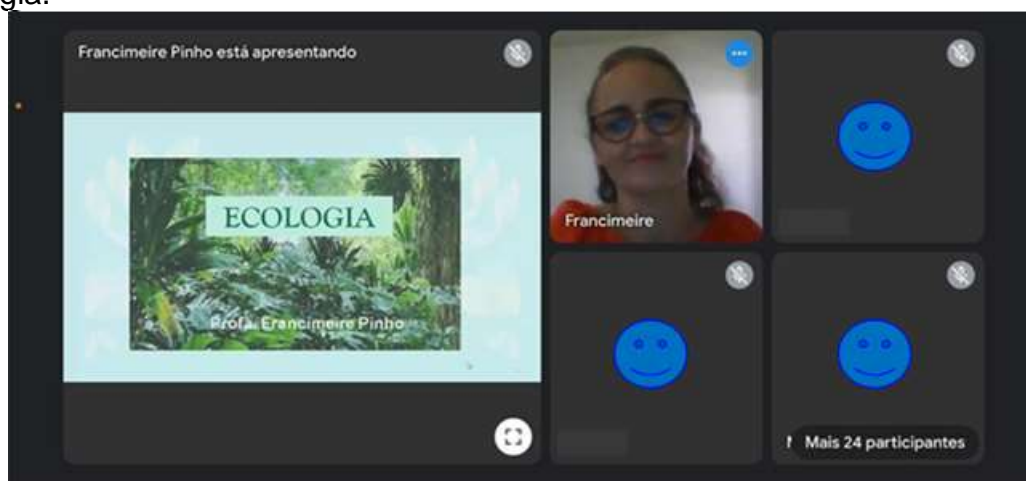
Os estudantes, embora tenham demonstrados níveis significativos de aprendizagens referentes ao conceito de nível trófico nas resoluções anteriores, neste questionamento 17% dos alunos concluíram o problema de modo ajustado ao modelo de Toulmin. O questionamento exigiu dos estudantes reflexões na interpretação e posicionamento ao lidar com a análise dos dados (*charge*) e o

conceito de nível trófico. Ficou evidente que 83% dos discentes aprenderam o conceito de nível trófico de modo mecanizado ou não se sentiram motivados a solucionar o problema. Esse episódio deixa claro a importância de promover o ensino apoiado em práticas epistêmicas, que solicitam do aluno raciocínio indutivo e experiências adquiridas em suas vivências, sejam elas escolares e não-escolares.

Para tanto, deve-se ensinar aos alunos não apenas conceitos, mas conduzi-los também a aprendizagens de biologia, tais como: procedimental e atitudinal. Para Pozo e Gomez-Crespo (2009) e Zabala e Arnau (2014), o ensino de disciplinas científicas, como a Biologia, é habitual preocupar-se com estruturas de conceitos bem definidos, mas não possuem padrões claros para a organização de procedimentos que possibilitem apropriações de competências.

Finalizamos esse momento assim como demais com a socialização dos resultados obtidos na resolução dos problemas contemplados na etapa. Em seguida, foi realizada uma aula expositiva e dialogada sobre o tema Ecologia: fluxo de energia, pirâmides ecológicas e magnificação trófica (Figura 5.19).

**Figura 5.20** – Aula expositiva dialogada sobre conteúdos referentes ao tema Ecologia.

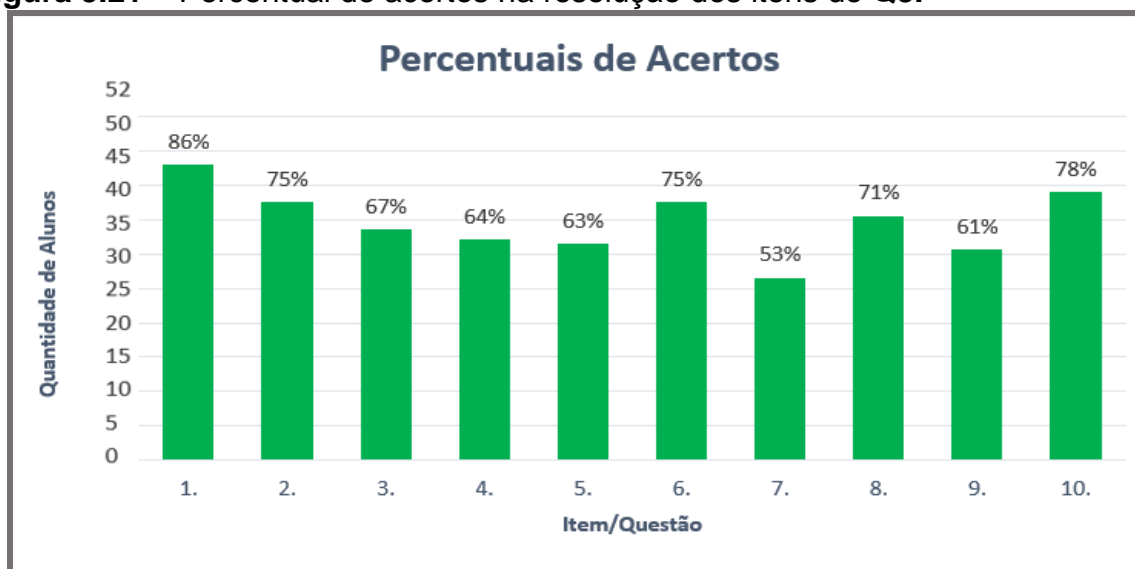


Fonte: Pesquisa direta, 2021.

Foram considerados os saberes anteriores dos educandos e as aprendizagens conceituais, procedimentais e atitudinais desenvolvidos na construção das hipóteses e conclusões, apoiadas no conhecimento científico que o educando alcançou na **AI**. Em seguida, compartilhamos com o uso do aplicativo

WhatsApp, o link do **Q3** disponibilizado na plataforma *Google Forms*, para avaliar a aprendizagem dos discentes sobre o conteúdo abordado na **AI** (Figura 5.20).

**Figura 5.21** – Percentual de acertos na resolução dos itens do **Q3**.



Fonte: Pesquisa direta, 2021.

Os acertos demonstrados acima, indicaram expressiva superação das dificuldades apresentadas na aplicação no **T3** (averiguação das concepções prévias), especialmente no tocante a construção de cadeia alimentar (Item 3), onde o percentual de acerto passou de 57% (aplicação do **T3**) para 67% (aplicação **Q3**).

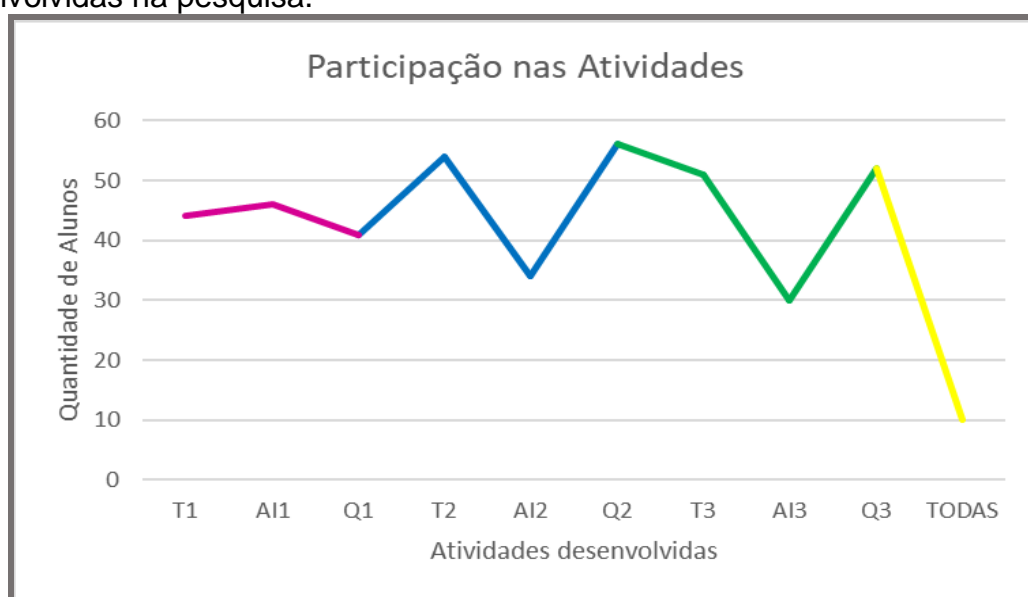
Ao finalizar esse último momento da pesquisa, ou seja, ao concluir a socialização dos resultados obtidos na resolução dos problemas contemplados na etapa, os estudantes mencionaram a satisfação com participação nas atividades propostas pois, além da aquisição de novos saberes, citaram o aprimoramento na utilização de variadas ferramentas digitais e na reflexão e elaboração de resoluções discursivas, indicando saída do *status quo*, para uma situação motivacional e crítica em relação ao ensino e aplicação na vida cotidiana. Houve, inclusive, menção de alunos demonstrando-se preparados para ingressar no ensino superior, sentindo-se instigados e seguros diante da participação na pesquisa.

As atividades desenvolvidas nos três momentos da pesquisa foram planejadas com o intuito de ampliar a compreensão do conhecimento científico, preocupando-se não apenas ao aspecto conceitual, mas também na promoção de autonomia, criatividade, reflexão, cooperação e responsabilidade diante da própria

aprendizagem, conforme também preconizado por Barcelos et al. (2019) e Zabala e Arnau (2014).

O ensino remoto exigiu dos alunos mais responsabilidade e protagonismo durante o processo de aprendizagem. A sala virtual solicitou de professores e alunos estratégias motivadoras, como atividades interativas que facilitassem o debate e troca de informações entre os envolvidos. Porém, existiram vários obstáculos, como a dificuldade de acesso à *internet*, carência ou falha de equipamentos que impediram o prosseguimento das atividades, fatores que podem estar relacionados ao baixo índice de participação nas aulas e atividades na atual pesquisa (Figura 5.21).

**Figura 5.22** – Gráfico representativo da participação dos estudantes nas atividades desenvolvidas na pesquisa.



Fonte: Pesquisa direta, 2021.

Podemos justificar o fato de apenas 10 alunos terem retornado todas as atividades propostas neste estudo, o contexto pandêmico vivenciado em 2021, seguido das dificuldades de diversas naturezas que alguns enfrentam para ter acesso às atividades escolares. Embora a tecnologia permita um grande acesso às informações, por si mesma, não possibilita aprendizagem para aqueles que têm acesso a elas. Além disso, a relação pedagógica que o professor estabelece por meio da utilização das ferramentas digitais para promover aprendizagem é importante, mas não o bastante em se tratando de ensino remoto, visto que, essa

---

modalidade de ensino emergencial, dificulta a observação do desenvolvimento da linguagem verbal e gestual do estudante.

Os resultados qualitativos analisados nos testes (T1, T2 e T3) e nos questionários (Q1, Q2 e Q3) não foram confrontados, visto que, são compostos por questões diferentes entre si e foram elaborados com níveis crescentes de dificuldades na aplicação dos testes (T1, T2 e T3) para os questionários (Q1, Q2 e Q3).



## 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

---

O ensino por investigação possibilitou o uso de variadas estratégias metodológicas que estimularam o envolvimento dos alunos com o conteúdo, tornando-os ativos e críticos na (re)construção do conhecimento e, desse modo, promoveu aprendizagem significativa dos estudantes na resolução das atividades investigativas promovidas no ensino de Genética, Evolução e Ecologia, temas predominantes no currículo da terceira série da disciplina Biologia nas escolas de Ensino Médio.

Os princípios da Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel, subsidiaram as atitudes do professor ao desafeioar do ensino tradicional, que considerou os estudantes como centrais no processo de ensino e promoveu o envolvimento destes na construção de aprendizagens conceituais, atitudinais e procedimentais, mesmo enfrentando diferentes desafios com ensino remoto.

A implementação de metodologias e recursos pedagógicos potencialmente significativos, como o ensino por investigação (*inquiry*) e mapas conceituais, como alvitre estimulador, favoreceram a apropriação de conceitos científicos, o desenvolvimento de atitudes com respeito à ciência e posicionamentos reflexivos frente às situações-problemas. As atividades investigativas concebidas ao longo do processo requeriam a participação ativa individual ou colaborativa na interpretação/elaboração de textos, gráficos e tabelas, e assim, possibilitou o ensino de Biologia mais envolvente e dinâmico.

O ambiente virtual permitiu a aplicação das atividades com aulas síncronas e assíncronas, envolvendo um número considerável de alunos, diante do momento em que estamos vivenciando e das adversidades enfrentadas, a participação foi considerada significativa. A abordagem utilizada promoveu argumentações escrita e/ou dialogada, no entanto, as estratégias metodológicas e os recursos midiáticos empregados no desenvolvimento das atividades e na divulgação dos resultados obtidos não nos permitem observar linguagens não verbais, como gesticulações e expressões de dúvidas ou mesmo desinteresse e abstrações durante a aula, ainda que todos ligassem as câmeras, não viabilizaria essas percepções.

A constatação das concepções prévias dos estudantes ofereceu condições para o surgimento das interações discursivas destes, a partir do uso de evidências e explicações para justificarem conclusões e construção de novos saberes. Diante disso, as categorizações empregadas (aprendizagens atitudinais e procedimentais e modelo de Toulmin) facilitaram a visualização dos movimentos epistêmicos desenvolvidos no processo investigativo e constatação de aprendizagem conceitual, procedimental e atitudinal.

Portanto, a abordagem investigativa, aliada à teoria da aprendizagem significativa na condução do ensino, potencializa a aprendizagem ao facilitar a apropriação do discurso dos alunos, promovendo aos estudantes reflexões acerca dos conteúdos estudados a partir de problematizações, que estimulem habilidades como compreensão da ciência e uso em situações da vida. Nesse sentido, esperamos que cada vez mais professores tenham conhecimento desta abordagem que vai além do ensino de técnicas e procedimentos.

## 7. REFERÊNCIAS

---

- ALMEIDA, S. A.; LIMA, G. S.; PEREIRA, B. L. A. Des/fiando diálogos sobre o conceito de cadeia alimentar em uma aula de ciências nos anos iniciais do ensino fundamental. **Revista Ensaio**, Belo Horizonte, v. 21, n.1, p. e12436, 2019.
- AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. D. E.; HANESIAN. H. **Psicología educatica**: un punto de vista cognoscitivo. México: Editorial Trilhas, 1983.
- AUSUBEL, D. P. **Aquisição e retenção de conhecimentos**: perspectiva cognitiva. Lisboa: Plátano Edições Técnicas, 2003.
- ARÃO, M. S. R.; SANCHES, A. M. F.; SILVA, I. A. L. A metodologia ativa no processo ensino-aprendizagem nas séries iniciais do ensino fundamental. "In: CONGRESSO NACIONAL DE EDUCAÇÃO, V CONEDU, 2018, [s. l.], p. 1-10 **Anais [...]**, [s. l.].
- BARCELLOS, L. S.; GERVÁSIO, S. V.; SILVA, M. A. J.; COELHO, G. R. A mediação pedagógica de uma licencianda em ciências biológicas em uma aula investigativa de ciências envolvendo conceitos físicos. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 19, n. [s.n.], p. 37-65, 2019.
- BACICH, L. MORAN, J. (org.). **Metodologias ativas para uma educação inovadora**: uma abordagem teórico-prática, Porto Alegre: Penso, 2018.
- BARRETO, J. G.; MORAES, M. S.; CASTILHO, S. L. Avaliação do déficit de hemocomponentes em duas unidades de hemoterapia públicas do Estado do Rio de Janeiro. **Acta Biomédica Brasiliensia**, Rio de Janeiro, v. 9, n. 3, p. 37-48, 2018.
- BERBEL, N. A. N. A problematização e a aprendizagem baseada em problemas: diferentes termos ou diferentes caminhos ?. **Interface-Comunicação, Saúde, Educação**, Londrina, v. 2, n. 2, p. 139-154, 1998.
- BERBEL, N. A. N. As metodologias ativas e a promoção da autonomia de estudantes. **Semina: Ciências sociais e humanas**, Londrina, v. 32, n. 1, p. 25-40, 2011.
- BEZERRA, K. N. C.; CORDEIRO, R. S.; SOUSA, E.S.; BORGES, A. N. C.; CAJAÍBA, R. L.; MARTINS, J. S. C. Qual a compreensão dos discentes do Ensino Médio sobre o processo evolutivo? Uma análise realizada em uma escola pública da rede federal. **Pesquisa, Sociedade e Desenvolvimento**, São Paulo, v. 9, n. 10, pág. e5579109025, 2020.
- BRASIL, **Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN+)**. Ciências da Natureza e Matemática e suas tecnologias. Brasília: MEC, 2006.

BRASIL. Ciências da Natureza e suas Tecnologias no Ensino Médio: competências específicas e habilidades. *In*: **Base Nacional Comum Curricular - Ensino Médio**. Brasília: 2018.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Caminhos do sangue: do corpo do doador para o corpo de quem precisa**. Disponível em: <https://www.gov.br/saude/pt-br/composicao/saes/sangue>. Acesso em: 10 mai. 2020.

BRAATHEN, P. C. Aprendizagem mecânica e aprendizagem significativa no processo de ensino-aprendizagem de Química. **Revista Eixo**, Viçosa, v. 1, n. 1, p. 63-69, 2012.

CARVALHO, A. M. P. (org.); OLIVEIRA, C. M. A. SCARPA, D. L.; SASSERON, L. H.; SEDANO, L.; SILVA, M. B.; CAPECCHI, M. C. V. M.; ABIB, M. L. V. S.; BRICCIA, V. **Ensino de ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula**. São Paulo: Cengage Learning, 2019.

CESCHIM, B.; OLIVEIRA, T. B.; CALDEIRA, A. M. A. Teoria sintética e síntese estendida: uma discussão epistemológica sobre articulações e afastamentos entre essas teorias. **Filosofia e História da Biologia**, São Paulo, v. 11, n. 1, p. 1-29, 2016.

COSTA, W. L.; RIBEIRO, R. F.; ZOMPERO, A. F. Afabetização científica: diferentes abordagens e alguns direcionamentos para o ensino de ciências. **UNOPAR Científica Ciências Humanas e da Educação**, Londrina, v. 16, n. 5, p. 528-532, 2015.

COUTINHO, F. A.; SANTOS, F. R.; MARTINS, R. P. As dificuldades na compreensão do sistema de teorias evolutivas. **Ciência em Tela**, Rio de Janeiro, v. 5, n. 1, p. 1-8, 2012.

DIAZ-BORDENAVE J.; PEREIRA, A. M. **Estratégias de ensino-aprendizagem**. 28. ed. Petrópolis: Vozes; 2007.

DURÉ, R. C.; ANDRADE, M. J. D.; ABÍLIO, F. J. P. Ensino de biologia e contextualização do conteúdo: quais temas o aluno de ensino médio relaciona com seu cotidiano? **Experiências em Ensino de Ciências**, Mato Grosso, v.13, n.1, p. 259-272, 2018.

FILATRO, A.; CAVALCANTI, C. C. **Metodologias inov-ativas na educação presencial, a distância e corporativa**. 1ª ed. São Paulo: Saraiva Educação, 2018.

GONÇALVES-SEGUNDO, P. R. A configuração funcional da argumentação epistêmica: uma releitura do layout de Toulmin em perspectiva multidisciplinar. **Bakhtiniana: Revista de Estudos do Discurso**, São Paulo, v. 15, n. 3, p. 236-266, 2020.

JUNIOR, M. C. R.; KORNDÖRFER, L. C.; ARAGÃO, J. A.; MARTINS, J. G. B. A.; HOLANDA, J. S.; FIGUEIRÊDO, L. S. Evolução biológica e criacionismo: vivência e

discussão entre alunos do ensino médio. **Research, Society and Development**, São Paulo, v. 9, n. 7, p. e16973640-e16973640, 2020.

KAWASHIMA, L. B.; SILVA, A. P. V.; MOREIRA, E. C. Experiências com o ensino médio integrado do IFMT: a ginástica laboral como conteúdo da educação física. **Revista Prática Docente**, Cuiabá, v. 5, n. 1, p. 81-99, 2020.

KRASILCHIK, Myriam. Reformas e realidade: o caso do ensino das ciências. **São Paulo em perspectiva**, São Paulo, v. 14, n. 1, p. 85-93, 2000.

KRASILCHIK, M. **Prática de ensino de biologia**. 4 ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2016.

LUZ, M. R. B.; OLIVEIRA, A. L. Tendências da contextualização para o ensino de ciências em dissertações e teses: o que refletem os pesquisadores. **Revista de Educação, Ciências e Matemática**, Maringá, v. 9, n. 3, p. 173-193, 2019.

MASSETO, M. T. **Competências pedagógicas do professor universitário**. São Paulo: Summus, 2003.

MIRANDA, E.; TORRES, F. S. Uso de aulas práticas investigativas na consolidação da aprendizagem e vivência do método científico - uma abordagem sobre grupos sanguíneos do sistema ABO. **Experiências em Ensino de Ciências**, Mato Grosso, v. 13, n. 4, p. 323-338, 2018.

MORAN, José. Metodologias ativas para uma aprendizagem mais profunda. In: BACICH, Lilian., MORAN, José. (Org). **Metodologias ativas para uma educação inovadora: uma abordagem teórico-prática**. [recurso eletrônico]. – Porto Alegre: Penso, 2018.

MOREIRA, M. A. Aprendizaje significativo crítico (Critical meaningful learning). **Indivisa. Boletín de estudios e investigación**, n. 6, p. 83-102, 2005.

MOREIRA, M. A. Aprendizagem significativa subversiva. In: CONFERÊNCIA PROFERIDA NO ENCONTRO INTERNACIONAL SOBRE APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA, 3., 2000, Lisboa. **Atas** [...]. Campo Grande, n. 21, p. 15-32, 2006.

MOREIRA, M. A. Aprendizagem significativa: um conceito subjacente. **Aprendizagem Significativa em Revista**, Porto Alegre, n. 3, v. 1, p. 25-46, 2011.

MOTA, A. R.; DA ROSA, C. T. W. Ensaio sobre metodologias ativas: reflexões e propostas. **Revista Espaço Pedagógico**, Passo Fundo, v. 25, n. 2, p. 261-276, 2018.

NASCIMENTO, N. C.; ALMEIDA, R. O. As posturas de estudantes do ensino médio diante de um tema que gera conflito entre ciência e crença: a origem da vida. **Revista de Ensino de Biologia da SBEnBio**, Florianópolis, v. 12, n.1, p. 95-114, 2019.

NOGUEIRA, N. R. **Pedagogia dos projetos**: uma jornada interdisciplinar rumo ao desenvolvimento das múltiplas inteligências. São Paulo: Érica, 2001.

OLIVEIRA, C. L. **Significado e contribuições da afetividade, no contexto da Metodologia de Projetos, na Educação Básica**. Dissertação de Mestrado, CEFET-MG, Belo Horizonte. MG, 2006.

OLIVEIRA, C. L. C.; MENEZES, M. C. F.; DUARTE, O. M. P. O ensino da teoria da evolução em escolas da rede pública de Senhor do Bonfim: análise da percepção dos professores de ciências do ensino fundamental II. **Revista Exitus**, Santarém, v. 7, n. 3, p. 172-196, 2017.

OLIVEIRA, G. S.; BIZZO, N. Percepções de alguns professores da educação básica sobre evolução biológica e cultura. **Revista Fórum Identidades**, Sergipe, v. 27, p. 213-230, 2018.

PEDASTE, M.; MAEOTS M.; SIIMAN, L. A.; JONG, T.; RIESEN, S. A. V.; KAMP, E. T.; MANOLI, C. C.; ZACHARIA, Z. C.; TSOURLIDAKI, E. Fases da aprendizagem baseada em investigação: definições e o ciclo de investigação. **Educational Research Review**, v.14, p.47-61, 2015.

PINTO, A. S. S.; BUENO, M. R. P.; SILVA, M. A. F. A.; MENEZES, M. Z. S.; KOEHLER, S. M. F. O Laboratório de Metodologias Inovadoras e sua pesquisa sobre o uso de metodologias ativas pelos cursos de licenciatura do UNISAL, Lorena: estendendo o conhecimento para além da sala de aula. **Revista Ciências da Educação**, São Paulo, v. 2, n. 29, p.67–79, 2013.

POZO, J. I.; CRESPO, M. A. G. **A aprendizagem e o ensino de ciências**: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.

REECE, J. B.; URRY, L. A.; CAIN, M. L.; WASSERMAN, S. A.; MINORSKY P. V. JACKSON, R. B. **Biologia de Campbell**. 10. ed. Porto Alegre: Artmed, 2015.

SANTOS, C. M. D.; CALOR, A. R. Ensino de biologia evolutiva utilizando a estrutura conceitual da sistemática filogenética-I. **Ciência & Ensino**, São Paulo, v. 1, n. 2, p. 1-8, 2007.

SANTOS, L. R. O.; SOUZA, R. M.; COSTA, J. J. A Metodologia da problematização no contexto da educação básica: possíveis caminhos para a formação de reeditores ambientais. **Cadernos de Estudos e Pesquisa na Educação Básica**, Recife, v. 3, n. 1, p. 257-274, 2017.

SANTOS, A. L. C.; SILVA, F. V.C.; SANTOS, L. G. T.; FEITOSA, A. A. F. M. A. Dificuldades apontadas por professores do programa de mestrado profissional em ensino de biologia para o uso de metodologias ativas em escolas de rede pública na paraíba. **Brazilian Journal of Development**, Paraná, v. 6, n. 4, p. 21959-21973, 2020.

SASSERON, L. H. Alfabetização científica, ensino por investigação e argumentação: relações entre ciências da natureza e escola. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciência**, Belo Horizonte, v. 17, n. especial, p. 49-67, 2015.

SCARPA, D. L.; CAMPOS, N. F. Potencialidades do ensino de Biologia por Investigação. **Estudos Avançados**, v. 32, n. 94, p. 25-41, 2018.

SCHEIFELE, A.; CORAZZA, M. J.; JUSTINA, L. A. D. Concepções de professores de biologia em formação inicial sobre evolução biológica. **Pesquisa, Sociedade e Desenvolvimento**, São Paulo, v. 9, n. 8, p. e797986421, 2020.

SEGURA, E.; KALHIL, J. B. A metodologia ativa como proposta para o ensino de ciências. **REAMEC-Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática**, Cuiabá, v. 3, n. 1, p. 87-98, 2015.

SILVA, S. O.; TIRADENTES, C. P.; SANTOS, S. X. Decomposição e ciclagem de nutrientes: uma análise da abordagem do livro didático e da prática docente no ensino médio. **Tecné, Episteme y Didaxis: TED, [S. l.]**, v. n. 45, p. 57-70, 2019.

SILVA, M. B.; TRIVELATO, S. L. A mobilização do conhecimento teórico e empírico na produção de explicações e argumentos numa atividade investigativa de biologia. **Investigações em Ensino de Ciências**, São Paulo, v. 22, n.2, p. 139-153, 2017.

SOMMERMAN, A.; MELLO, M. F.; BARROS, V. M. (Orgs.). Educação e transdisciplinaridade II. **Coordenação Executiva do CETRANS**. São Paulo: TRIOM, 2002.

SOUZA, A. R. Práticas de ensino contextualizadas: uma ferramenta pedagógica eficiente e eficaz. In: **IX Encontro ANPAE-ES**, 2017.

Souza Jr, D. R. **O Ensino de Eletrodinâmica em uma perspectiva investigativa: os desdobramentos sobre a aprendizagem dos estudantes**. Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal do Espírito Santo, Centro de Ciências Exatas, Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física, Vitória, 2014.

TEIXERA, F. M.; SOBRAL, A. C. M. B. Como novos conhecimentos podem ser construídos a partir dos conhecimentos prévios: um estudo de caso. **Ciências & Saúde**, Recife, v. 16, n. 3, p. 667-677, 2010.

TRIVELATO, S. L. F.; TONIDANDEL, S. M. R. Ensino por investigação: eixos organizadores para sequências de ensino de biologia. **Revista Ensaio**, Belo Horizonte, v. 17, n. especial, p. 97-114, 2015.

ZABALA, A.; ARNAU, L. **Como aprender e ensinar competências**. Porto Alegre: Penso, 2014.

ZÔMPERO, A. F.; LABURÚ, C. E. A decomposição da matéria orgânica nas concepções de alunos do ensino fundamental: aspectos relativos à educação

ambiental. **Experiências em Ensino de Ciências**, Mato Grosso, v. 1, n. 5, p. 67-75, 2010.

ZOMPERO, A. F.; LABURÚ, C. E. **Atividades investigativas para aulas de ciências um diálogo com a teoria da aprendizagem significativa**. Curitiba: Appris, 2016.



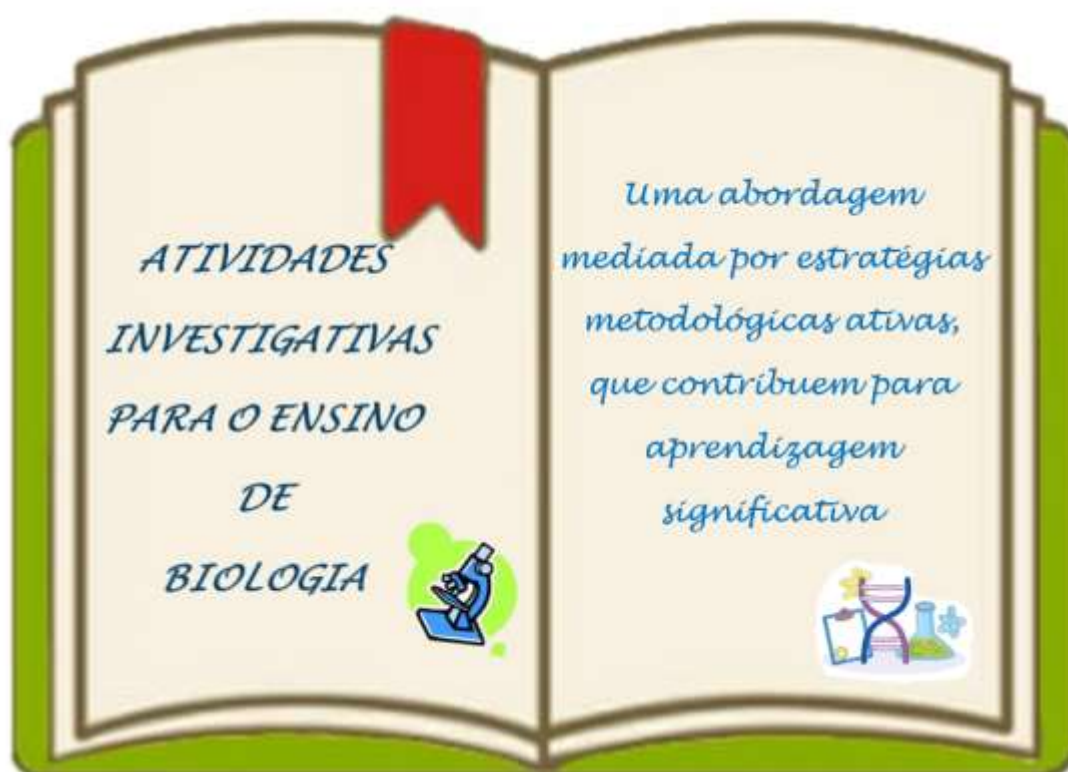
## 8. PRODUTO



Francimeire Gomes de Pinho  
Fábio José Vieira  
Francisca Carla Silva de Oliveira



# MANUAL



# AUTORES

## **Francimeire Gomes de Pinho**

Professora da SEDUC do estado do Piauí  
Mestranda do Profbio - Universidade Estadual do Piauí  
Graduada em Licenciatura Plena em Ciências Biológicas e Superior Sequencial de Formação  
Específica em Saúde Pública - Universidade Estadual do Piauí

E-mail: [francimeirepinho@yahoo.com.br](mailto:francimeirepinho@yahoo.com.br)

## **Fábio José Vieira**

Professor do Departamento de Biologia, Universidade Estadual do Piauí, Campus prof.  
Barros Araújo e do Mestrado Profissionalizante em Ensino de Biologia-Profbio  
Mestre e Doutor em Desenvolvimento e Meio Ambiente  
Bacharel e Licenciado em Biologia

E-mail: [fjvieira@pcs.uespi.br](mailto:fjvieira@pcs.uespi.br)

## **Francisca Carla de Oliveira Silva**

Professora Adjunta IV do Departamento de Métodos e Técnicas em Ensino, Centro de  
Ciências da Educação, Universidade Federal do Piauí  
Mestre e Doutora em Desenvolvimento e Meio Ambiente  
Especialista em Educação Ambiental  
Graduada em Ciências Biológicas

E-mail: [carlaoliveira@ufpi.edu.br](mailto:carlaoliveira@ufpi.edu.br)



# SUMÁRIO

## 1. APRESENTAÇÃO .....4

### Capítulo 1

## 2. SEI – Citogenética: investigando aneuploidias cromossômicas associadas a distúrbios humanos em ambiente virtual.....5

### Capítulo 2

## 3. SEI – Processos evolutivos de especiação e ancestralidade comum: análise do ensino e discursos no ambiente virtual.....25

### Capítulo 3

## 4. SEI – Investigando a sucessão ecológica a partir da construção de modelos didáticos: oportunidades de aprendizagens conceituais, atitudinais e procedimentas.....44





# APRESENTAÇÃO

Biologia é uma disciplina do campo das Ciências da Natureza abrangente, que explica fenômenos fisiológicos (orgânicos, celulares, e moleculares, entre outros) e aspectos evolutivos, para o qual o conhecimento de história é essencial na elucidação dos processos, que pode se tornar atraente ou desanimador para os estudantes. Em vista disso, o ensino de Biologia deve ser pautado em uma prática pedagógica que considere as experiências já adquiridas dos alunos, sobretudo na contextualização, rompendo com a ideia de ensino fragmentado, sem conjuntura histórica e, assim, pouco atrativa para o educando.

Este manual apresenta atividades investigativas mediadas por estratégias metodológicas ativas, que podem contribuir para Aprendizagem Significativa (AS) de conceitos genéticos e evolutivos, partindo-se da associação do aprendizado já existente do estudante, inter-relacionando-os com o conteúdo a ser ministrado, proporcionando a reorganização da estrutura cognitiva, gerando novos saberes.

O ensino de Biologia está, também, apoiado em estudos e princípios facilitadores abordados na Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS), subsidiados por diferentes autores, além do seu criador, David Ausubel. Desafeiçoa-se de atividades expostas discursivamente com uso exclusivo de livros de texto como recurso, seleciona cuidadosamente recursos metodológicos e elabora Sequências de Ensino Investigativo (SEI), visando a inserção dos alunos no mundo científico, permitindo uma melhor compreensão da realidade que os cerca, rompendo, assim, com o modelo de educação bancária, caracterizada pela transferência de conhecimento pelo professor ao aluno de maneira passiva e descontextualizada.





## CAPÍTULO 1

# 2. SEQUÊNCIA DIDÁTICA

### TEMA - CITOGENÉTICA: INVESTIGANDO ANEUPLOIDIAS CROMOSSÔMICAS ASSOCIADAS A DISTÚRBIOS HUMANOS EM UMA ABORDAGEM VIRTUAL

A Sequência de Ensino Investigativa (SEI) foi estruturada na perspectiva de ensino em ambiente virtual. Composta por etapas que permeiam práticas epistêmicas, na qual os alunos articularam os próprios saberes, elaboraram hipóteses, planejaram e executaram resoluções para construção e significação dos estudos e dados citogenéticos.

A SEI tornará as situações de aprendizagem sobre aneuploidias cromossômicas mais dinâmicas, dialógicas e participativas e, ainda, auxiliará professores na melhoria da práxis, facilitará o engajamento dos alunos em propostas de ensino inovadoras, que transcendam às metodologias convencionais.

As cromossomopatias ou mutações cromossômicas são alterações na estrutura ou no número dos cromossomos de uma dada espécie. A aneuploidia é um exemplo de cromossomopatia numérica, na qual indivíduos diploides com cromossomos autossomos a mais,  $2n + 1$  é trissômico (Síndrome de Down, Síndrome de Edwards e Síndrome de Patau), a menos,  $2n - 1$  é monossômico e  $2n - 2$  é nulissômico. Como exemplo de aneuploidias ocasionadas nos cromossomos sexuais, temos a Síndrome de Turner (monossomia do cromossomo X) e a Síndrome de Klinefelter ( $47, XXY$ ) (GRIFFITHS et al., 2016).





## IDENTIFICAÇÃO

Público-alvo: 3º ano do Ensino Médio (Unidade Escolar Maria de Lourdes Rebêlo)

Áreas envolvidas: Biologia/Genética

Professora: Francimeire Gomes de Pinho

Etapas: 6 (seis)

Duração: 3 aulas

## OBJETIVO GERAL

- Promover atividades investigativas que facilitem a aprendizagem dos estudos citogenéticos humanos em ambiente virtual.

## OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Compreender os efeitos do fenômeno da não disjunção meiótica sobre alterações no fenótipo humano;
- Organizar cariogramas aplicando os critérios de organização do cariótipo humano;
- Identificar cromossomopatias numéricas a partir da interpretação de cariogramas e da caracterização fenotípica.

## TEMA ABORDADO

Aneuploidias cromossômicas associadas a distúrbios humanos.





## RECURSOS

Aplicativo *WhatsApp*, ferramentas digitais (*Canva*, *Google Forms*, *Mentimeter* e *Padlet*), *notebook*, plataformas digitais (*Google Classroom* e *Google Meet*), programa *PowerPoint* e *smartphone*. As ferramentas e plataformas estão disponíveis *online* e de forma gratuita, sendo necessário apenas cadastrar-se utilizando uma conta de *e-mail* ou de uma rede social.

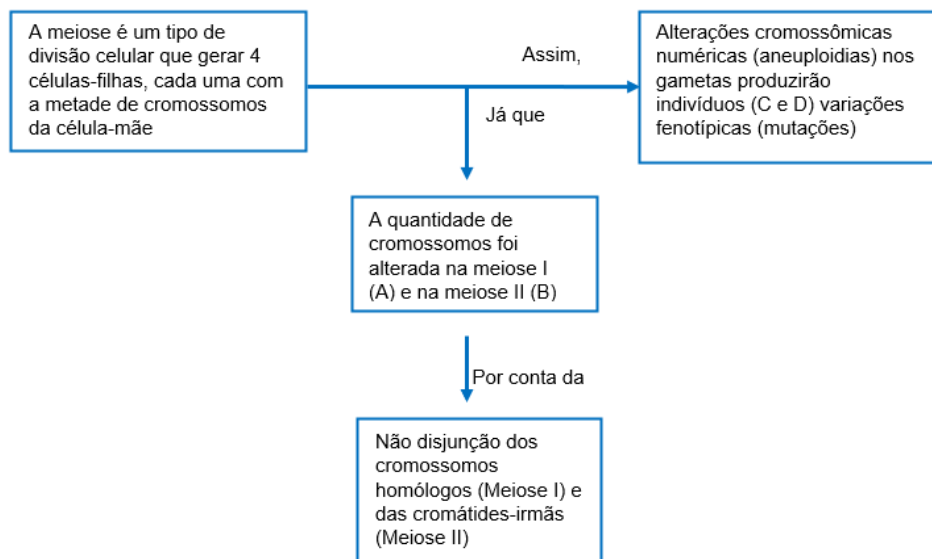
## METODOLOGIA

Para analisarmos o objetivo: “Promover a aprendizagem e estudos citogenéticos humanos, a partir de atividades investigativas utilizando-se de variadas ferramentas digitais” da proposta da SEI, sugerimos a utilização para análise das hipóteses e conclusões dos alunos acerca das resoluções dos problemas propostos, o modelo de Toulmin como ferramenta para averiguar a organização dos movimentos discursivos voltados para argumentações concebidas como respostas possíveis aos problemas epistêmicos (GONÇALVES-SEGUNDO, 2020). Para tanto, foi elaborado os Argumentos de Referência 1 (AR1) e Argumentos de Referência 2 (AR2), de acordo com a proposta de Ratz e Motokane (2016). Para análise das interações discursivas na resolução da problemática norteadora (Figura 1).





Figura 1 - Argumento de Referência 1



Fonte: Pesquisa direta, 2021.

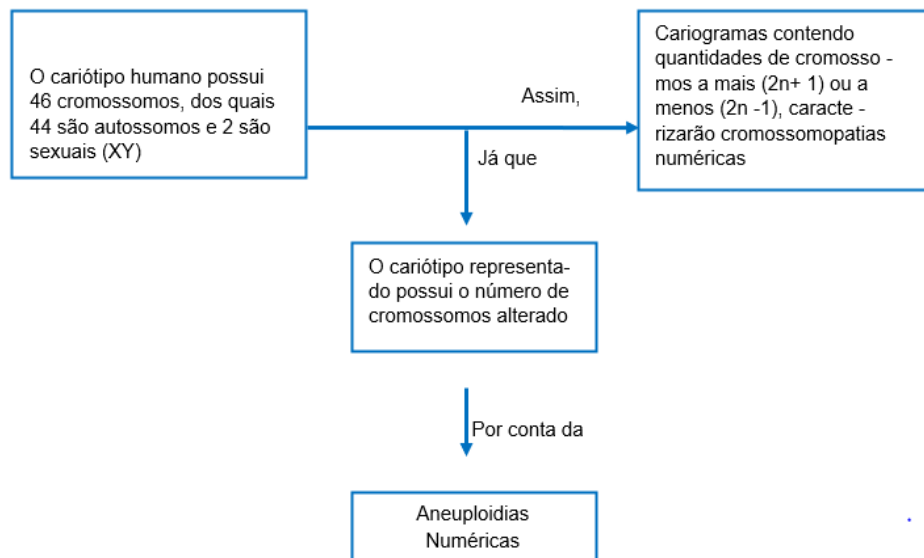
Para análise das argumentações proferidas na resolução da problemática investigativa complementar “Investigando cromossomopatias a partir da análise e montagem de um cariógrama” (Apêndices), tomaremos como parâmetro o AR2 (Figura 2).







Figura 2 - Argumento de Referência 2



Fonte: Pesquisa direta, 2021.

Em consonância com os itens do Padrão de Argumento de Toulmin para identificação e validação dos movimentos epistêmicos, concedidos na elaboração das hipóteses e conclusões, com vista à resolução das situações problemas contemplados na SEI, foram elencados 2 (dois) grupos de categorias: o primeiro para avaliar as hipóteses e o segundo para validar as conclusões. As categorias de avaliação das hipóteses são: 1) Totalmente sustentada, 2) Parcialmente sustentada, 3) Refutada. As categorias de validação das conclusões são: 1) Totalmente validada, 2) Parcialmente validada, 3) Invalidada (Quadro 1).





Quadro 1 - Sistema de Categorias para análise dos Movimentos Epistêmicos

Movimentos Epistêmicos	HIPÓTESES	CATEGORIA	DESCRIÇÃO
		Totalmente Sustentada	Hipóteses construídas conforme o argumento referencial.
Parcialmente Sustentada	Hipóteses construídas parcialmente conforme o argumento referencial.		
Refutada	Hipóteses construídas em desacordo com o argumento referencial e por isso foram refutadas.		
CONCLUSÕES	Totalmente validada	Conclusões construídas conforme o argumento referencial.	
	Parcialmente validada	Conclusões construídas parcialmente conforme o argumento referencial.	
	Invalidada	Conclusões construídas não se ajustam ao argumento referencial.	

Fonte: Pesquisa direta, 2021.






O AR1 e AR2 são usados para identificação dos argumentos e elaboração das hipóteses e conclusões em respostas às questões investigativas. Posteriormente, poderão ser feitas as categorizações, para facilitar a visualização da passagem do levantamento de hipóteses à construção de conclusões, mediante mobilização das interações discursivas entre mediador e alunos.

Assim, a aplicação será realizada em 6 (seis) etapas, distribuídas em 3 (três) aulas remotas de 50 minutos cada. Todos os recursos midiáticos contemplados nesse trabalho têm como pretensão aumentar a motivação e engajamento do aluno para a aprendizagem. Portanto, as ferramentas e plataformas terão orientações sobre o uso, para que os discentes desenvolvam, em aulas síncronas e assíncronas, as atividades investigativas delineadas na presente proposta, cuja execução ocorrerá majoritariamente em grupo, conforme planejamento descrito no quadro síntese abaixo.














## QUADRO SÍNTESE

Etapa/Aula	Aula	Tema/Conceito	Descrição da Atividade/Metodologia	Execução/ Ferramenta Digital
1	1 Síncrona	Citogenética: estudos das aneuploidias numéricas	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Apresentação e discussões sobre o tema, com a formação de nuvens de palavras;</li> <li>- Orientações sobre as atividades e uso das ferramentas digitais presentes nessa abordagem;</li> <li>- Organização dos grupos.</li> <li>- Solicitação de Mapa conceitual (Divisão celular)</li> <li>- <b>Apresentação da questão investigativa norteadora.</b></li> <li>- Elaboração e apresentação das hipóteses relacionadas à resolução da problemática norteadora, sem auxílio de pesquisa.</li> </ul>	    





2	1 Assíncrona	A meiose e aneuploidias cromossômicas numéricas.	<p><b>Postagens de (a):</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Questão investigativa norteadora para reflexão e avaliação das hipóteses apresentadas na aula anterior;</li> <li>- Vídeo sobre o tema Citogenética;</li> <li>- <b>Atividade complementar: investigando cromossomopatias a partir da análise e montagem de cariograma.</b></li> </ul>	    
			<ul style="list-style-type: none"> <li>- Análise e avaliação das hipóteses elaboradas na resolução da questão investigativa norteadora, após pesquisas acerca do tema;</li> <li>- Conclusão da questão investigativa norteadora;</li> <li>- Elaboração de hipóteses que solucione a atividade: investigando cromossomopatias a partir da análise e montagem de cariograma, sem consulta prévia.</li> </ul>	   
















3	2 Síncrona	Análise de cariógramas e aneuploidias cromossômicas numéricas.	<p><b>Apresentação da(s):</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Conclusões elaboradas a partir de dados obtidos e comparações com as hipóteses, formuladas na fase de conceitualização na etapa anterior;</li> <li>- Hipóteses passíveis de solucionar a <b>atividade: investigando cromossomopatias a partir da análise e montagem de cariógramas</b>, sem consulta prévia.</li> </ul>	
			<ul style="list-style-type: none"> <li>- Exibição de vídeo motivador</li> <li>- Apresentação das ferramentas digitais a serem utilizadas na elaboração de cartaz e apresentação das conclusões obtidas nas resoluções de problemas;</li> <li>- Solicitação de uma produção textual sobre cromossomopatias humanas.</li> </ul>	














4	2 Assíncrona	Classificação dos cromossomos conforme a posição do centrômero e critérios de organização do cariótipo.	<p><b>Postagens dos links do:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Capítulo de livro relacionado ao tema;</li> <li>- <i>Padlet</i>;</li> <li>- <i>Canva</i>.</li> </ul>	  
			<ul style="list-style-type: none"> <li>- Análise e avaliação das hipóteses elaboradas na resolução da atividade: investigando cromossomopatias, após estudos e pesquisa acerca do tema;</li> <li>- Confecção de um cartaz, para apresentação das características da síndrome e <i>post</i> no <i>Padlet</i>.</li> </ul>	     
			<ul style="list-style-type: none"> <li>- Produção textual sobre cromossomopatias humanas, seguido de <i>post</i> no <i>Google Classroom</i>.</li> </ul>	 





5	3 Síncrona	Estudos citogenéticos	- Socialização dos resultados obtidos na resolução dos problemas contemplados na SEI.	 e  <b>ALUNO</b>    padlet
6	3 Assíncrona	Ensino por investigação.	Aplicação do questionário avaliativo acerca da avaliação da percepção dos discentes, frente às atividades e ao tipo de abordagem desenvolvida no ensino e aprendizagem da Citogenética.	 e  <b>ALUNO</b>   Google Forms

## DESCRIÇÃO DAS ETAPAS

### Etapa 1- Aula 1 (Síncrona): Discussão e avaliação das concepções prévias e apresentação da questão investigativa norteadora da SEI.

Os trabalhos de aplicação da SEI serão iniciados de modo síncrono na plataforma *Google Meet* e auxiliado pelo aplicativo *WhatsApp*, lançando-se o questionamento: Que palavra você relaciona ao estudo da Citogenética?





Os termos citados formarão uma nuvem de palavras, usando-se a ferramenta interativa *Mentimeter*, cuja composição suscitará discussões sobre o tema exposto, a fim de se avaliar as concepções prévias, instigando recordações e saberes obtidos nas séries/vivências anteriores. Diante da análise das referidas concepções prévias, poderá ser oportuna a retomada de maneira breve do conteúdo de divisão celular, como sugestão, propomos a confecção de mapas conceituais para os grupos de estudantes apresentarem no encontro síncrono posterior.

Em seguida, o professor apresentará a questão investigativa norteadora (Figura 1), explicando e orientando-os a elaborarem hipóteses sem o auxílio de pesquisa.

Figura 1 - Questão investigativa norteadora da SEI.

**QUESTÃO INVESTIGATIVA NORTEADORA**

A **meiose** é um tipo de divisão celular que origina quatro células-filhas com metade do número de cromossomos. Nesse processo, verificamos duas divisões celulares consecutivas, as quais são denominadas de **meiose I** e **meiose II**. Analisando os gametas produzidos após a meiose, representadas nos esquemas **A** e **B**, explique a causa da alteração no número de cromossomos dessas células.

**A**

**B**

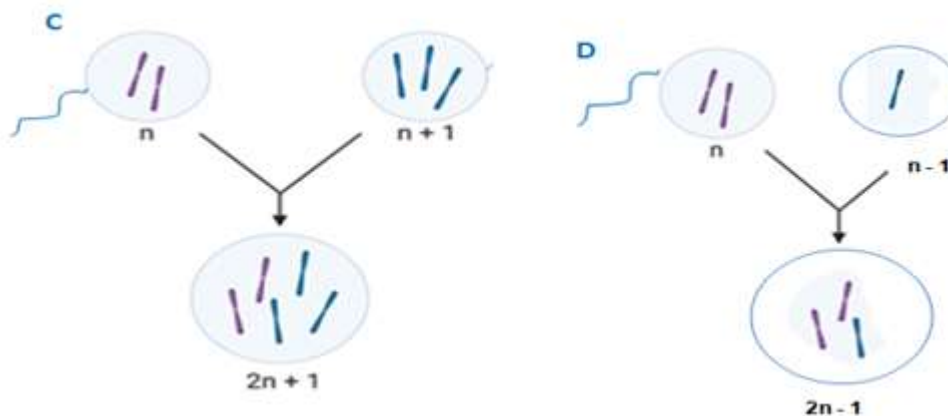
Fonte: Adaptado de Khan, 2021.







O que essa variação, poderá ocasionar no fenótipo de uma pessoa originada a partir da fecundação dos gametas com o número de cromossomos  $n+1$  e  $n-1$ , representados respectivamente nos esquemas C e D?



Fonte: Adaptado de Khan, 2021.

## Etapa 2- Aula 1 (Assíncrona): Postagens das atividades investigativas norteadora e complementar.

O professor mediador fará a postagem na sala do *Google Classroom* do *link* (<https://youtu.be/78a4HSIPimU>) de um vídeo acerca do tema, disponibilizado na plataforma digital *YouTube* e da questão investigativa norteadora da SEI, para que os alunos possam refletir e avaliar as hipóteses apresentadas anteriormente. Após consulta bibliográfica em fontes indicadas (*sites*, artigos, livros, revistas, etc.) e a visualização do vídeo, poderão elaborar hipóteses e conclusões, acerca da problemática apresentada. O professor, de forma colaborativa com os alunos, poderá propor eventuais correções, caso considere necessário. Os arquivos do material a ser empregado deverão ser disponibilizados (Apêndice) e também a atividade complementar – ‘Investigando Cromossomopatias’.





Quanto à atividade supracitada, os alunos farão a análise e montagem de um cariograma, devendo receber orientações para reunirem-se por meio da plataforma *Google Meet* e organizar o esquema dos cromossomos, solucionando os questionamentos sem consultas prévias e reorganizando os *slides* para apresentação de hipóteses. Nessa atividade, cada grupo receberá uma cromossomopatia, a saber: Síndromes de *Down*, *Edwards*, *Patau*, *Klinefelter* e *Turner*. Ficarà acordado que na próxima aula síncrona, os alunos apresentarão os resultados da investigação norteadora e as hipóteses elaboradas na resolução da atividade complementar.

**Etapa 3- Aula 2 (Síncrona): Apresentação das conclusões e hipóteses elaboradas na resolução das situações problemas propostas nas atividades investigativas norteadora e complementar.**

Reunidos na sala do *Google Meet*, os grupos farão a apresentação das conclusões elaborada na resolução da questão problema norteadora. Nesse momento, o professor mediador promoverá interações argumentativas que facilitarão a estruturação de raciocínios e a troca de experiência entre os pares.

Em seguida, o docente solicitará aos estudantes a apresentação das hipóteses lançadas na resolução da atividade complementar: 'Investigando cromossomopatias a partir da análise e montagem de cariograma'. Ao final das apresentações, cada grupo enviará as resoluções acerca da montagem do cariograma e o cartaz elaborado, utilizando a plataforma de *designer* gráfico *Canva*, para divulgação das conclusões emitidas na resolução da atividade investigativa complementar e precedida de consulta dos materiais enviados na *Google Classroom*.





Feito o cartaz, o grupo fará a divulgação na ferramenta digital *Padlet*. Além destas, enviarão uma produção textual individual sobre cromossomopatias humanas na plataforma *Google Classroom*.

**Etapa 4- Aula 2 (Assíncrona): Conclusão da atividade investigativa complementar e confecção de cartazes e textos acerca do tema.**

O professor disponibilizará na sala *Google Classroom*, os *links* da ferramenta *Padlet* e do capítulo de livro que aborda a classificação dos cromossomos conforme a posição do centrômero e critérios de organização do cariótipo. Realizada a consulta do material e pesquisa em outras fontes, os grupos de aprendizes reunir-se-ão na sala do *Google Meet* para analisar e avaliar a montagem do cariógrama e as hipóteses elencadas na resolução da atividade investigativa complementar. Concluídas as eventuais correções, cada grupo confeccionará um cartaz a partir do uso da plataforma *Canva*, conforme orientações do professor mediador e farão o *post* no mural virtual *Padlet*. Ao final, os alunos produzirão individualmente textos sobre cromossomopatias/anomalias cromossômicas humanas e enviarão na plataforma *Google Classroom*.

**Etapa 5- Aula 3 (Síncrona): Socialização dos resultados obtidos na resolução dos problemas contemplados na SEI.**

Momento em que professor mediador e discentes irão se reunir na sala do *Google Meet* para o fechamento das atividades desenvolvidas acerca do tema. Avaliando-se qualitativamente todo o processo percorrido nas aulas síncronas e assíncronas da abordagem, promovendo o compartilhamento e a divulgação dos conhecimentos construídos em ambiente virtual.





### **Etapa 6- Aula 3 (Assíncrona): Aplicação do questionário para avaliação da percepção dos discentes frente às atividades e abordagem desenvolvidas.**

Poderá ser aplicado um questionário composto de dez perguntas abertas, para avaliar a percepção dos discentes, diante das atividades e ao tipo de abordagem desenvolvida no ensino da Citogenética, por meio do *Google forms*.

### **AVALIAÇÃO**

A avaliação das aprendizagens construídas será processual e contínua, considerando os avanços e dificuldades observados no desenvolvimento das atividades propostas pelos alunos, levando-se em consideração não apenas os saberes conceituais, mas os procedimentais e atitudinais, visto que estes, envolvem valores e postura ética que são fundamentais para a (con)vivência em sociedade. Além disso, para fins de registro, as atividades desenvolvidas poderão ser avaliadas para quantificação das notas ou conceitos.

### **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A abordagem usada possibilitou maior envolvimento dos alunos com o conteúdo, tornando-os ativos na construção do conhecimento no estudo da Citogenética. A pluralidade de estratégias e dos recursos midiáticos utilizados no desenvolvimento das atividades e na divulgação dos resultados obtidos, ofereceram condições para o surgimento das argumentações escrita e/ou dialogada.





A aproximação dos alunos com as ferramentas digitais tornou o ensino e aprendizagem mais dinâmicos e dialógicos, contrapondo-se ao ensino memorístico e descontextualizado. Contudo, a abordagem investigativa quando desenvolvida em ambiente virtual, dificulta a observação de linguagens não verbais, como gesticulações e expressões de dúvidas ou mesmo desinteresse e abstrações durante a aula, ainda que todos ligassem as câmeras, não viabilizaria essas percepções.

Os objetivos propostos para esta aplicação foram alcançados, visto que houve aceitação da metodologia pelos os alunos, mesmo na modalidade de ensino remoto. O ensino investigativo com problemas que contempla esquemas, imagens, desenhos dentre outros meios semióticos, fornecem subsídios e clareza que possibilitam a análise e o levantamento de hipóteses na resolução de problemas.

Ante o exposto, evidenciou-se que os conhecimentos prévios dos estudantes devem ser levados em consideração quando almejamos a construção de novos saberes e a análise das argumentações. Diante disso, o emprego dos AR1 e AR2, construídos em consonância com o modelo de Toulmin, facilitaram análises e categorizações dos movimentos epistêmicos desenvolvidos no processo investigativo.

Portanto, a abordagem investigativa como uma forma de ensinar, promove melhor apropriação do discurso dos alunos, quando os mesmos conseguem organizar o pensamento, fazendo uso de termos relacionados aos conteúdos científicos, seja no ambiente escolar ou em outras situações. Nesse sentido, a continuação e divulgação desta abordagem serão de grande valia para que outros alunos e professores possam desfrutar dos benefícios demonstrados ao longo deste trabalho.





## REFERÊNCIAS

GONÇALVES-SEGUNDO, Paulo Roberto. A configuração funcional da argumentação epistêmica: uma releitura do layout de Toulmin em perspectiva multidisciplinar. **Bakhtiniana: Revista de Estudos do Discurso**, São Paulo, v. 15, n. 3, p. 236-266, 2020.

GRIFFITHS, Anthony. J. F.; WESSELER, Susan R.; DOEBLEY, John. **Introdução à Genética**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2016.

RATZ, Sofia Valeriano Silva; MOTOKANE, Marcelo Tadeu. A construção dos dados de argumentos em uma sequência didática investigativa em ecologia. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 22, n. 4, p. 951-973, 2016.

## APÊNDICES

Link dos slides (Problema 1 e 2): <https://drive.google.com/drive/folders/1AswP0I2ZsYTqdFLHA2-wUOUI-T0otR3?usp=sharing>

KHAN Academy, Aneuploidia e rearranjos cromossômicos, c2021. Disponível em: <https://pt.khanacademy.org/science/biology/classical-genetics/sex-linkage-non-nuclear-chromosomal-mutations/a/aneuploidy-and-chromosomal-rearrangements>. Acesso em: 20 fev. 2021.

Divulgação dos cartazes para socialização das características fenotípicas das cromossomopatias trabalhadas com os discentes na SEI.

<https://padlet.com/proffrancimeire/Bookmarks>. Acesso em: 07 maio. 2021.





Questionário a ser aplicado ao final da aplicação da SEI, para avaliar a percepção dos discentes, frente à metodologia, e registrar a opinião dos envolvidos.

### **PERCEPÇÃO DOS DISCENTES DAS ATIVIDADES E METODOLOGIA PROPOSTA**

**Q1.** As atividades desenvolvidas despertaram o interesse em estudar e desenvolver suas habilidades educativas? Justifique sua resposta.

**Q2.** Qual a sua opinião estudar citogenética (aneuploidias numéricas) a partir da resolução de atividades investigativas?

**Q3.** Durante a execução das atividades, houve trocas de experiências entre os integrantes de seu grupo? Em caso afirmativo, descreva.

**Q4.** Trabalhar em grupo ajudou ou dificultou a aprendizagem do conteúdo abordado? Por quê?

**Q5.** A utilização das Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDICs), no contexto escolar, ajudou ou dificultou o desenvolvimento das atividades propostas? Por quê?

**Q6.** Você acha que essa abordagem (ensino por investigação) favoreceu a aprendizagem quando comparada com aulas expositivas e leituras do livro didático de forma exclusiva? Justifique.

**Q7.** Você achou fácil a proposição de soluções para as questões propostas a partir da pesquisa e estudo nas fontes de pesquisas recomendadas?





**Q8.** Você gostaria que essa abordagem para apresentar outros temas fosse contemplado outras disciplinas? Se sim, especifique-as.

**Q9.** Em uma autoavaliação, de 0 a 10, que nota você se atribuiu pelo desenvolvimento do trabalho? Por quê? Lembrando que 0 é nenhum envolvimento e 10 muito envolvimento.

**Q10.** Em uma escala de 0 a 10, qual é o seu nível de satisfação com a metodologia trabalhada? Por quê? Lembrando que 0 é nada satisfeito e 10 muito satisfeito.





## CAPÍTULO 2

# 3. SEQUÊNCIA DIDÁTICA

**TEMA: PROCESSOS EVOLUTIVOS DE ESPECIAÇÃO E ANCESTRALIDADE COMUM: ANÁLISE DO ENSINO E DISCURSOS NO AMBIENTE VIRTUAL**

A Sequência de Ensino investigativa (SEI) foi elaborada na perspectiva de ensino em ambiente virtual, podendo ser adaptada para o ensino presencial. Contempla etapas que permeiam práticas epistêmicas, na qual os alunos articularão os próprios saberes ao elaborar hipóteses, apresentando soluções na construção e significação dos estudos; análises de vídeo, representações imagéticas acerca dos processos evolutivos de maneira síncrona, com uso do *chat* e, assincronamente, postando as hipóteses e conclusões na plataforma *Google Classroom*.

A SEI refere-se ao ensino de evolução, utilizando-se Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDIC) com a finalidade de ajudar a aproximar de forma natural, os discentes das ferramentas cotidianamente manuseadas. Portanto, os fenômenos biológicos podem ter suas compreensões facilitadas por animações e recursos audiovisuais.

Os recursos midiáticos (*internet* e vídeo) e as representações multimodais, tais como: verbais, gráficas e pictóricas, contemplados nesse trabalho, refletirão na ludicidade, ajudarão a aumentar a motivação e promover Aprendizagem Significativa (AS) de conceitos pelos educandos.





## IDENTIFICAÇÃO

Público-alvo: 3º ano do Ensino Médio (Unidade Escolar Maria de Lourdes Rebêlo)

Áreas envolvidas: Biologia/Evolução

Professora: Francimeire Gomes de Pinho

Etapas: 2 (duas)

Duração: 3 aulas

## OBJETIVO GERAL

- Promover a aprendizagem e estudos dos processos de especiação evolutiva e ancestralidade comum, a partir da abordagem investigativa, utilizando representações imagéticas no ambiente virtual.

## OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Entender os mecanismos evolutivos que promovem a adaptação dos seres vivos;
- Interpretar imagens relacionando-as aos fenômenos que levam à diversidade biológica e ao surgimento de novas espécies;
- Demonstrar, a partir de representações gráficas, os tipos de seleção natural e a relação de ancestralidade comum (construção de cladograma) entre as espécies.





## TEMA ABORDADO

Processos evolutivos de especiação.

## RECURSOS

Aplicativo *WhatsApp* e *Sway*, imagens alusivas à especiação, *notebook*, Plataformas: *Google Classroom*, *Google Meet*, *Wordwall* e *You Tube*; Programa *PowerPoint* e *Smartphone*. As ferramentas e plataformas estão disponíveis *online* e de forma gratuita, sendo necessário apenas cadastrar-se utilizando uma conta de *e-mail* ou de uma rede social.

## METODOLOGIA

Para analisarmos o objetivo: “Promover a aprendizagem e estudos dos processos de especiação evolutiva e ancestralidade comum, a partir da abordagem investigativa, utilizando representações imagéticas no ambiente virtual” da proposta da SEI, poderemos analisar o raciocínio indutivo desenvolvido na aprendizagem de conceitos e, mediante confirmação das hipóteses e construção de explicações e/ou conclusões dos processos evolutivos de especiação pelos discentes, os quais revelem os indicadores da AC que contribuíram diretamente para a AS (SASSERON, 2008).





O planejamento e ações requeridas na mediação, nas diferentes dimensões de competências científicas, que promovam a AC e consequente AS pelo aluno, podem ser realizados conforme esquematizado no diagrama (Figura 1), utilizando-se a Metodologia de Resolução de Problemas como Investigação (MRPI) (AZNAR; MARTÍNEZ, 2013, 2014) facilitando, assim, a compreensão dos caminhos a serem seguidos para a resolução dos problemas propostos na SEI. Afinal,

o MRPI está inserido nos métodos investigativos, ou seja, os alunos trabalham em grupos cooperativos, enfrentam situações abertas contextualizadas que devem reformular e definir com precisão, devem identificar o que sabem e o que precisam saber, afirmar e contrastar alternativas de soluções e decidir como proceder para chegar a uma solução possível” (AZNAR; MARTÍNEZ, 2014, p.471).

Figura 1 – Diagrama geral da MRPI.



Fonte: Adaptado de Aznar; Martín (2014).



Assim, a natureza cíclica da MRPI ajudará na elaboração de práticas pedagógicas e escolha dos métodos mais adequados a serem utilizados em sala de aula, para que se alcance os objetivos delineados na proposta, por meio da abordagem investigativa.

O professor poderá utilizar os dez indicadores da AC propostos por Sasseron (2015), agrupados em quatro categorias (Quadro 1) por Ferraz e Sasseron (2017) e, ainda, o Padrão de Argumento de Toulmin, conforme Gonçalves-Segundo (2020) (Figura 2) para analisar as interações argumentativas (hipóteses e conclusões) construídas pelos educandos ao longo do intercurso investigativo das aulas.

Quadro 1 – Categorização dos Indicadores da AC.

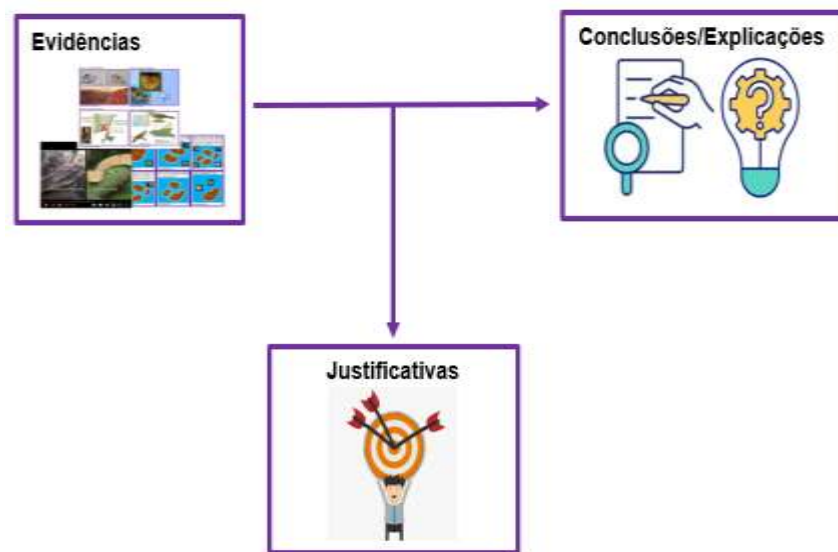
CATEGORIAS	INDICADORES DA ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA (AC)	
<b>1. Trabalho com dados disponíveis</b>	1. Seriação de informação	Instauração de bases, apoios para a ação investigativa.
	2. Organização de informação	Emerge a partir da busca da organização dos dados, onde ideias são lembradas.
	3. Classificação de informação	Procuram-se particularidades para os dados alcançados, relacionando-os.
<b>2. Obtenção de dados e delimitação de variáveis</b>	4. Levantamento de hipótese	Elaboração conjecturas/afirmações ou perguntas.
	5. Teste de hipótese	Conjecturas/afirmações são postas à prova.
<b>3. Estabelecimento de explicações e construção de conclusões</b>	6. Justificativa	Afirmações feitas com segurança.
	7. Previsão	Ação ou fenômeno é confirmado guiado de certos episódios.
	8. Explicação	Informações e hipóteses já construídas são relacionadas.
<b>4. Apropriação e comunicação das ideias em caráter científico</b>	9. Raciocínio lógico	Denota a maneira com que as ideias/pensamentos são desenvolvidos e apresentados.
	10. Raciocínio proporcional	Revelar a maneira como se estrutura o pensamento e como as variáveis se relacionam.

Fonte: Adaptado de Sasseron (2015) e Ferraz e Sasseron (2017).



O modelo de Toulmin (Figura 2) poderá ser utilizado como parâmetro para validação da argumentação desenvolvida. Categorizando como: Ajustada, Parcialmente ajustada e Não ajustada, conforme a análise da coerência cognitiva explicitada na argumentação do estudante ao solucionar os Problemas 1 e 2.

Figura 2 – Representação do modelo de argumento de Tolmin.



Fonte: Pesquisa direta, 2021.


O padrão de Toulmin é uma ferramenta analítica que abrange algumas dimensões da análise argumentativa e, juntamente com a MRPI e os indicadores da AC, facilitará o estudo das práticas epistêmicas concebidas pelos educandos, que viabilizarem a AS dos processos evolutivos de especiação abordados na SEI.



















A aplicação da SEI poderá ser realizada em duas etapas, distribuídas em três aulas com duração de 50 minutos cada, em ambiente virtual. Os recursos midiáticos (*internet* e *vídeo*) e as representações multimodais, tais como: verbais, gráficas e pictóricas, contemplados nesse trabalho, refletirão ludicidade, ajudarão a aumentar a motivação e promoverá Aprendizagem Significativa (AS) de conceitos pelos educandos. Poderá solicitado aos discentes o desenvolvimento de atividades investigativas em aulas síncronas, com resoluções de problemas individualmente ou em grupo, mediante interações discursivas verbais (*microfone*) e escritas (*chat*) na Plataforma *Google Meet*; e assíncronas, com a elaboração de gráficos para resolução e explicação dos questionamentos, conforme planejamento no quadro síntese abaixo.

#### QUADRO SÍNTESE DE SEENVOLVIMENTO DAS ATIVIDADES DA SEI

Etapa/ Aula	Tema/Conceito	Descrição da Atividade/Metodologia	Execução/ Ferramenta Digital
1 Síncrona	Evolução biológica: conceitos e mecanismos envolvidos.	<p><b>Conversa informal sobre a evolução biológica</b></p> <p>- Análises das concepções prévias sobre o tema, utilizando-se a roda aleatória de palavras (<i>Wordwall</i>) e bate papo (<i>chat</i>);</p> <p><b>Apresentação dos Problemas 1 e 2;</b></p> <p>-Elaboração e apresentação das hipóteses (Problema 1), sem auxílio de pesquisa.</p>	

1	2 Assíncrona	<p>Tipos de seleção natural: direcional, estabilizadora e disruptiva</p> <p>Tipos de especiação: alopátrica, peripátrica, simpátrica e paraprátrica.</p>	<p><b>Postagens de (o):</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Vídeo do <i>You Tube</i> sobre a jararaca ilha (<i>Bothrops insulares</i>);</li> <li>- Problema 2.</li> </ul> <hr/> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Visualização do vídeo no <i>You Tube</i> sobre a jararaca ilha (<i>Bothrops insulares</i>);</li> <li>- Elaboração das hipóteses (Problema 2), sem auxílio de pesquisa, seguido de postagem na sala <i>Google Classroom</i>.</li> </ul>	    <hr/>    
2	3 Síncrona	<p>Especiação como geradora de diversidade biológica e ancestralidade comum.</p>	<p><b>- Apresentação da resolução do Problema 2</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Apresentação das conclusões elaboradas a partir da confecção de gráfico e cladograma, após análise do vídeo e das representações imagéticas contidas no referido problema;</li> <li>- Socialização dos resultados obtidos na resolução das problematizações contempladas na SEI.</li> </ul>	     







## DESCRIÇÃO DAS ETAPAS

**Etapa 1- Aula 1 (Síncrona): Análise das concepções prévias e apresentação do problema 1.**

Os trabalhos de aplicação da poderão ser iniciados de modo síncrono na plataforma *Google Meet*, com o auxílio da ferramenta *Wordwall*, para criar uma roda informal (Figura 3) contendo a pergunta “O que você sabe sobre?” no centro, e as palavras ‘evolução, mutação, variabilidade, seleção natural, deriva genética, efeito fundador, fluxo gênico, anagênese, cladogênese e especiação’, dispostas na extremidade da roda. Estas, deverão lançadas aleatoriamente aos discentes, com o intuito de promover discussões e argumentações verbais (microfone) e/ou escritas (*chat*), a fim de avaliar as concepções prévias.

Figura 3 – Roda aleatória (*Wordwall*).



Fonte: Pesquisa direta, 2021.





Em seguida, será apresentado o Problema 1 (Figura 4) e solicitado aos alunos engajamento na escolha e análise de duas imagens relacionadas aos tipos de especiação, a saber: alopátrica, peripátrica, simpátrica e parapátrica. Posteriormente, elaborarão hipóteses que justifiquem as transformações ocorridas no ambiente e na diversificação da população, evidenciadas nas imagens contidas no Problema 1. Após a resolução, os estudantes apresentarão as hipóteses, como será sucedido na participação da atividade anterior. Ao finalizar a aula, deverá ser exibido o Problema 2, elucidando dúvidas na interpretação e execução do mesmo.

Figura 4 – Questão investigativa sobre especiação (Problema 1).

**Problema 1**

Sabendo que a seleção natural, poderá levar a grandes transformações nos seres vivos ao longo do tempo, e assim como a deriva gênica e o fluxo gênico, alteram a frequência de alelos em diferentes populações, o que poderá produzir linhagens diferentes de uma mesma espécie. Analise as imagens (Figuras 1, 2, 3 e 4), relacionadas aos tipos de especiação (alopátrica, peripátrica, simpátrica e parapátrica) e elabore hipóteses, que justifiquem as transformações ocorridas no ambiente, e na diversificação de cada uma das populações ao longo do tempo.





Figura 1 - Especiação Alopátrica.



Fonte: labs.icb.ufmg, 2018.

Figura 2 - Especiação Peripátrica.



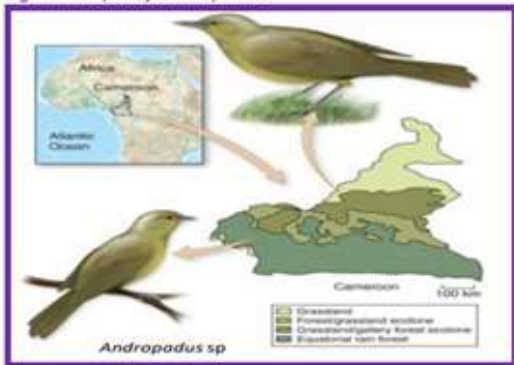
Fonte: Prezi, 2014.

Figura 3 - Especiação Simpátrica.



Fonte: labs.icb.ufmg, 2018.

Figura 4 - Especiação Parapátrica.



Fonte: labs.icb.ufmg, 2018.

Fonte: Pesquisa direta, 2021.

**Etapa 1- Aula 2 (Assíncrona): Resolução do Problema 2 e postagens do vídeo como material exploratório e motivador**

O professor mediador fará a postagem na sala do *Google Classroom* do link para acesso ao vídeo 'Jararaca ilhoa', disponível na plataforma digital *YouTube*.





Os estudantes irão assistir, anotar os dados solicitados no Problema 2 (Figura 5), elaborar hipóteses (digitando ou escrevendo no próprio caderno), sendo, posteriormente, fotografadas e postadas na plataforma *Google Classroom* e, por fim, socializadas na turma na aula síncrona posterior.

Figura 5 – Questão investigativa sobre seleção natural e ancestralidade comum (Problema 2).

### Problema 2

a) Assista ao vídeo no *You Tube* sobre a evolução da jararaca ilhoa (<https://youtu.be/-QSfk6kTkjs>), anote as características decorrentes da pressão seletiva que levou ao surgimento da espécie jararaca ilhoa (*Bothrops insulares*) a partir da jararaca continental (*B. jararaca*), e construa um gráfico para representar o tipo de seleção natural evidenciada.

b) Considerando-se a situação hipotética relacionada a um grupo de aves do arquipélago de Galápagos, documentada por Charles Darwin (Figuras t0, t1, t2, t3 e t4), sendo t0, o período inicial, e t4 o mais recente, onde ocorreram processos de movimentação das placas tectônicas, levando à formação do arquipélago (conjunto de ilhas) e o surgimento das espécies de pássaros X, Y, A, B, C, D e E, a partir da espécie W.

Construa um cladograma que represente a ancestralidade entre as diversas linhagens de pássaros surgidas ao longo de t0 a t4. As populações de pássaros A e B (Figura t5), agora em contato com união das ilhas ao qual pertencem, poderão se cruzar e gerar descendentes férteis? Justifique.





Fonte: Pesquisa direta, 2021.

## **Etapa 2- Aula 3 (Síncrona): Apresentação da resolução do Problema 2 e socialização das atividades desenvolvidas**

Reunidos na sala do *Google Meet*, os grupos realizarão a apresentação das conclusões elaboradas na resolução do Problema 2, momento em que os discentes divulgarão os resultados e compartilharão experiências, a partir das interações argumentativas, estruturando raciocínios e trocando experiências.





O docente, conforme avaliação quantitativa e/ou qualitativa de todo o processo (aulas síncronas e assíncronas), poderá utilizar o aplicativo Sway (<https://sway.office.com/ooA98TgCyDaYI2j5?ref=Link>) para expor os resultados (conceitos, interpretações imagéticas e construção de gráficos e cladogramas) produzidos pelos estudantes na resolução dos problemas, após os estudos dos processos evolutivos de especiação, provendo assim, a sistematização dos conhecimentos sobre o tema em estudo.

O momento de socialização terá a retomada do caminho percorrido nas aulas síncronas e assíncronas durante a abordagem do conteúdo, promovendo o compartilhamento e a divulgação dos saberes construídos em ambiente virtual.

## **AVALIAÇÃO**

A avaliação será processual, a partir das produções e da participação dos alunos no desenvolvimento das atividades, considerando os conhecimentos conceituais, procedimentais e atitudinais adquiridos na aprendizagem. O professor poderá estabelecer uma nota quantitativa em cada uma das etapas e atividades desenvolvida na SEI, para fins de registro.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

O ensino por investigação possibilita o uso de variadas estratégias didáticas, dentre elas as representações imagéticas, construção de gráficos e cladogramas. Essa abordagem estimulou os discentes a coletarem dados, formularem hipóteses, explicações e justificativas para argumentações escritas e/ou dialogadas.





O emprego da metodologia de resolução de problemas de investigação ajudou no planejamento das atividades investigativas e ações necessárias durante a mediação do ensino, desenvolvendo nos estudantes competências científicas, promovendo a alfabetização científica e, por conseguinte, a aprendizagem significativa.

As atividades investigativas tornaram a aprendizagem dos processos evolutivos motivadoras, significantes e relevantes, contribuindo, desse modo, para a aquisição de habilidades relacionadas ao fazer científico.

A evidência dos indicadores da AC, ao longo dos discursos proferidos pelos estudantes, demonstrará o grau de envolvimento na promoção de atitudes e habilidades.

Portanto, a abordagem investigativa como estratégia de ensino mostrou-se promissora na organização do discurso dos alunos, promovendo e valorizando suas ações, a partir do compartilhamento, ampliação e divulgação dos conhecimentos construídos no ambiente virtual.

## REFERÊNCIAS

AZNAR, Maria Mercedes Martínez; MARTÍN, Ana Isabel Bárcena. Una Actividad de indagación en una aula de diversificación: "¿ Es beneficioso masticar bien para realizar una buena digestión?". **Educació Química**, Madrid, n.14, p. 19-28, 2013.

FERRAZ, Arthur Tadeu; SASSERON, Lúcia Helena. Propósitos epistêmicos para a promoção da argumentação em aulas investigativas. **Investigações em Ensino de Ciências**, São Paulo, v. 22, n. 1, p. 42-60, 2017.

GONÇALVES-SEGUNDO, Paulo. Roberto. A configuração funcional da argumentação epistêmica: uma releitura do layout de Toulmin em perspectiva multidisciplinar. **Bakhtiniana: Revista de Estudos do Discurso**, São Paulo, v. 15, n. 3, p. 236-266, 2020.





MARTÍNEZ, Fernando Pavón; AZNAR, Maria Mercedes Martinez. La metodología de resolución de problemas como investigación (MRPI): una propuesta indagativa para desarrollar la competencia científica en alumnos que cursan un programa de diversificación. **Enseñanza de las Ciencias: Revista de Investigación y Experiencias Didácticas**, Madrid, v. 32, n. 3, p. 469-492, 2014.

SASSERON, Lúcia Helena. Alfabetização científica, ensino por investigação e argumentação: relações entre ciências da natureza e escola. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 17, n. especial, p. 49-67, 2015.







### CAPÍTULO 3

## 4. SEQUÊNCIA DIDÁTICA

**TEMA: INVESTIGANDO A SUCESSÃO ECOLÓGICA A PARTIR DA CONSTRUÇÃO DE MODELOS DIDÁTICOS: OPORTUNIDADES DE APRENDIZAGENS CONCEITUAIS, ATITUDINAIS E PROCEDIMENTAS**

A Ecologia é uma Ciência que agrega conhecimentos de diversas áreas científicas (estabelecendo relações com a Matemática, a Física, a Engenharia, a Biologia molecular e até mesmo com as Ciências Sociais), permeando o pensamento evolutivo (SANTOS; LANDIM, 2020). Essa subárea das Ciências Biológicas assume o objetivo de investigar e compreender as relações que os seres vivos mantêm entre si e com o ambiente (SENICIATO; CAVASSAN, 2009) e pode suscitar mudanças sociais nas relações mantidas entre seres vivos e o ambiente (MACIEL; TEICHMANN; GULLICH, 2018).

Apesar da Ecologia ter produzido um vasto conhecimento relacionado aos ecossistemas e relações entre seres vivos, rotineiramente nos deparamos com literaturas abordando conceitos controversos sobre o seu real significado e ligação com comportamentos que se relacionam com a educação ambiental (MACIEL; TEICHMANN; GULLICH, 2018).

A sucessão ecológica, conceito abordado dentro da subárea Ecologia, consiste em um “processo de mudanças que leva à formação ou recuperação natural de uma vegetação, no qual diferentes comunidades se substituem ou sucedem em um mesmo lugar com o tempo, foi então chamado de sucessão ecológica” (BRANCALION; GANDOLFI; RODRIGUES, 2015, p.136).





A Sequência de Ensino Investigativa (SEI) conta com diversas situações problemas, dentre elas a circunstância de ocorrência da regeneração natural de áreas degradadas e, portanto, a sucessão ecológica em ambientes diferentes (colonização em rocha, em área desmatada, em dunas de areia e em área destruída por incêndios ocasionais), com o intuito de propiciar aprendizagens procedimentais a partir da construção e demonstração dos tipos e categorias desse complexo processo, oportunizando aplicação de conceitos já compreendidos e/ou alcançar saberes ainda não adquiridos acerca do tema.

Os modelos didáticos são definidos como um transcurso de representações envolvendo o uso de imagens, de modo esquemático e concreto, com vistas para idealizações de conhecimentos científicos na perspectiva de facilitar sua compreensão (JÚNIOR; PRINCIVAL, 2014). Nesse sentido, os modelos didáticos podem despertar a curiosidade e interesse do estudante e, assim, facilitar o entendimento de conceitos relacionados ao processo de sucessão ecológica (SILVA et al., 2022).

A exibição de vídeos educativos como recurso metodológico, tem influenciado as práticas pedagógicas de professores, visto que oportuniza novas formas de pensar e se relacionar com o conteúdo escolar e a vivência do aluno. Ante o exposto, entendemos que o recurso de vídeo tem papel fundamental na aprendizagem dos alunos, pois possibilita novas formas de pensar e se relacionar com o currículo escolar e a vivência do aluno (NETO et al., 2020).

O ensino de Ciências por investigação propicia o desenvolvimento de habilidades pelos estudantes, uma vez que promove a alfabetização científica ao lograr conhecimentos científicos e tecnológicos, sobretudo possibilita a plena realização do ser humano e integração social (CARVALHO et al., 2019).





O professor ao assumir o desafio de ensinar competências, deve ampliar os conteúdos de aprendizagem visando o desenvolvimento integral dos estudantes, relacionados ao ‘saber fazer’, ‘saber ser’ e ‘saber conviver’, tendo o devido cuidado para que os ensinamentos não se reduzam à memorização e possam ser aplicadas em outros contextos de vida (ZABALA; ARNAU, 2020).

Os conhecimentos prévios trazidos pelos estudantes para sala de aula serão relevantes para elaboração de estratégias adequadas ao ensino e desse modo, direcionar ou ajustar abordagens, visando uma aprendizagem significativa (GAMELEIRA; BEZERRA, 2019) e, por conseguinte, a alfabetização científica dos educandos (SASSERON, 2015).

A alfabetização científica impulsiona o engajamento dos alunos em práticas epistêmicas estimulando-o a coletar dados, formular hipóteses, explicações e justificativas para a concepção de argumentos (SILVA; TRIVELATO, 2017), conduzindo-o na compreensão de conceitos científicos e, assim, dando sentido em suas vivências cotidianas (BRITO; FIREMAN, 2016).

Promover o ensino investigativo dos conteúdos abordados nas salas de aula, propiciará aos estudantes um ambiente de aprendizagem com questionamentos, ações e reflexões sobre os fenômenos, oportunizando autonomia de pensamento (CAMPOS; SCARPA, 2018).

Incentivar o engajamento em práticas epistêmicas contribuirá com a coleta de dados, formulação de hipóteses e justificativas para a concepção de argumentos (SILVA; TRIVELATO, 2017), permitindo ao docente e estudante o compartilhamento de informações, materiais e conhecimentos construídos, que permitam avaliar o envolvimento e a aprendizagem do conteúdo em estudo (SASSERON, 2020).





## IDENTIFICAÇÃO

Público-alvo: 3º ano do Ensino Médio (Unidade Escolar Maria de Lourdes Rebêlo)

Áreas envolvidas: Biologia/Evolução

Professora: Francimeire Gomes de Pinho

Etapas: 2 (duas)

Duração: 3 aulas

## OBJETIVO GERAL

- Promover estudos das etapas da sucessão ecológica, a partir da abordagem investigativa e construção de modelos didáticos.

## OBJETIVO ESPECÍFICO

- Entender a sucessão ecológica como um processo influenciado por múltiplos fatores e de contínua alteração dos ecossistemas;
- Confeccionar modelos didáticos para representar a distinção entre os três estágios de uma sucessão ecológica (comunidade pioneira, comunidade intermediária e comunidade clímax)
- Diferenciar, a partir da construção e apresentação modelos didáticos, os tipos de sucessão ecológica (primária e secundária).

## TEMA ABORDADO

Sucessão ecológica





## RECURSOS

- 2 placas de isopor 100x50x3cm;
- 500g de argila fresca;
- Estilete;
- 4 folhas de papel camurça (2 na cor marrom, 1 preta e 1 areia);
- 1m de plástico adesivo;
- 1 pacote de musgo verde desidratado;
- Imagens coloridas de líquens;
- Diversificadas miniaturas de plantas artificiais (gramíneas, herbáceas, arbustos e árvores);
- Miniaturas de invertebrados (minhocas, insetos e etc.) e vertebrados (aves, roedores e etc.).

## METODOLOGIA



A Sequência de Ensino investigativa (SEI) foi elaborada na perspectiva de ensino presencial, composta por etapas que contemplam averiguação das concepções prévias e trabalho em equipe, caracterizada por uma abordagem investigativa da sucessão ecológica na promoção da construção de modelos didáticos, visando colocar o aluno na linha de frente do processo, proporcionando ao mesmo tempo o desenvolvimento do pensamento crítico, bem como, apresentando aprendizagens procedimentais e atitudinais mediante elaboração das hipóteses na resolução de problemas, colocando-o como protagonista do seu próprio conhecimento.









A aplicação da SEI ocorrerá em duas etapas, distribuídas em três aulas com duração de uma hora cada, em sala de aula. Os recursos pedagógicos (aplicação de jogos e confecção de modelos didáticos), contemplados nesse trabalho, promoverão ludicidade e poderão ajudar na aprendizagem atitudinal, procedimental e conceitual pelos educandos. Será solicitado aos discentes a resolução de problemas em grupo, no qual suscitará atitudes científicas e de respeito à aprendizagem da Ciência que culminará na execução de procedimentos e no surgimento de interações discursivas.

#### QUADRO SÍNTESE DE DESENVOLVIMENTO DAS ATIVIDADES DA SEI

Etapa/ Aula		Tema/ Conceito	Descrição da Atividade/Metodologia	Execução
1	Aula 1	Sucessão ecológica	<p><b>Análise das concepções prévias.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Aplicação do jogo (<i>Wordwall</i>) sobre o tema, utilizando-se um questionário de múltipla escolha no estilo de programa de televisão.</li> <li>- Organização dos alunos em grupos, e orientações sobre a confecção de modelos didáticos e as atividades a serem desenvolvidas nas duas aulas seguintes.</li> </ul>	 

2	Aula 2	<p>Estágios de uma sucessão ecológica: comunidade pioneira, comunidade intermediária e comunidade clímax.</p> <p>Tipos de sucessão ecológica (primária e secundária).</p>	<p><b>Apresentação das problematizações P1 a P8.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Apresentação das aprendizagens conceituais na elaboração e apresentação das hipóteses (sem auxílio de pesquisa);</li> <li>- Apresentação das aprendizagens atitudinais e procedimentais, conforme construção e apresentação dos modelos didáticos.</li> </ul>	 
3	Aula 3	Sucessão ecológica	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Apresentação do vídeo sobre sucessão ecológica e socialização dos resultados</b></li> <li>- Apresentação das conclusões elaboradas a partir da confecção de e apresentação de modelos didáticos, mediante validação das hipóteses, após assistir ao vídeo sobre sucessão ecológica.</li> <li>- Socialização dos resultados obtidos na resolução das problematizações contempladas na SEI.</li> </ul>	 

Fonte: Pesquisa direta, 2022.





## DESCRIÇÃO DAS ETAPAS

**Etapa 1- Aula 1: Análise das concepções prévias, organização dos alunos em grupos e orientações sobre os materiais e atividades a serem desenvolvidas.**

Os trabalhos de aplicação da SEI serão iniciados em sala de aula com o auxílio do projetor *data show* e da aplicação do jogo (<https://wordwall.net/pt/resource/29750823>) utilizando a ferramenta *Wordwall*, no qual disporá de um questionário no estilo de programa de televisão (Figura 1) contendo dez questões de múltipla escolha, onde serão lançadas aos discentes, com o intuito de avaliar as concepções prévias acerca do processo de sucessão ecológica.

Figura 1 – Questionário de múltipla escolha (*Wordwall*).



Fonte: Pesquisa direta, 2022.







Finalizada a análise dos conhecimentos prévios, será realizada a divisão dos estudantes em quatro grupos (A, B, C e D) e a orientação sobre a proposta de confecção dos modelos didáticos, a fim de podermos organizar o tempo e sala de aula para execução das atividades, no tempo hábil de duas aulas consecutivas da disciplina Biologia.

## **Etapa 2- Aula 2: Apresentação das problematizações e confecção dos modelos didáticos.**

O professor mediador fará a distribuição dos materiais aos grupos de alunos e iniciará a apresentação das problematizações (Quadro 2), e à medida que os alunos forem solucionando-os escrevendo as hipóteses na folha resposta (Apêndice 1), e também confeccionando os modelos didáticos a partir da utilização dos materiais já distribuídos para as equipes.

Quadro 2 – Problematizações da SEI.

QUESTÕES PROBLEMAS	
1	Quais são as primeiras espécies a colonizar uma rocha, área desmatada para a prática da agricultura, duna de areia ou uma área destruída por incêndios ocasionais?
2	Como é denominado o conjunto dessas espécies? E por que são assim denominadas?
3	Explique como espécies pioneiras possibilitam condições para plantas de pequeno porte, nos quais necessitam de poucos nutrientes para crescer e atingir o período reprodutivo de forma rápida. De quais plantas estamos nos referindo?
4	Como os musgos ou gramíneas conseguirão chegar a se instalar em um solo recém formado, dando-lhes condições para abrigo e sobrevivência de plantas herbáceas?
5	Essas espécies herbáceas (bromélias, cactáceas, pequenos arbustos etc.) menos resistentes às condições adversas iniciais, compõem que tipo de comunidade?
	As comunidades intermediárias continuarão alterando o ambiente, no qual

6	possibilitará o estabelecimento de espécies mais exigentes (quanto aos recursos locais) que necessitam de condições ambientais mais restritas? Que tipo de comunidade estamos nos referindo?
7	Quais influências o estágio de comunidade clímax poderá sofrer?
8	Qual o tipo de sucessão ecológica foi representado na construção do modelo didático de seu grupo?

Fonte: Pesquisa direta, 2022.

De acordo com a apresentação das questões problemas, os alunos irão solucioná-las a partir da elaboração de hipóteses, conforme atitudes e procedimentos requeridos na construção de modelos didáticos, a saber: Colonização em rocha (grupo A), em área desmatada (grupo B), em dunas de areia (grupo C) e em área destruída por incêndios ocasionais (grupo D).

**Etapa 2- Aula 3: Apresentação do vídeo sobre sucessão ecológica, validação das hipóteses elaboradas e socialização das atividades desenvolvidas.**

Exibição do vídeo (<https://youtu.be/izk6hX2Gv5U>) sobre o processo de sucessão ecológica, disponível na plataforma digital *YouTube*. Ao final, será solicitado aos alunos engajamento na validação das hipóteses elaboradas e posteriormente a apresentação das conclusões, mediante explicações utilizando-se do modelo didático construído, momento em que os discentes farão a divulgação de seus resultados e compartilharam experiências, a partir das interações argumentativas, estruturação de raciocínios e troca de experiências entre se.





## ORGANIZAÇÃO DOS MATERIAIS

O professor aos dispor dos materiais, fará a organização dos mesmos em horário e local diferente da sala de aula. Dividirá cada uma das placas de isopor com o estilete em duas metades de 50x30cm e envolverá cada uma delas com as folhas de papel camurça, de modo que, obterá quatro placas encapadas (parte superior e laterais) com os papéis camurça, duas placas na cor marrom, uma placa na cor preta e outra na cor areia. As cores das placas têm o propósito de se assemelhar à rocha e solo desmatado (placas na cor marrom), às dunas de areia (placa na cor areia) e à área destruída por incêndios (placa de cor preta), no qual deverão ser entregues respectivamente aos grupos A, B, C e D de alunos.

A fim de desenvolver com maestria a SEI, o docente deverá munir-se dos materiais anteriormente citados. Assim, precisará imprimir e plastificar quatro imagens coloridas (20x20cm) de líquens retiradas do site (<https://www.istockphoto.com/br>); dividirá o pacote de musgo em quatro porções a serem distribuídas aos discentes; usará a argila fresca (porção arredondada e achatada) para servir como base/suporte às variadas miniaturas de plantas artificiais (gramíneas, herbáceas, arbustos e árvores). Cada espécie de planta deverá ter oito exemplares, no mínimo. Tanto a quantidade, quanto a diversidade das miniaturas de invertebrados e vertebrados a ser dividida entre as equipes ficarão a critério do professor.





### **Análise das Aprendizagens: Atitudinal, Procedimental e Conceitual.**

Para analisarmos o objetivo: “Promover estudos das etapas da sucessão ecológica, a partir da abordagem investigativa, e construção de modelos didáticos”, poderemos utilizar a abordagem qualitativa, a fim de expressar o raciocínio indutivo desenvolvido na aprendizagem de conceitos explicitados na elaboração de hipóteses e/ou conclusões, no entendimento do processo de sucessão ecológica pelos discentes, bem como, para que conceba atitudes de interesse e valorização da Biologia, conforme ações ordenadas que os levem a tomada de consciência dos passos a serem seguidos (POZO; GÒMEZ-CRESPO, 2009; ZABALA; ARNAU, 2014), contribuindo diretamente com a aprendizagem significativa.

O planejamento e ações requeridas pela mediadora, nas diferentes dimensões de competências científicas, permitirão que o aluno saia da posição de mero replicador de conteúdo, a fim de que adquira aprendizagens procedimentais e atitudinais, que poderão ser baseadas nos pressupostos de Pozo e Gómez-Crespo (2009) e categorizadas conforme proposto por Souza Jr. (2014) e Pozo e Gómez-Crespo (2009) (Quadro 3).

Quadro 3 – Aprendizagens atitudinais e procedimentais relacionadas às atividades desenvolvidas na resolução dos problemas e construção de modelos didáticos pelos alunos.

<b>Tipos de Aprendizagens</b>	<b>Categorias de aprendizagens</b>	<b>Aprendizagens inferidas ao longo da atividade (subcategorias)</b>
Atitudinal	Atitudes com respeito à ciência	A1: Ter um posicionamento crítico e investigativo perante situação-problema
	Atitudes com respeito à aprendizagem de ciências	A2: Trabalhar em grupo de forma colaborativa A3: Buscar o enfoque profundo dando significados
Procedimental	Aquisição da informação	P1: Estruturar ideias por meio de desenho, linguagem escrita ou linguagem oral
	Interpretação da informação	P2: Interpretar ideias estruturadas e executar procedimentos

	Análise da informação e realização e inferências	P3: Elaborar hipóteses P4: Desenvolver/aplicar modelos explicativos P5: Testar hipóteses
	Compreensão e organização conceitual da informação	P6: Realizar inferências (compreensão do discurso) P7: Estabelece relações conceituais P8: Fazer generalizações para outros contextos
	Comunicação da Informação	P9: Realizar exposição oral P10: Elaborar relatório

Fonte: Adaptado de Souza Jr (2014) e Pozo; Gomez-Crespo (2009).

O ensino investigativo promoverá o engajamento dos educandos no processo de aprendizagem, levando-os a explorar e interpretar dados; a levantar, explicar e avaliar hipóteses na resolução de situações problemas de forma interativa e reflexiva, dando liberdade para o aluno raciocinar e construir o próprio conhecimento.

Ao professor compete o papel de propositor dos problemas. Será orientador e fomentador das aprendizagens ao apresentara técnicas e estabelecer estratégias, para que os estudantes progressivamente assumam o controle e sejam capazes de enfrentar situações novas, a partir de atitudes autônomas na supervisão e avaliação dos conhecimentos acerca do tema. (SASSERON, 2015; POZO; GOMEZ-CRESPO, 2009).

## AVALIAÇÃO

A avaliação de todo o processo (aprendizagens conceituais, atitudinais e procedimentais) será qualitativa, no qual promoverá o compartilhamento e a divulgação dos conhecimentos construídos em sala de aula.





Os alunos terão a oportunidade de recapitular os conceitos de sucessão ecológica sem se limitar ao conteúdo conceitual, ou seja, passarão a obter aprendizagens procedimentais e atitudinais, possibilitando assim, o desenvolvimento das capacidades motoras, afetivas, de relação interpessoal e de inserção social.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A abordagem e recursos metodológicos a serem utilizados possibilitará maior envolvimento dos alunos com o conteúdo, tornando-os ativos na construção do conhecimento no estudo do processo de sucessão ecológica.

O emprego de modelagens didática como instrumento alternativo ao aprendizado oferecerá condições para o envolvimento do educando a partir da ludicidade e, com isso, contribuir para o surgimento de argumentação escrita e/ou dialogadas. A ludicidade estimula a predisposição do aluno para aprender, condição substancial na promoção da aprendizagem significativa.

A exibição do vídeo como recurso audiovisual, terá papel coadjuvante no apoio direto às atividades de validação das hipóteses por parte dos discentes, motivando-os e sensibilizando-os a partir de ilustrações, tornando-os mais próximos de temas complexos.

Desse modo, o ensino por investigação, a utilização de modelos didáticos e a exibição do vídeo servirão como alvitre estimulador, possibilitando a apropriação de conceitos científicos, desenvolvimento de atitudes com respeito à Ciência e posicionamentos reflexivos frente às situações-problemas. As questões problemas e a construção de modelos didáticos representativos dos tipos de sucessão ecológica, requeridas ao longo do processo, solicita a participação ativa e colaborativa na interpretação/elaboração de hipóteses e assim, viabilizará o ensino de Biologia mais envolvente e dinâmico.





## REFERÊNCIAS

BRITO, L. O.; FIREMAN, E. C. Ensino de ciências por investigação: uma estratégia pedagógica para promoção da alfabetização científica nos primeiros anos do ensino fundamental. **Revista Ensaio**, Belo Horizonte, v. 18, p. 123-146, 2016.

CARVALHO, A. M. P. (org.); OLIVEIRA, C. M. A. SCARPA, D. L.; SASSERON, L. H.; SEDANO, L.; SILVA, M. B.; CAPECCHI, M. C. V. M.; ABIB, M. L. V. S.; BRICCIA, V. **Ensino de ciências por investigação**: condições para implementação em sala de aula. São Paulo: Cengage Learning, 2019.

GAMELEIRA, S. T.; BIZERRA, A. M. C. Identificação de conhecimentos prévios através de situações-problema. **Revista Educação, Cultura e Sociedade**, Mato Grosso, v. 9, n. 2, p. 130-147, 2019.

JÚNIOR, A. J. V.; PRINCIVAL, G. C. Modelos didáticos e mapas conceituais: biologia celular e as interfaces com a informática em cursos técnicos do IFMS. **Holos**, Rio Grande do Norte, v. 2, n. 30, p. 110-122, 2014.

MACIEL, E. A.; TEICHMANN, K. R. R; GULLICH, R. I. C. A educação ambiental e suas concepções no ensino de ecologia. **Revista Latinoamericana de Estudios en Cultura y Sociedad**, Paraná, v. 4, n. 958, Ed. Especial, [s.p.], 2018.

NETO, A. *et al.* Uso do Vídeo: Considerações e análise sobre a prática de professores do ensino fundamental Anos Iniciais. *In: Anais do V Congresso sobre Tecnologias na Educação*. SBC, 2020, João Pessoa. p. 510-519.

POZO, J. I.; CRESPO, M. A. G. **A aprendizagem e o ensino de ciências**: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.

RODRIGUES, R. R.; GANDOLFI, S.; BRANCALION, P. H. S. **Restauração florestal**. São Paulo: Oficina de Textos, 2015.

SANTOS, T.; LANDIM, M. Alfabetização Científica, enfoque CTSA e questões sociocientíficas no ensino de ecologia: saberes e práticas de docentes da rede municipal de Lagarto – SE. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática**, São Paulo, v. 11, n. 3, p. 16-36, 2020.





SASSERON, L. H. Alfabetização científica, ensino por investigação e argumentação: relações entre ciências da natureza e escola. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 17, n. especial, p. 49-67, 2015.

SASSERON, L. H. Interações discursivas e argumentação em sala de aula: a construção de conclusões, evidências e raciocínios. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**. Belo Horizonte, v. 22, n. especial, p. e20073, 2020.

SCARPA, D. L.; CAMPOS, N. F. Potencialidades do ensino de Biologia por Investigação. **Estudos Avançados**, v. 32, n. 94, p. 25-41, 2018.

SENICIATO, T.; CAVASSAN, O. O ensino de ecologia e a experiência estética no ambiente natural: considerações preliminares. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 15, n. 2, p. 393-412, 2009.

SILVA, L. C. R. *et al.* Ensino de microalgas por meio de modelos didáticos: tornando o mundo microscópico visível e significativo. **Revista Educar Mais**, Rio Grande do Sul, v. 5, n. 2, p. 179-197, 2021.

SILVA, M. B.; TRIVELATO, S. A mobilização do conhecimento teórico e empírico na produção de explicações e argumentos numa atividade investigativa de biologia. **Investigações em Ensino de Ciências**, São Paulo, v. 22, n.2, p. 139-153, 2017.

SOUZA JR, D. R. **O Ensino de Eletrodinâmica em uma perspectiva investigativa: os desdobramentos sobre a aprendizagem dos estudantes.** Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal do Espírito Santo, Centro de Ciências Exatas, Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física, Vitória, 2014.

ZABALA, A.; ARNAU, L. **Métodos para ensinar competências.** Tradução de Grasielly Hanke Angeli. Porto Alegre: Penso, 2020.

ZABALA, A.; ARNAU, L. **Como aprender e ensinar competências.** Porto Alegre: Penso, 2014.







## APENDICE I

QUESTÕES PROBLEMAS	
1	Quais são as primeiras espécies a colonizar uma rocha, área desmatada para a prática da agricultura, duna de areia ou uma área destruída por incêndios ocasionais?
HIPÓTESE	
2	Como é denominado o conjunto dessas espécies? E por que são assim denominadas?
HIPÓTESE	
3	Explique como espécies pioneiras possibilitam condições para plantas de pequeno porte, nos quais necessitam de poucos nutrientes para crescer e atingir o período reprodutivo de forma rápida. De quais plantas estamos nos referindo?
HIPÓTESE	

4	Como os musgos ou gramíneas conseguirão chegar a se instalar em um solo recém formado, dando-lhes condições para abrigo e sobrevivência de plantas herbáceas?
HIPÓTESE	
5	Essas espécies herbáceas (bromélias, cactáceas, pequenos arbustos etc.) menos resistentes às condições adversas iniciais, compõem que tipo de comunidade?





## APÊNDICE II



Fonte: plantasonya.com.br



Fonte: istockphoto.com.br



# Apêndice A

## TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO(TCLE)

### Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

Prezado(s) Pai(s):

O(A) seu(a) filho(a) está sendo convidado(a) a participar da pesquisa “**A UTILIZAÇÃO DE METODOLOGIAS ATIVAS NO ENSINO DOS TEMAS/CONTEÚDOS DE BIOLOGIA: GENÉTICA, EVOLUÇÃO E ECOLOGIA**”, desenvolvida por Francimeire Gomes de Pinho, discente do curso de Mestrado da Universidade Estadual do Piauí, sob orientação dos Professores Fábio José Vieira e Francisca Carla Silva de Oliveira. O(A) senhor(a) poderá autorizar ou não a participação do seu filho(a) na nossa pesquisa. Por favor, leia esse termo com cuidado e qualquer dúvida pode ligar para um dos nossos telefones: (86) 99957-9821 (Prof. Fábio); (86) 99931- 7367 (Prof<sup>a</sup>. Carla); (86) 99917-0282 (Prof<sup>a</sup>. Francimeire) ou conversar pessoalmente na escola do seu(a) filho(a).

A pesquisa será realizada na escola do seu(a) filho(a), a Unidade Escolar Professora Maria de Lourdes Rebêlo na cidade de Teresina – PI e tem como objetivo, pesquisar estratégias metodológicas que possam contribuir para a aprendizagem significativa dos temas: Genética, Evolução e Ecologia da disciplina Biologia no ensino médio. A pesquisa é importante, pois procura desenvolver uma abordagem que utilizará estratégias inovadoras de ensinar e de aprender.

Caso autorize, o seu(a) filho(a) irá participar de três etapas pedagógicas, que contemplam quatro aulas de 50 minutos cada, onde haverá o levantamento dos conhecimentos prévios do seu cotidiano sobre os temas: Genética, Evolução e Ecologia que contará com atividades investigativas (*inquiry*) e mapas conceituais, jogos sérios e modelos didáticos, recursos pedagógicos potencialmente significativos, como alternativos a tradição de aprendizagem mecânica, centrada em metodologias passivas.

Como benefício, a atuação de seu(a) filho(a) não se restringirá apenas a ouvir e copiar durante as aulas, ele participará ativamente da construção do seu próprio conhecimento com a ajuda e o engajamento do professor e demais colegas da turma. Ele(a) e os demais alunos serão estimulados a pensar, buscando responder suas dúvidas para que seja capaz de resolver problemas através do desenvolvimento de habilidades que instigam o fazer científico.

\_\_\_\_\_  
Rubrica do pesquisador

\_\_\_\_\_  
Rubrica do responsável legal

Ao final, o seu(a) filho(a) participará da criação de manual com atividades elaboradas a partir de metodologias envolventes e recursos pedagógicos potencialmente significativos para a aprendizagem de Biologia.

Algumas aulas serão fotografadas e outras serão gravadas com um *smartphone*. Será utilizado um diário de bordo para fazer anotações das observações das interações sociais ocorridas no processo de construção de conhecimentos. As gravações serão transcritas para análise mais completa das discussões, resultados obtidos e das posturas desenvolvidas pela professora e estudantes, no decorrer das atividades. Estas gravações objetivam-se na análise do contexto verbal e não-verbal construído em sala de aula e no auxílio da compreensão da eficiência das atividades investigativas. Todos os dados e materiais coletados na pesquisa serão mantidos em arquivo, físico ou digital, sob a guarda e responsabilidade do pesquisador, durante o tempo mínimo de cinco anos.

O risco que pode existir nesta pesquisa é o desconforto ou constrangimento do seu(a) filho(a) em responder às perguntas ou ao fato de estarem sendo filmados. Contudo, o pesquisador estará preparado para sanar tal situação e informar a ele(a) sobre o sigilo total e a não identificação dos participantes, necessários à execução da pesquisa e que as imagens não serão divulgadas, conforme Resolução CNS 466/12. Em caso de eventuais danos (físicos, psicológicos ou de qualquer outra natureza) decorrentes da pesquisa, seu(a) filho(a) será indenizado(a). A assistência ao risco ocorrerá de forma imediata sem ônus de qualquer espécie e seu filho será encaminhado a uma consulta com uma psicóloga. Você não terá despesa nenhuma com o projeto, já que todos os materiais necessários para a execução serão custeados pelos pesquisadores. As informações fornecidas pelo(a) seu(a) filho(a) terão privacidade garantida pelos pesquisadores responsáveis. Ele(a) não será identificado(a) em nenhum momento, mesmo quando os resultados desta pesquisa forem divulgados em qualquer forma. Em qualquer etapa da pesquisa, você e seu(a) filho(a) terão acesso ao pesquisador responsável pela presente pesquisa para esclarecimento de eventuais dúvidas e fica livre para desistir de participar da pesquisa a qualquer momento sem nenhum prejuízo.

Diante do cenário de incertezas por conta da pandemia da COVID-19, as atividades previstas serão realizadas cumprindo todos os protocolos estabelecidos pelas autoridades sanitárias, a saber: uso de máscara por todos os participantes, disponibilização de álcool gel 70% e distanciamento. Como alternativa, havendo manutenção do Decreto estadual nº19.429/2021, que suspende as aulas na modalidade presencial, a pesquisa poderá ser realizada de maneira remota, atendendo às orientações para procedimentos em pesquisas com qualquer etapa em ambiente virtual - Ofício Circular nº 2/2021/CONEP/SECNS/MS.

O termo apresentado está nas normas do Comitê de Ética em Pesquisa do UNINOVAFAPI. Ressalta-se que caso aceite as condições, por gentileza assinar o termo de consentimento, bem como rubricar as outras páginas.

O(A) senhor(a) ficará com uma via deste termo e poderá, assim como seu(a) filho(a), ter acesso aos resultados desta pesquisa. Qualquer dúvida que tiver a respeito poderá perguntar diretamente a mim ou para o orientador da pesquisa,

professor Fábio José Vieira, no telefone: (86) 99957-9821 ou no e-mail: **fjvieira@pcs.uespi.br**; para a co-orientadora da pesquisa, professora Francisca Carla Silva de Oliveira, no telefone: (86) 99931- 7367 ou no e-mail: **carlaoliveira@ufpi.edu.br**.

“Em caso de dúvida quanto à condução ética do estudo, entre em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa do UNINOVAFAPI, no endereço: Rua Vitorino Orthiges Fernandes, 6123 – Uruguai, CEP: 64073-505 - Teresina – Piauí, Tel - (086) 2106-0738, e-mail: [cep@uninovafapi.edu.br](mailto:cep@uninovafapi.edu.br). O Comitê de Ética em Pesquisa é a instância que tem por objetivo defender os interesses dos participantes da pesquisa em sua integridade e dignidade e para contribuir no desenvolvimento da pesquisa dentro de padrões éticos. Dessa forma, o comitê tem o papel de avaliar e monitorar o andamento do projeto de modo que a pesquisa respeite os princípios éticos de proteção aos direitos humanos, da dignidade, da autonomia, da não maleficência, da confidencialidade e da privacidade”.

Teresina - PI, \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_.

\_\_\_\_\_  
Francimeire Gomes de Pinho  
RG: 1817821 SSP/PI/CPF: 852.071.603-20

\_\_\_\_\_  
Fábio José Vieira  
RG: 1.299.464 SSP/PI /CPF: 504.722.163-68

\_\_\_\_\_  
Francisca Carla Silva de Oliveira  
RG: 08798102-54 SSP/BA/CPF: 968.692.675-53

Declaro que entendi os objetivos e condições de minha participação na pesquisa e concordo em participar.

\_\_\_\_\_  
(Assinatura do participante da pesquisa)

Nome legível do participante:

RG: \_\_\_\_\_ e CPF: \_\_\_\_\_.

# Apêndice B

## TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TALE)

---

### TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO – TALE

---

Prezado(a) estudante,

Você está sendo convidado(a) a participar como voluntário(a) da pesquisa: **“A UTILIZAÇÃO DE METODOLOGIAS ATIVAS NO ENSINO DOS TEMAS/CONTEÚDOS DE BIOLOGIA: GENÉTICA, EVOLUÇÃO E ECOLOGIA”**, coordenada pelos professores **Fábio José Vieira** e **Francisca Carla Silva de Oliveira** realizada pela professora **Francimeire Gomes de Pinho**, estudante do curso de mestrado da Universidade Estadual do Piauí. Você poderá participar ou não da nossa pesquisa. Por favor, leia este termo com atenção e qualquer dúvida entre em contato comigo através dos telefones: (86) 99957-9821 (Prof. Fábio), (86) 99931- 7367 (Prof<sup>a</sup>. Carla); (86) 99917-0282 (Prof<sup>a</sup>. Francimeire) ou conversar pessoalmente na sua escola.

A pesquisa será realizada nas salas de aula da sua escola, U.E. Professora Maria de Lourdes Rebêlo na cidade de Teresina – PI e tem como objetivo, Pesquisar estratégias metodológicas que possam contribuir para a aprendizagem significativa dos temas: Genética, Evolução e Ecologia da disciplina Biologia no ensino médio. A pesquisa é necessária, pois procura desenvolver uma abordagem que utilizará várias estratégias inovadoras de ensinar e de aprender.

Você irá participar de três etapas pedagógicas, que contemplam quatro aulas de 50 minutos cada, onde haverá o levantamento dos conhecimentos prévios do seu cotidiano sobre os temas: Genética, Evolução e Ecologia que contará com atividades investigativas (*inquiry*) e mapas conceituais, jogos sérios e modelos didáticos, recursos pedagógicos potencialmente significativos, como alternativos a tradição de aprendizagem mecânica, centrada em metodologias passivas.

Como benefícios, você não se restringirá apenas a ouvir e copiar durante as aulas participará ativamente da construção do seu próprio conhecimento com a ajuda e o engajamento do professor e demais colegas da turma. Você e os demais alunos serão estimulados a pensar, buscando responder suas dúvidas para que seja capaz de resolver seus problemas através do desenvolvimento de habilidades que instigam o fazer científico.

---

Rubrica do pesquisador

---

Rubrica do Participante da Pesquisa

Ao final, o seu(a) filho(a) participará da criação de manual com atividades elaboradas a partir de metodologias envolventes e recursos pedagógicos potencialmente significativos para a aprendizagem de Biologia.

Algumas aulas serão fotografadas e outras serão gravadas com um *smartphone*. Será utilizado um diário de bordo para fazer anotações das observações das interações sociais ocorridas no processo de construção de conhecimentos. As gravações serão transcritas para análise mais completa das discussões, resultados obtidos e das posturas desenvolvidas pela professora e estudantes, no decorrer das atividades. Estas gravações objetivam-se na análise do contexto verbal e não-verbal construído em sala de aula e no auxílio da compreensão da eficiência das atividades investigativas. Todos os dados e materiais coletados na pesquisa serão mantidos em arquivo, físico ou digital, sob a guarda e responsabilidade do pesquisador, durante o tempo mínimo de cinco anos.

O risco que pode existir nesta pesquisa é o seu desconforto ou constrangimento em responder às perguntas ou ao fato de você estar sendo filmado(a). Contudo, o pesquisador estará preparado para sanar tal situação e informar a você sobre o sigilo total e a não identificação dos participantes necessários à execução da pesquisa e que as imagens não serão divulgadas, conforme Resolução CNS 466/12. Em caso de eventuais danos (físicos, psicológicos ou de qualquer outra natureza) decorrentes da pesquisa, você será indenizado(a). A assistência ao risco ocorrerá de forma imediata sem ônus de qualquer espécie e será encaminhado a uma consulta com uma psicóloga. Você não terá despesa nenhuma com o projeto, já que todos os materiais necessários para a execução serão custeados pelos pesquisadores. As informações fornecidas por você terão privacidade garantida pelos pesquisadores responsáveis. Você não será identificado(a) em nenhum momento, mesmo quando os resultados desta pesquisa forem divulgados em qualquer forma. Em qualquer etapa da pesquisa, você terá acesso ao pesquisador responsável pela presente pesquisa para esclarecimento de eventuais dúvidas e fica livre para desistir de participar da pesquisa a qualquer momento sem nenhum prejuízo.

Diante do cenário de incertezas por conta da pandemia da COVID-19, as atividades previstas serão realizadas cumprindo todos os protocolos estabelecidos pelas autoridades sanitárias, a saber: uso de máscara por todos os participantes, disponibilização de álcool gel 70% e distanciamento. Como alternativa, havendo manutenção do Decreto estadual nº19.429/2021, que suspende as aulas na modalidade presencial, a pesquisa poderá ser realizada de maneira remota, atendendo às orientações para procedimentos em pesquisas com qualquer etapa em ambiente virtual - Ofício Circular nº 2/2021/CONEP/SECNS/MS.

O termo apresentado está nas normas do Comitê de Ética em Pesquisa da UNINOVAFAPI. Ressalta-se que caso aceite as condições, por gentileza assinar o termo de consentimento, bem como rubricar as outras páginas.

Você ficará com uma via deste termo e poderá ter acesso aos resultados desta pesquisa. Qualquer dúvida que tiver a respeito poderá perguntar diretamente a mim ou para o orientador da pesquisa, professor Fábio José Vieira, no telefone: (86)



99957-9821 ou no e-mail: [fjvieira@pcs.uespi.br](mailto:fjvieira@pcs.uespi.br); para a co-orientadora da pesquisa, professora Francisca Carla Silva de Oliveira, no telefone: (86) 99931- 7367 ou no e-mail: [carlaoliveira@ufpi.edu.br](mailto:carlaoliveira@ufpi.edu.br).

“Em caso de dúvida quanto à condução ética do estudo, entre em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa do UNINOVAFAPI, no endereço: Rua Vitorino Orthiges Fernandes, 6123 – Uruguai, CEP: 64073-505 - Teresina – Piauí, Tel - (086) 2106-0738, e-mail: [cep@uninovafapi.edu.br](mailto:cep@uninovafapi.edu.br).. O Comitê de Ética em Pesquisa é a instância que tem por objetivo defender os interesses dos participantes da pesquisa em sua integridade e dignidade e para contribuir no desenvolvimento da pesquisa dentro de padrões éticos. Dessa forma o comitê tem o papel de avaliar e monitorar o andamento do projeto de modo que a pesquisa respeite os princípios éticos de proteção aos direitos humanos, da dignidade, da autonomia, da não maleficência, da confidencialidade e da privacidade”.

Teresina - PI, \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_.

---

Francimeire Gomes de Pinho  
RG: 1817821 SSP/PI/CPF: 852.071.603-20

---

Fábio José Vieira  
RG: 1.299.464 SSP/PI /CPF: 504.722.163-68

---

Francisca Carla Silva de Oliveira  
RG: 08798102-54 SSP/BA/CPF: 968.692.675-53

Declaro que entendi os objetivos e condições de minha participação na pesquisa e concordo em participar.

---

(Assinatura do participante da pesquisa)

Nome legível do participante:

RG \_\_\_\_\_ e CPF: \_\_\_\_\_.

# Apêndice C

## Teste Diagnóstico T1

TEMA: A UTILIZAÇÃO DE METODOLOGIAS ATIVAS NO ENSINO DOS TEMAS/CONTEÚDOS DE BIOLOGIA: GENÉTICA, EVOLUÇÃO E ECOLOGIA

Pesquisadores Responsáveis: Francimeire Gomes de Pinho, Fábio José Vieira e Francisca Carla Silva de Oliveira

Unidade Escolar Professora Maria de Lourdes Rebêlo  
Professora: Francimeire Gomes de Pinho

Código: \_\_\_\_\_

Turma: 3º Ano: \_\_\_\_\_ Turno: \_\_\_\_\_ Data: \_\_\_\_/\_\_\_\_/20\_\_\_\_

**TEMA:** GENÉTICA (Sistema ABO e Fator Rh de Grupos Sanguíneos)

**1. O sistema de grupos sanguíneos ABO caracteriza-se como herança:**

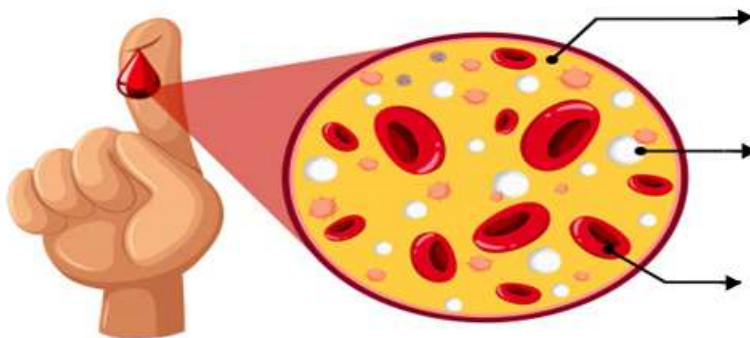
- ( ) de genes com alelos letais.
- ( ) de alelos múltiplos.
- ( ) com dominância incompleta.
- ( ) interação gênica.

**2. O sangue é um tecido constituído de:**

- ( ) apenas elementos figurados como: hemácias, leucócitos e plasma.
- ( ) apenas plasma, rico em sais minerais.
- ( ) parte líquida denominada plasma, rica em água, sais minerais, hormônios, proteínas e etc; os elementos figurados: hemácias, leucócitos e plaquetas.
- ( ) parte líquida denominada soro, rica em elementos figurados: antígenos, leucócitos e plaquetas.

**3. O sangue dos vertebrados é um tecido composto de uma parte líquida (A) e nele estão mergulhadas duas classes de células (B e C). As células (B) estão envolvidas nas trocas dos gases  $O_2$  e  $CO_2$  e as células (C), na defesa contra microorganismos invasores. Identifique cada um dos elementos sanguíneos (A, B e C) na figura abaixo.**

Figura 1 – Diagrama da composição do sangue.



Fonte: Bluringmedia, stock.adob.com,2020.

**4. "No Brasil, 1,6% da população é doadora, ou seja, 16 em cada mil brasileiros doam sangue. "Ainda é um número que a gente considera que cabe uma expansão, um crescimento", disse o**

**coordenador. A Organização Mundial da Saúde preconiza que o ideal é que 1% da população seja doadora. Do total de doadores, 60% são homens, 40% são mulheres e 63% são maiores de 29 anos". (HEMOPI,2020).**

a) Como você nomeia o gesto de doar sangue?

\_\_\_\_\_

b) Você ou alguém da sua família já doou sangue?

( ) sim      ( ) não

**5. Existe um fator que limita as possibilidades de doação de sangue em razão do tipo sanguíneo do doador e do receptor?**

( ) não. Qualquer pessoa pode doar para qualquer outra pessoa ou receber sangue de qualquer outra pessoa.

( ) sim. Apenas as pessoas de sangue tipo **O** podem receber sangue de qualquer pessoa (receptor universal).

( ) sim. A reação entre as aglutininas e os aglutinogênios correspondentes, limita as possibilidades de doação de

sangue em razão do tipo sanguíneo do doador e do receptor.

( ) sim. Apenas as pessoas de sangue tipo **AB** podem doar sangue para qualquer pessoa (doador universal).

**6. Os diferentes grupos sanguíneos em seres humanos são:**

( ) A e B.

( ) A, B, AB e O.

( ) A, B, e O.

( ) A, B e C.

**7. O que diferencia os tipos sanguíneos é a:**

( ) presença de aglutinogênios na membranas das hemácias.

( ) presença de aglutininas dissolvidas no plasma.

( ) presença de aglutinogênios e aglutininas no plasma sanguíneo.

( ) presença de aglutinogênios nas hemácias e aglutininas no plasma sanguíneo.

**8. Os aglutinogênios são:**

( ) glicoproteínas presentes nas membranas das hemácias.

( ) proteínas que se encontram dissolvidas no plasma.

( ) lipídeos presentes nas membranas das hemácias.

( ) plaquetas que se encontram dissolvidas no plasma.

**9. As aglutininas são:**

( ) glicoproteínas presentes nas membranas das hemácias.

( ) proteínas que se encontram dissolvidas no plasma.

( ) lipídeos presentes nas membranas das hemácias.

( ) plaquetas que se encontram dissolvidas no plasma.

**10. No Sistema ABO, o gene que determina o tipo sanguíneo possui os alelos:**

( ) I<sup>A</sup>, I<sup>B</sup> e i.

( ) I e i.

( ) I<sup>A</sup> e I<sup>B</sup>.

( ) I<sup>A</sup>I<sup>B</sup> e ii.

**Gabarito:** 1. B, 2. C, 3. \*, 4. \*, 5. C, 6. B, 7. D, 8. A, 9. B e 10. A.

# Apêndice D

## Questionário Diagnóstico Q1

**TEMA: A UTILIZAÇÃO DE METODOLOGIAS ATIVAS NO ENSINO DOS TEMAS/CONTEÚDOS DE BIOLOGIA: GENÉTICA, EVOLUÇÃO E ECOLOGIA**

**Pesquisadores Responsáveis: Francimeire Gomes de Pinho, Fábio José Vieira e Francisca Carla Silva de Oliveira**

**Unidade Escolar Professora Maria de Lourdes Rebêlo**  
**Professora: Francimeire Gomes de Pinho**

**Código:** \_\_\_\_\_

**Turma: 3º Ano:** \_\_\_\_\_ **Turno:** \_\_\_\_\_ **Data:** \_\_\_\_/\_\_\_\_/20\_\_\_\_

**TEMA: GENÉTICA (Sistema ABO de Grupos Sanguíneos)**

**1. O sistema de grupos sanguíneos ABO caracteriza-se como herança:**

- ( ) de genes com alelos letais.
- ( ) de alelos múltiplos.
- ( ) com dominância incompleta.
- ( ) interação gênica.

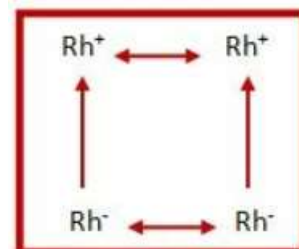
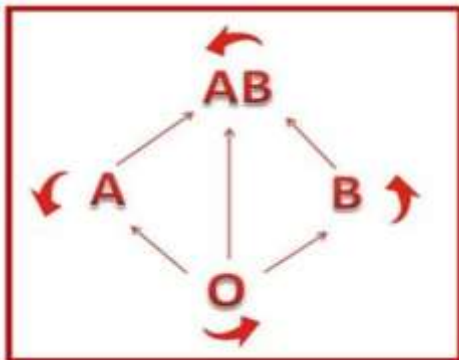
**2. O sangue é um tecido constituído de:**

- ( ) apenas elementos figurados como: hemácias, leucócitos e plasma.
- ( ) apenas plasma, rico em sais minerais.
- ( ) uma parte líquida denominada plasma, rica em água, sais minerais, hormônios, proteínas e etc; os elementos figurados: hemácias, leucócitos e plaquetas.
- ( ) uma parte líquida denominada soro, rica em elementos figurados: antígenos, leucócitos e plaquetas.

**3. A figura abaixo representa as possibilidades de transfusões de hemácias nos esquemas de compatibilidade de grupos sanguíneos ABO (figura 1) e Rh (figura 2), respectivamente simbolizados abaixo. Quais os tipos sanguíneos são considerados respectivamente receptor universal e doador universal?**

Figura 1 – Esquema de compatibilidade sanguínea grupo ABO.

Figura 2 – Grupo Rh.



Fonte: Pesquisa direta,

Fonte: Pesquisa direta, 2020.

- ( ) Sangue A+ e O-

- ( ) Sangue AB+ e A-  
 ( ) Sangue O- e B+  
 ( ) Sangue AB+ e O-

**4. Doar sangue traz risco à saúde do doador? Justifique.**

---



---



---



---

**5. O sangue não pode ser comercializado e nem fabricado, só podendo ser obtido através de doadores voluntários. Por isso, a sociedade conta com a colaboração de todos os cidadãos para que pratiquem este gesto de amor ao próximo: doar sangue. Você concorda que exista um fator que limitam as possibilidades de doação de sangue em razão do tipo sanguíneo do doar e do receptor?**

- ( ) não. Qualquer pessoa pode receber ou doar sangue para qualquer outra pessoa, sem nenhuma restrição.  
 ( ) sim. Apenas as pessoas de sangue tipo **O** podem receber sangue de qualquer pessoa (receptor universal).  
 ( ) sim. A reação entre as aglutininas e os aglutinogênios correspondentes, limita as possibilidades de doação de sangue em razão do tipo sanguíneo do doador e do receptor.  
 ( ) sim. Apenas as pessoas de sangue tipo **AB** podem doar sangue para qualquer pessoa (doador universal).

**6. Os sistemas de classificação do sangue humano mais comum são o ABO e o Rh. Na população brasileira, esses tipos sanguíneos se distribuem conforme mostra a figura 3 abaixo:**

Figura 3 - Tabela da prevalência de tipo de sangue na população.

Grupo Sanguíneo	Positivo	Negativo
<b>O</b>	36%	9%
<b>A</b>	34%	8%
<b>B</b>	8%	2%
<b>AB</b>	2,5%	0,5%
<b>TOTAL</b>	<b>80,5%</b>	<b>19,5%</b>

Fonte: (SANTACASASP, 2018).

**Com frequência, campanhas públicas convocam doadores para repor os estoques de bancos de sangue, principalmente em situações de calamidade pública, quando rapidamente diminuem. Para garantir a segurança e a qualidade do sangue doado, os postos de coleta realizam testes para detectar a presença de agentes infecciosos que possam transmitir doenças. Quais doenças ou síndromes podem ser detectadas com estes testes?**

- ( ) AIDS, os vários tipos de hepatite e doença de Chagas.  
 ( ) herpes, AIDS e sarampo.  
 ( ) covid-19, os vários tipos de hepatite e malária.  
 ( ) sífilis, diabetes e AIDS.

**7. No sistema ABO existem dois tipos de aglutinogênios e aglutininas. São ele(a)s:**

- ( ) os aglutinogênios anti-A e anti-B presentes nas hemácias e as aglutininas A e B dissolvidos no plasma.

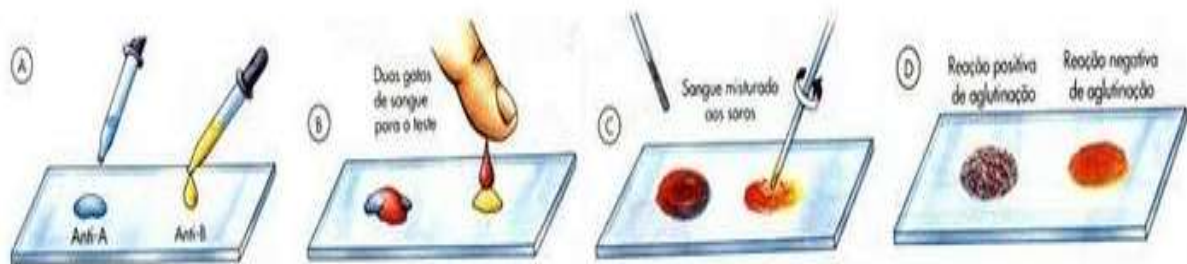
- ( ) os aglutinogênios A e B presentes nas hemácias e as aglutininas anti-A e anti-B dissolvidos no plasma.  
 ( ) as aglutininas A e B e os aglutinogênios anti-A e anti-B presentes nas hemácias.  
 ( ) as aglutininas anti-A e anti-B e os aglutinogênios A e B dissolvidos no plasma.

**8. Na espécie humana os tipos sanguíneos estão relacionados à presença de certos \_\_\_\_\_ e \_\_\_\_\_ na membrana das \_\_\_\_\_ e no \_\_\_\_\_ respectivamente. Os espaços podem ser preenchidos corretamente por:**

- ( ) antígenos, anticorpo, plasma e hemácias.  
 ( ) aglutinogênios, aglutininas, hemácias e plasma.  
 ( ) anticorpos, antígenos, hemácias e plasma.  
 ( ) aglutinogênios, antígenos, plaquetas e plasma.

**9. Para determinar a que grupo sanguíneo uma pessoa pertence, recorre-se a um teste simples, no qual coloca-se uma gota de aglutinina anti-A e outra de aglutinina anti-B em uma lâmina de microscopia (figura A) e, em seguida, adiciona-se em cada uma das gotas de aglutininas uma gota de sangue (figura B) e misturamos (C). Como ocorreu aglutinação do sangue somente na solução com a aglutinina anti-A (figura D), significa que:**

Figura 4 – Determinação dos grupos sanguíneos.



Fonte: (ALBEZN, 2020).

- ( ) o tipo sanguíneo será **O**.  
 ( ) o tipo sanguíneo é **A**, pois a aglutinina tipo **A** liga-se ao aglutinogênio **anti-A**.  
 ( ) o tipo sanguíneo é **A**, pois o aglutinogênio tipo **A** liga-se à aglutinina **anti-B**.  
 ( ) o tipo sanguíneo é **A**, pois o aglutinogênio tipo **A** liga-se à aglutinina **anti-A**.

**10. No sistema ABO de grupos sanguíneos, os possíveis genótipos que representam os tipos sanguíneos são:**

- ( )  $I^A I^A$ ,  $I^A i$ ,  $I^B I^B$ ,  $I^B i$ ,  $I^A I^B$  e  $ii$ .  
 ( )  $I^A I^A$ ,  $I^B I^B$ ,  $I^A I^B$  e  $ii$ .  
 ( )  $I^A I^A$  e  $I^A I^B$ .  
 ( )  $I^A I^B$  e  $ii$ .

**Gabarito:** 1. B, 2. C, 3. D, 4. \*, 5. C, 6. A, 7. B, 8. B, 9. D e 10. A.

# Apêndice E

## Teste Diagnóstico T2

**TEMA: A UTILIZAÇÃO DE METODOLOGIAS ATIVAS NO ENSINO DOS TEMAS/CONTEÚDOS DE BIOLOGIA: GENÉTICA, EVOLUÇÃO E ECOLOGIA**

**Pesquisadores Responsáveis: Francimeire Gomes de Pinho, Fábio José Vieira e Francisca Carla Silva de Oliveira**

**Unidade Escolar Professora Maria de Lourdes Rebêlo**  
**Professora: Francimeire Gomes de Pinho**

**Código:** \_\_\_\_\_

**Turma: 3º Ano:** \_\_\_\_\_ **Turno:** \_\_\_\_\_ **Data:** \_\_\_\_/\_\_\_\_/20\_\_\_\_

**TEMA: EVOLUÇÃO (As Primeiras Teorias Evolutivas)**

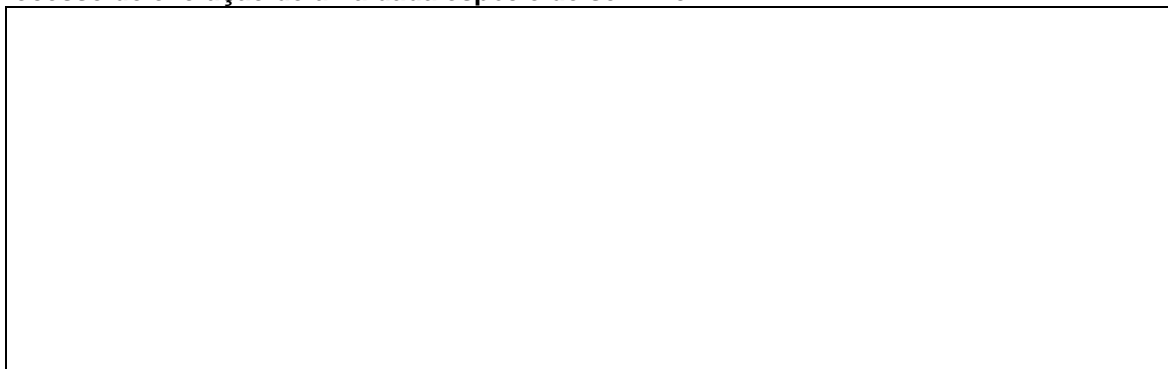
**1. A evolução biológica dedica-se ao estudo:**

- ( ) da estrutura, da composição e da fisiologia das células, através das membranas celulares, do citoesqueleto, das organelas citoplasmáticas e dos componentes nucleares.
- ( ) das alterações que tem transformado a vida na Terra desde os seus primórdios até a diversidade de organismos existentes na atualidade.
- ( ) da transmissão de características hereditárias, das leis da hereditariedade, ou seja, dos genes e dos cromossomos.
- ( ) do complexo e delicado equilíbrio entre o meio ambiente e os seres vivos.

**2. O pensamento predominante na teoria do fixismo é que:**

- ( ) cada espécie teria surgido de maneira independente e permaneceria sempre com as mesmas características.
- ( ) as espécies poderiam sofrer transformações para se adaptarem ao ambiente onde vivem.
- ( ) os seres vivos podem surgir a partir da matéria bruta, ou seja, de uma matéria sem vida.
- ( ) as espécies podem diversificar-se e tornar-se adaptadas ao ambiente pelo processo de seleção natural.

**3. Existem inúmeras evidências que fortalece a teoria da evolução, por exemplo, as obtidas por meio de observações, experimentos ou inferência e raciocínio lógico. As evidências de caráter experimental contradizem uma ideia bastante disseminada: de que a evolução “não pode ser comprovada experimentalmente”. Portanto, a evolução pode ser entendida como uma mudança adaptativa. Represente através de desenho ou esquema no quadro abaixo, o processo de evolução de uma dada espécie de ser vivo.**



---

**4. Os estudos dos fósseis comprovam que vários seres que viveram na Terra há muito tempo atrás são diferentes dos seres atuais. Que fator pode ter ocorrido ocasionando tais mudanças?**

---

---

---

---

**5. O pensamento predominante na teoria do Lamarckismo é que:**

- ( ) cada espécie teria surgido de maneira independente e permaneceria sempre com as mesmas características.
- ( ) as espécies poderiam sofrer transformações para se adaptarem ao ambiente onde vivem.
- ( ) os seres vivos podem surgir a partir da matéria bruta, ou seja, de uma matéria sem vida.
- ( ) as espécies podem diversificar-se e tornar-se adaptadas ao ambiente pelo processo de seleção natural.

**6. Lamarck em sua teoria defendeu duas leis que explicavam os mecanismos de transformação dos seres vivos. São elas:**

- ( ) lei da seleção natural e lei dos caracteres adquiridos.
- ( ) lei da seleção artificial e lei do uso e do desuso.
- ( ) lei do uso e do desuso e a lei da herança das características adquiridas.
- ( ) lei da ancestralidade comum e lei da seleção natural.

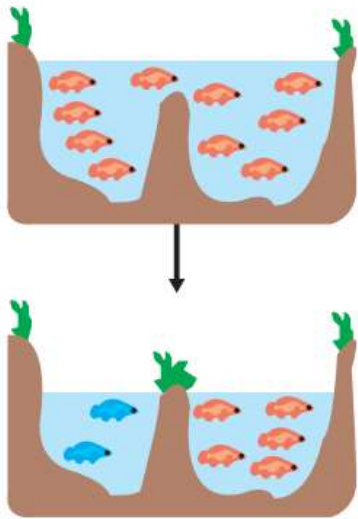
**7. O pensamento predominante na teoria do Darwinismo que atua sobre a variabilidade das populações é que:**

- ( ) cada espécie teria surgido de maneira independente e permaneceria sempre com as mesmas características.
- ( ) as espécies poderiam sofrer transformações para se adaptarem ao ambiente onde vivem.
- ( ) os seres vivos podem surgir a partir da matéria bruta, ou seja, de uma matéria sem vida.
- ( ) as espécies podem diversificar-se e tornar-se adaptadas ao ambiente pelo processo de seleção natural.

**8. A ideia central da evolução biológica é que toda a vida na Terra compartilha um mesmo ancestral. Portanto, em uma perspectiva de longo prazo, a evolução é a descendência, com modificações, de diferentes linhagens a partir de ancestrais comuns. A figura abaixo representa um evento de especiação biológica. Baseando-se nesse fenômeno apresentado, assinale a opção incorreta.**

Figura 1 – Evento de especiação biológica.





Fonte: Campebell, 2015.

- ( ) Para que ocorra a formação de uma nova espécie, é necessário o isolamento reprodutivo, seguido pelo isolamento geográfico.
- ( ) As populações geograficamente isoladas sofrem alterações nos seus conjuntos gênicos, o que pode conduzir à formação de uma nova espécie.
- ( ) O isolamento geográfico pode resultar em mudanças no fenótipo, que tornam os indivíduos incompatíveis para a reprodução.
- ( ) Quando não há fluxo gênico entre duas populações, diz-se que elas estão isoladas reprodutivamente, o que significa dizer que são espécies diferentes.

**9. A fossilização é um fenômeno relativamente raro, pois na maioria das vezes os organismos mortos se decompõem pela ação de microorganismos. O que são fósseis?**

- ( ) são ossos de animais que se conservaram de maneira natural ao longo de milhões ou até bilhões de anos.
- ( ) são vestígios de animais como rastros e pegadas preservados em rochas.
- ( ) são restos ou vestígios preservados de animais, plantas ou outros seres vivos em rochas, como moldes do corpo ou partes deste, rastros e pegadas.
- ( ) são animais, plantas ou outros seres preservados vivos em gelo.

**10. Além da existência dos fósseis, os estudos geológicos (da origem, da estrutura, da composição e das transformações da crosta terrestre) e a seleção artificial também ajudaram a explicar as transformações das espécies. Todas as alternativas abaixo caracterizam a seleção artificial, exceto:**

- ( ) processo em que o ser humano seleciona para reprodução espécies animais e vegetais com características desejáveis e despreza as demais.
- ( ) processo de seleção de espécies na natureza sem a interferência humana.
- ( ) é responsável pelo surgimento de todas as raças de cães, carneiros, cavalos, vacas, além de, variedades de milho e frutas.
- ( ) ao contrário da seleção natural, pela qual o meio seleciona os organismos que apresentam características mais vantajosas para sobrevivência e reprodução, na seleção artificial o humano é quem seleciona realizando cruzamentos controlados em animais e plantas.

**Gabarito:** 1. B, 2. A, 3. \*, 4. \*, 5. B, 6. C, 7. D, 8. A, 9. C e 10. B.

# Apêndice F

## Questionário Diagnóstico Q2

**TEMA: A UTILIZAÇÃO DE METODOLOGIAS ATIVAS NO ENSINO DOS TEMAS/CONTEÚDOS DE BIOLOGIA: GENÉTICA, EVOLUÇÃO E ECOLOGIA**

**Pesquisadores Responsáveis: Francimeire Gomes de Pinho, Fábio José Vieira e Francisca Carla Silva de Oliveira**

**Unidade Escolar Professora Maria de Lourdes Rebêlo**

**Professora: Francimeire Gomes de Pinho**

**Código:** \_\_\_\_\_

**Turma: 3º Ano: \_\_\_\_\_ Turno: \_\_\_\_\_ Data: \_\_\_\_/\_\_\_\_/20\_\_\_\_**

### TEMA: EVOLUÇÃO (As Primeiras Teorias Evolutivas)

**1. Diferentes pesquisas na área da Biologia têm fornecido uma vasta evidência da evolução biológica. Dentre as principais destacam-se:**

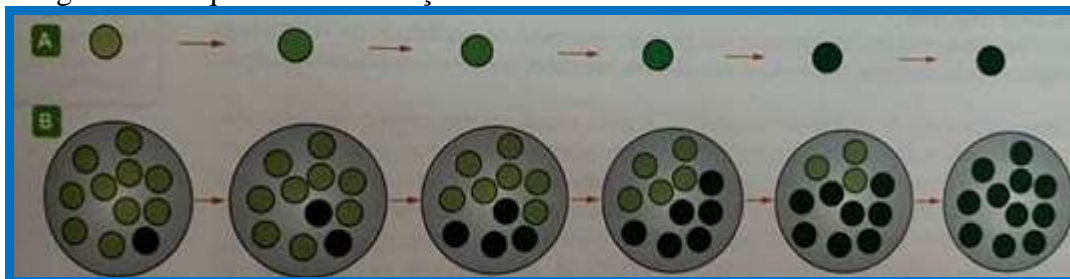
- ( ) o documentário fóssil; adaptação dos seres vivos a seus ambientes; semelhanças anatômicas, fisiológicas e bioquímicas entre as espécies.
- ( ) o documentário fóssil; surgimentos dos seres vivos por geração espontânea e semelhanças no seu material genético.
- ( ) a adaptação dos seres vivos a seus ambientes; transmissão do caráter adquirido pelo uso ou desuso aos descendentes e a ancestralidade em comum nas espécies.
- ( ) a variabilidade genética; o desenvolvimento ou atrofia de órgãos com o seu uso ou desuso e o estudo dos fósseis.

**2. Qual dos naturalistas citados abaixo foi um dos primeiros estudiosos que compreenderam que o meio poderia de alguma forma influenciar na evolução dos seres vivos? Mesmo sabendo que algumas de suas conclusões são errôneas, esse pesquisador foi muito importante para consolidação da biologia evolutiva.**

- ( ) Charles Darwin.
- ( ) Alfred Wallace
- ( ) Jean Baptiste – Lamarck
- ( ) Gregor Mendel

**3. O esquema abaixo representa as mudanças evolutivas. Escolha a opção que melhor representa a concepção de Lamarck, Darwin e Wallace.**

Figura 4 – Esquema da mudança evolutiva



Fonte: Ser Protagonista: biologia, 3º série do Ensino Médio, 2016.

- ( ) A concepção de Lamarck , Darwin e Wallace está representada no esquema (A); a evolução ocorre na população.
- ( ) A concepção de Lamarck , Darwin e Wallace está representada no esquema (B); a evolução ocorre no indivíduo.
- ( ) A concepção de Darwin e Wallace está representada no esquema (B); a evolução ocorre no indivíduo.
- ( ) A concepção de Darwin e Wallace está representada no esquema (B); a evolução ocorre na população.

**4. Indivíduos de uma espécie podem variar nas suas características fenotípicas (características faciais, altura e voz) e genotípicas (variabilidade gênica). Essas variações genéticas:**

- ( ) surgem apenas por mutações nas sequências de nucleotídeos do organismo.
- ( ) devem-se a mutações e a processos que recombina os genes dos conjuntos parentais. Nos organismos com reprodução sexuada, temos como exemplo a permutação e a segregação independente dos cromossomos.
- ( ) surgem na maioria das vezes por meio de mutações cromossômicas que alteram o número ou a estrutura dos cromossomos.
- ( ) são ampliadas pelos processos de seleção natural, deriva genética e migração.

**5. A evolução muitas vezes é vista de forma incorreta ao pensar nesse processo como uma escada, onde as espécies menos adaptadas são substituídas por outras mais adaptadas. Uma ideia comum às teorias da evolução propostas por Darwin e Lamarck é que a adaptação resulta:**

- ( ) da interação entre os organismos e seus ambientes.
- ( ) de uso e desuso de estruturas anatômicas.
- ( ) do sucesso reprodutivo diferencial.
- ( ) da manutenção das melhores combinações gênicas.

**6. Considerando diferentes hipóteses evolucionistas, analise as afirmações abaixo e as respectivas justificativas.**

**A** – O flamingo é uma **ave pernalta** porque vive à **beira-mar**!

**B** – O flamingo vive à **beira-mar** porque é uma **ave pernalta**!

As afirmações **A** e **B** podem ser atribuídas, respectivamente, a:

- ( ) Darwin e Wallace.
- ( ) Darwin e Lamarck.
- ( ) Lamarck e Darwin.
- ( ) Wallace e Darwin.

**7. Foi o primeiro naturalista a propor um mecanismo para como a vida muda ao longo do tempo. Explicou sua descoberta utilizando dois princípios: 1° uso e desuso e 2° herança de características adquiridas, bastantes aceitas na época. Assinale a alternativa que contém, respectivamente, a ideia transmitida por cada um dos princípios e o nome do seu autor.**

- ( ) 1° os órgãos das espécies sofrem mudanças graduais, 2° os organismos com características mais vantajosas no ambiente em que se encontram teriam maiores possibilidades de sobreviver e de reproduzir-se – **Charles Darwin**.
- ( ) 1° um órgão desenvolvia-se com o uso e atrofia-se com o desuso, 2° as características adquiridas pelo indivíduo ao longo da vida eram transmitidas aos descendentes – **Jean Lamarck**.
- ( ) 1° um órgão atrofiava-se com o uso e desenvolvia-se com o desuso, 2° as características adquiridas pelo indivíduo ao longo da vida não poderia ser transmitidas aos descendentes – **Charles Darwin**.
- ( ) 1° os órgãos das espécies sofrem mudanças graduais, 2° os organismos com características mais vantajosas no ambiente em que se encontram teriam maiores possibilidades de sobreviver e de reproduzir-se – **Jean Lamarck**.

**8. Todos os seres vivos, incluindo a espécie humana, descendem de ancestrais comuns que viveram em um passado distante. Considerou que, por terem vivido em vários habitats, esses descendentes teriam**

acumulado diversas mudanças, que favoreceu a existência de uma rica diversidade de vida que se observa atualmente.

Assinale a alternativa que contém, respectivamente, a ideia transmitida pela afirmação acima e o nome do seu autor.

- herança das características dominantes – Alfred Wallace.
- herança dos caracteres adquiridos – Jean Lamarck.
- lei do transformismo – Jean Lamarck.
- seleção natural – Charles Darwin.

9. A evolução explica por que encontramos hoje várias linhagens de bactérias resistentes a antibióticos, como a penicilina. A prática da automedicação, o ato de ingerir antibiótico sem saber se necessita do medicamento é um dos motivos do surgimento de linhagens de bactérias com resistência aos antibióticos e também o (as):

- mutações causadas pelos antibióticos para prover adaptações que são transmitidas a descendência.
- modificações no metabolismo das bactérias que neutralizaram o efeito dos antibióticos.
- mutações selecionadas pelos antibióticos, que eliminam as bactérias sensíveis a eles, porém permitem que as resistentes se multipliquem.
- modificações na sensibilidade das bactérias, ocorridas depois de passarem um longo tempo sem contato com antibióticos.

10. Estudos na área da genética reafirmaram o valor da seleção natural para evolução das espécies e originou uma nova teoria evolutiva que sintetiza os conceitos do darwinismo, as leis de Mendel e os estudos sobre genética. Trata-se de qual teoria? E quais conceitos ela incorpora à teoria original proposta por Darwin?

- teoria de Lamarck. Incorpora os conceitos de mutação e seleção natural.
- teoria de Wallace. Incorpora os conceitos de mutação e adaptação.
- teoria do Neolamarckismo. Incorpora os conceitos de adaptação e seleção natural.
- teoria Sintética da Evolução. Incorpora os conceitos de recombinação gênica e mutação.

**Gabarito:** 1. A, 2. C, 3. D, 4. B, 5. A, 6. C, 7. B, 8. D, 9. C e 10. D.

# Apêndice G

## Teste Diagnóstico T3

**TEMA: A UTILIZAÇÃO DE METODOLOGIAS ATIVAS NO ENSINO DOS TEMAS/CONTEÚDOS DE BIOLOGIA: GENÉTICA, EVOLUÇÃO E ECOLOGIA**

**Pesquisadores Responsáveis: Francimeire Gomes de Pinho, Fábio José Vieira e Francisca Carla Silva de Oliveira**

**Unidade Escolar Professora Maria de Lourdes Rebêlo**

**Professora: Francimeire Gomes de Pinho**

**Código:** \_\_\_\_\_

**Turma: 3° Ano: \_\_\_\_\_ Turno: \_\_\_\_\_ Data: \_\_\_\_/\_\_\_\_/20\_\_\_\_**

**TEMA: ECOLOGIA (Cadeias, Teias Alimentares e Fluxo de Energia)**

**1. A matéria e a energia de um ecossistema passam de um ser vivo para outro por meio da:**

- ( ) respiração
- ( ) fermentação.
- ( ) nutrição.
- ( ) fotossíntese.

**2. Cadeia alimentar pode ser definida como:**

- ( ) é um conjunto de várias relações entre seres vivos, na qual um serve de alimento para o outro.
- ( ) é a relação entre matéria e energia, que para os seres vivos são desnecessárias na produção de nutrientes.
- ( ) é uma sequência linear e bidirecional na qual matéria e energia são transferidas para os seres vivos.
- ( ) é uma sequência de seres vivos em que um serve de alimento para o outro.

**3. Em um ecossistema a matéria e a energia passam de um ser vivo para outro por meio da alimentação desencadeando uma sequência de seres vivos, em que um serve alimento para o outro. Exemplifique criativamente no retângulo abaixo, uma sequência que você considera importante para a nossa sobrevivência na Terra. Identifique cada um dos componentes dessa sequência.**

4. Os seres decompositores ou detritívoros são organismos que se alimentam dos restos orgânicos dos demais níveis tróficos, como restos de plantas mortas, cadáveres de animais, fezes, etc. Qual é o papel fundamental desses seres nas relações ecológicas e no bem-estar humano?

---

---

---

5. São exemplos de seres decompositores na cadeia alimentar:

- fungos e plantas
- animais e protozoários
- bactérias e fungos
- plantas e algas

6. O nível trófico que, em última análise, sustenta todos os outros seres, são os autótrofos, também chamados de produtores primários do ecossistema. São exemplos de seres autótrofos:

- fungos
- animais
- protozoários
- algas

7. Os organismos de níveis tróficos acima dos produtores primários do ecossistema (autotróficos) são heterotróficos, onde a sua fonte de energia está relacionada diretamente ou indiretamente com os seus produtos. São exemplos de seres heterotróficos:

- algas
- milho
- coelho
- fitoplâncton

8. Nível trófico de uma cadeia alimentar:

- é a relação entre os organismos consumidores de um ecossistema.
- representa o conjunto biótico (animais e vegetais) que integra o mesmo ecossistema, e nesse possui semelhantes hábitos alimentares.
- é representado por organismos que obtêm matéria e energia de maneira diferente.
- é a representação de cada etapa de uma teia alimentar.

9. O Sol é principal fonte de energia bruta disponível para os ecossistemas onde o seu fluxo perpassa por todos os níveis tróficos de uma cadeia alimentar. O que acontece com a quantidade de matéria e energia disponível de um nível trófico para outro?

- a quantidade de matéria e energia diminui ao longo da cadeia alimentar.
- a quantidade de matéria e energia aumenta ao longo da cadeia alimentar.
- a quantidade de matéria de um ecossistema está em permanente reciclagem, por isso, nunca diminui.
- o fluxo de energia é unidirecional, que vai dos consumidores para os produtores.

10. Em uma comunidade existem cadeias interligadas nos ecossistemas terrestres ou aquáticos como uma lagoa ou um rio que formam:

- diferentes relações que promove o desequilíbrio ecológico.
- uma rede ou teia alimentar.
- uma relação de simbiose entre os seres vivos.
- relações entre seres vivos que só podem ocupar apenas um nível trófico.

**Gabarito:** 1. C, 2. D, 3. \*, 4. \*, 5. C, 6. D, 7. C, 8. B, 9. A e 10. B.

# Apêndice H

## Questionário Diagnóstico Q3

**TEMA: A UTILIZAÇÃO DE METODOLOGIAS ATIVAS NO ENSINO DOS TEMAS/CONTEÚDOS DE BIOLOGIA: GENÉTICA, EVOLUÇÃO E ECOLOGIA**

**Pesquisadores Responsáveis: Francimeire Gomes de Pinho, Fábio José Vieira e Francisca Carla Silva de Oliveira**

**Unidade Escolar Professora Maria de Lourdes Rebêlo**

**Professora: Francimeire Gomes de Pinho**

**Código:** \_\_\_\_\_

**Turma: 3° Ano: \_\_\_\_\_ Turno: \_\_\_\_\_ Data: \_\_\_\_/\_\_\_\_/20\_\_\_\_**

**TEMA: ECOLOGIA (Cadeias, Teias Alimentares e Fluxo de Energia)**

### 1. As plantas obtêm energia:

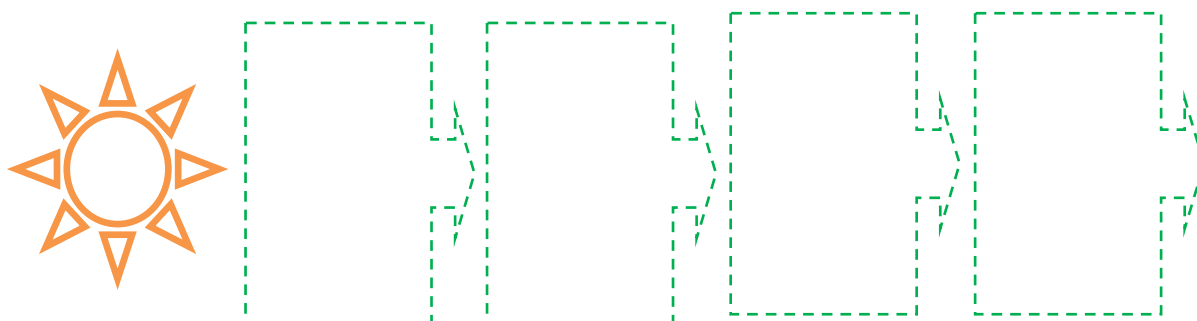
- ( ) produzindo a sua própria matéria orgânica a partir da água e sais minerais absorvidos por suas raízes.
- ( ) a partir da luz do Sol, em um processo chamado fotossíntese.
- ( ) a partir da luz do Sol, em um processo chamado quimiossíntese.
- ( ) na presença ou ausência da luz solar produz substâncias orgânicas que formam o seu corpo.

### 2. Cadeia alimentar pode ser definida como:

- ( ) é um conjunto de várias relações entre seres vivos, na qual um serve de alimento para o outro.
- ( ) é a relação entre matéria e energia, que para os seres vivos são desnecessárias na produção de nutrientes.
- ( ) é uma sequência de seres vivos em que um serve de alimento para o outro.
- ( ) é uma sequência linear e bidirecional na qual matéria e energia são transferidas para os seres vivos.

**3. Represente no diagrama abaixo, como a quantidade de matéria e de energia é disponibilizada de um nível trófico para outro, ao longo de uma cadeia alimentar com quatro níveis tróficos. Lembre-se de discriminar cada nível trófico e simbolizar através de setas a energia liberada na forma de calor.**

Figura 1 – Diagrama da quantidade de matéria e energia de um nível trófico para outro.



Fonte: Pesquisa direta, 2020.

**4. Na Amazônia a prática de garimpeiros em busca de ouro é comum. Nesse costume os garimpeiros usam o mercúrio para separar o ouro das impurezas e dessa maneira podem se contaminar ao inalar**

os vapores tóxicos dessa substância durante o seu aquecimento. A mistura desses dois metais forma uma liga, o amálgama, onde o mercúrio é vaporizado e resta o ouro puro. Além disso, parte desse metal contamina o solo e as águas na forma de metilmercúrio, que entra nas cadeias alimentares dos peixes da região.

**Explique como esse poluente pode atingir altas concentrações ao longo da cadeia alimentar, causando doenças e até a morte. E qual o organismo (produtor, consumidor 1°, consumidor 2°, consumidor 3°...) é o mais prejudicado nesse fenômeno conhecido como magnificação trófica.**

---



---



---

**5. Por que a energia que as plantas necessitam é tão importante não só para elas, mas para todo o ecossistema?**

- ( ) as plantas são seres denominados consumidores primários, pois produzem alimento para os demais seres vivos.
- ( ) as plantas são seres fotossintetizantes que transformam compostos inorgânicos em compostos orgânicos, indispensáveis aos demais seres vivos.
- ( ) as plantas são seres aclorofilados que sintetiza o seu alimento a partir da matéria orgânica morta.
- ( ) as plantas são produtores na cadeia alimentar e reciclam a matéria orgânica na natureza.

**6. Animais carnívoros que se alimentam somente de herbívoros são classificados como:**

- ( ) consumidores secundários
- ( ) consumidores primários
- ( ) consumidores terciários
- ( ) decompositores

**7. A cadeia alimentar a seguir é encontrada no bioma caatinga:**

Figura 2 – Cadeia alimentar.



(A)



(B)



(C)



(D)

Fonte: (A, B e D) Stock.adobe, 2020.

Fonte: (C) Blogspot, 2011.

**Cacto: xique-xique → Pássaro: galo-de-campina → Cobra: jararaca-da-seca → Ave: carcará**

**Considerando a cadeia alimentar, assinale a alternativa ERRADA:**

- ( ) o xique-xique ocupa o primeiro nível trófico, sendo considerado o produtor na cadeia.
- ( ) o galo-de-campina pertence ao segundo nível trófico, sendo considerado consumidor primário.
- ( ) a jararaca-da-seca pertence ao quarto nível trófico, sendo considerado consumidor secundário.
- ( ) o carcará pertence ao quarto nível trófico, sendo considerado consumidor terciário.



**8. O fluxo de energia e matéria no ecossistema estabelece relações de nutrição, ou seja, relações tróficas entre os seus componentes bióticos. Em relação ao fluxo de energia na biosfera, marque a alternativa ERRADA.**

- ( ) toda matéria e energia do alimento passa para o nível trófico seguinte servindo de alimento para os decompositores.
- ( ) o fluxo de energia que perpassa por todos os níveis tróficos é sempre unidirecional: dos produtores para os consumidores.
- ( ) à medida que a energia flui pela cadeia alimentar, parte dela é perdida sob a forma de calor, devido à respiração celular.
- ( ) os resíduos de cada nível trófico são disponibilizados para a cadeia alimentar pela ação dos decompositores.

**9. Quando uma pessoa é adepta ao vegetarianismo (regime alimentar que exclui todos os tipos de carnes), mas não consegue abrir mão de consumir peixes e frutos do mar em suas refeições, ela automaticamente pratica o pescetarianismo. Para as populações que vivem à beira de rios poluídos por mercúrio, por exemplo, é mais prejudicial comer peixes carnívoros do que peixes herbívoros. Por quê?**

- ( ) os peixes carnívoros se alimentam de qualquer tipo de organismo, aumentando a chance de contaminação por substâncias tóxicas além do mercúrio.
- ( ) os peixes herbívoros não ficam expostos ao mercúrio por muito tempo, diminuindo as chances de contaminar os humanos.
- ( ) os peixes carnívoros ficam expostos também ao mercúrio presente no ar.
- ( ) os peixes carnívoros acumulam o mercúrio em seu organismo quando se alimentam de outros organismos, inclusive os peixes herbívoros.

**10. Quando nos referimos ao ecossistema de um lago, dois conceitos são muito importantes: o ciclo dos nutrientes e o fluxo de energia. A energia necessária aos processos vitais de todos os elementos deste lago é reintroduzida neste ecossistema pelo(a):**

- ( ) respiração dos produtores.
- ( ) captura direta por parte dos consumidores.
- ( ) processo fotossintético.
- ( ) armazenamento da energia nas cadeias tróficas.

**Gabarito:** 1. B, 2. C, 3. \*, 4. \*, 5. B, 6. A, 7. C, 8. A, 9. D e 10. C.

---

# Apêndice I

## Atividade Investigativa (AI) Genética

---

### ATIVIDADE INVESTIGATIVA: COMPONENTES E DOENÇAS DO SISTEMA SANGUÍNEO

#### Material utilizado

- 8 tubetes de acrílico - 13 cm para simular um tubo de ensaio;
- 8 tampas de plástico de lata de leite (reutilizável) para simular uma placa de Petri;
- 2 pcts de minipastilha confeitada sabor chocolate vermelha (Coloreti) para simular os glóbulos vermelhos do sangue;
- 1 pct 150g de confeito figura confete (Mil cores), usar cores: branco e amarelo para simular anticorpos e plaquetas do sangue;
- 1 pct 80g de confeito miçanga colorido n° 0 (Mil cores), usar cores: azul, verde e rosa para simular antígenos das hemácias;
- 1 pct 80g de granulado crocante colorido (Mil cores), usar cores: azul, verde e rosa para simular anticorpos do plasma;
- Texto informativo sobre doações de sangue e plaquetas;
- Texto situação problema;
- Papel;
- Cola;
- 8 und. de caneta azul;
- 8 und. de caneta vermelha.

A turma será dividida em oito grupos com cinco componentes em média. Será distribuído para cada equipe um tubete (**tb**) contendo confeitos de docinhos que representarão “amostras dos componentes sanguíneos” do sistema ABO e Rh. Cada tubete simulará um tipo sanguíneo diferente, o **tb**<sup>1</sup> representará amostra de sangue **A**<sup>+</sup>, **tb**<sup>2</sup> sangue **A**<sup>-</sup>, **tb**<sup>3</sup> sangue **B**<sup>+</sup>, **tb**<sup>4</sup> sangue **B**<sup>-</sup>, **tb**<sup>5</sup> sangue **AB**<sup>+</sup>, **tb**<sup>6</sup> sangue **AB**<sup>-</sup>, **tb**<sup>7</sup> sangue **O**<sup>+</sup> e **tb**<sup>8</sup> sangue **O**<sup>-</sup>. Além do **tb** será entregue uma tabela (tabela 2) para registro da tipagem sanguínea fictícia, uma tabela (tabela 3) para registro das

hipóteses, um texto informativo sobre doações de sangue e o texto situação problema (**Tsp**) que diferenciará em quatro tipos (**Tsp<sup>1</sup>**, **Tsp<sup>2</sup>**, **Tsp<sup>3</sup>** e **Tsp<sup>4</sup>**). O **Tsp<sup>1</sup>** constará a descrição dos sintomas da doença hemofilia, **Tsp<sup>2</sup>** da anemia, **Tsp<sup>3</sup>** da dengue hemorrágica e **Tsp<sup>4</sup>** da Leucemia.

### **Elaboração das hipóteses**

Inicialmente, os alunos deverão fazer a leitura do texto sobre a importância da doação de sangue disponibilizada no *site* do Instituto Nacional de Câncer (INCA). Distribuindo o conteúdo (minipastilhas, confeitos e granulados) do **Tb** na “placa de Petri” e analisando-os conforme a legenda na tabela 1 presente no **Tsp**, os estudantes irão completar a tabela 2 colando-os nos campos de um a quatro para representar os elementos figurados do sangue, esquematizando assim a “tipagem sanguínea” do paciente. Nos campos de cinco a dez deverão usar caneta vermelha para desenhar pontinhos que representem a presença ou ausência de aglutinação e os demais espaços deverão ser preenchidos com caneta azul.

Cada grupo irá elaborar e anotar suas hipóteses a respeito da referida “doença do paciente” e dos grupos sanguíneos ABO e Rh na tabela 3.

### **Discussão e elaboração das conclusões**

Após o registro das hipóteses, os alunos poderão ter acesso à *internet* e/ou ao livro didático, a fim de que façam conexões entre as evidências e o conhecimento científico, confirmando ou descartando tais hipóteses. Em seguida, a professora deverá, então, divulgar e discutir os resultados com todos os alunos sobre as conclusões e dados obtidos no *inquiry*, momento de suma importância para enculturação científica.

Ao final o professor tem a opção de exibir o vídeo “O Caminho do Sangue”, que consta nas referências.

### **TEXTOS SITUAÇÃO PROBLEMA:**

#### **Tsp<sup>1</sup>**

Ajude a diagnosticar o problema de saúde de um paciente que, sabe-se de antemão, é portador de uma doença hereditária recessiva ligada ao

cromossomo sexual X, na qual o sangue não contém fatores de coagulação em quantidade suficiente para interromper os sangramentos internos nas articulações e músculos que vem sofrendo. Por isso necessita urgentemente de uma transfusão sanguínea.

Baseando-se na descrição dos sintomas, na análise dos valores de referência dos componentes sanguíneos listados abaixo e na “amostra sanguínea” do **tb**, identifique:

1. Qual é a doença que acomete o paciente?
2. Que fatores, agente etiológico e vetor contribuem para esse distúrbio?
3. Qual tratamento ou controle profilático você indicaria para o paciente?
4. Utilizando os símbolos na tabela 1, complete e esquematize a “tipagem sanguínea” do paciente na tabela 2.
5. Com base na “tipagem sanguínea”, qual o genótipo e o fenótipo do paciente em relação ao sistema sanguíneo ABO e Rh?
6. Há algum integrante no grupo, com o fenótipo sanguíneo compatível ao do paciente? Justifique sua resposta.

#### Valores de Referência dos componentes sanguíneos

Componente sanguíneo	Pessoa saudável	Paciente investigado
Hemácias	4. 500 a 6.000 milhões/mm <sup>3</sup>	5. 000 milhões/mm <sup>3</sup>
Leucócitos	4. 500 a 11.000 milhões/mm <sup>3</sup>	8.000 milhões/mm <sup>3</sup>
Plaquetas	150.000 a 400.000 milhões/mm <sup>3</sup>	278.000 milhões/mm <sup>3</sup>

Elementos Figurados	NOMES
●	Hemácia
○	Leucócitos
●	Plaquetas
●	Antígenos A
●	Antígenos B

●	Fator Rh
	Anticorpos Anti-A
	Anticorpos Anti-B
	Anticorpo Anti- Rh

Tabela 1. Fonte: Pesquisa direta, 2020.

**Tsp<sup>2</sup>**

Ajude a diagnosticar o problema de saúde de um paciente que vem apresentando cansaço, dificuldade de respirar, fraqueza muscular, palidez e falta de apetite. Por se tratar de um paciente ainda na infância, percebe-se que o problema está afetando o seu crescimento e a aprendizagem. Para contornar o mais rápido possível esse quadro e evitar a predisposição a infecções, é aconselhável fazer uma transfusão sanguínea neste paciente e iniciar o tratamento a partir do seu diagnóstico.

Baseando-se na descrição dos sintomas, na análise dos valores de referência dos componentes sanguíneos listados abaixo e na “amostra sanguínea” do **tb**, identifique:

1. Qual é a doença que acomete o paciente?
2. Que fatores, agente etiológico e vetor contribuem para esse distúrbio?
3. Qual tratamento ou controle profilático você indicaria para o paciente?
4. Utilizando os símbolos na tabela 1, complete e esquematize a “tipagem sanguínea” do paciente na tabela 2.
5. Com base na “tipagem sanguínea”, qual o genótipo e o fenótipo do paciente em relação ao sistema sanguíneo ABO e Rh?
6. Há algum integrante no grupo, com o fenótipo sanguíneo compatível ao do paciente? Justifique sua resposta.

**Valores de Referência dos componentes sanguíneos**

Componente sanguíneo	Pessoa saudável	Paciente investigado
Hemácias	4.500 a 6.000 milhões/mm <sup>3</sup>	1.500 milhões/mm <sup>3</sup>
Leucócitos	4.500 a 11.000 milhões/mm <sup>3</sup>	5.000 milhões/mm <sup>3</sup>
Plaquetas	150.000 a 400.000 milhões/mm <sup>3</sup>	240.000 milhões/mm <sup>3</sup>










Elementos Figurados	NOMES
	Hemácia
	Leucócitos
	Plaquetas
	Antígenos A
	Antígenos B
	Fator Rh
	Anticorpos Anti-A
	Anticorpos Anti-B
	Anticorpo Anti- Rh

Tabela 1. Fonte: Pesquisa direta, 2020.

### Tsp<sup>3</sup>

Ajude a diagnosticar o problema de saúde de um paciente que deu entrada em um hospital com manifestação febril alta (39°C a 40°C), de início abrupto, associada à dor de cabeça, prostração, dores musculares, dores nas juntas, atrás dos olhos e exantema (vermelhidão no corpo), acompanhado de prurido, sangramento nasal, pressão arterial baixa, além de queda brusca no número de um certo elemento figurado do sangue, como mostrado abaixo.

Baseando-se na descrição dos sintomas, na análise dos valores de referência dos componentes sanguíneos listados abaixo e na “amostra sanguínea” do **tb**, identifique:

1. Qual é a doença que acomete o paciente?
2. Que fatores, agente etiológico e vetor contribuem para esse distúrbio?
3. Qual tratamento ou controle profilático você indicaria para o paciente?
4. Utilizando os símbolos na tabela 1, complete e esquematize a “tipagem sanguínea” do paciente na tabela 2.

5. Com base na “tipagem sanguínea”, qual o genótipo e o fenótipo do paciente em relação ao sistema sanguíneo ABO e Rh?

6. Há algum integrante no grupo, com o fenótipo sanguíneo compatível ao do paciente? Justifique sua resposta.

**Valores de Referência dos componentes sanguíneos**

Componente sanguíneo	Pessoa saudável	Paciente investigado
Hemácias	4,500 a 6.000 milhões/mm <sup>3</sup>	5.500 milhões/mm <sup>3</sup>
Leucócitos	4.500 a 11.000 milhões/mm <sup>3</sup>	2.000 milhões/mm <sup>3</sup>
Plaquetas	150.000 a 400.000 milhões/mm <sup>3</sup>	50.000 milhões/mm <sup>3</sup>










Elementos Figurados	NOMES
	Hemácia
	Leucócitos
	Plaquetas
	Antígenos A
	Antígenos B
	Fator Rh
	Anticorpos Anti-A
	Anticorpos Anti-B
	Anticorpo Anti- Rh

Tabela 1. Fonte: Pesquisa direta, 2020.

**Tsp<sup>4</sup>**

Ajude a diagnosticar o problema de saúde de um paciente com mutações genéticas em suas células sanguíneas imaturas, que se acumularam e passaram a prejudicar a produção das células sanguíneas normais, e em consequência ocasiona sintomas como: fadiga, falta de ar, palpitação, dor de

cabeça, sangramento das gengivas, pontos roxos (petéquias) na pele, gânglios linfáticos inchados na região do pescoço, febre, perda de peso sem motivo aparente, desconforto abdominal e dores nos ossos e articulações. É uma doença que progride rapidamente, portanto, exige que o tratamento seja iniciado logo após seu diagnóstico, que deverá ser confirmado mediante o exame da medula óssea (mielograma).

Baseando-se na descrição dos sintomas, na análise dos valores de referência dos componentes sanguíneos listados abaixo e na “amostra sanguínea” do **tb**, identifique:

1. Qual é a doença que acomete o paciente?
2. Que fatores, agente etiológico e vetor contribuem para esse distúrbio?
3. Qual tratamento ou controle profilático você indicaria para o paciente?
4. Utilizando os símbolos na tabela 1, complete e esquematize a “tipagem sanguínea” do paciente na tabela 2.
5. Com base na “tipagem sanguínea”, qual o genótipo e o fenótipo do paciente em relação ao sistema sanguíneo ABO e Rh?
6. Há algum integrante no grupo, com o fenótipo sanguíneo compatível ao do paciente? Justifique sua resposta.

### Valores de Referência dos componentes sanguíneos

Componente sanguíneo	Pessoa saudável	Paciente investigado
Hemácias	4,500 a 6.000 milhões/mm <sup>3</sup>	2.300 milhões/mm <sup>3</sup>
Leucócitos	4.500 a 11.000 milhões/mm <sup>3</sup>	100.000 milhões/mm <sup>3</sup>
Plaquetas	150.000 a 400.000 milhões/mm <sup>3</sup>	80.000 milhões/mm <sup>3</sup>

Elementos Figurados	NOMES
●	Hemácia
○	Leucócitos
●	Plaquetas



●	Antígenos A
●	Antígenos B
●	Fator Rh
	Anticorpos Anti-A
	Anticorpos Anti-B
	Anticorpo Anti- Rh

Tabela 1. Fonte: Pesquisa direta, 2020.

### **REGISTRO DAS HIPÓTESES**

1. Qual é a doença que acomete o paciente?

2. Que fatores, agente etiológico e/ou vetor contribuem para esse distúrbio?

3. Qual tratamento ou controle profilático você indicaria para o paciente?

5. Com base na “tipagem sanguínea”, qual o genótipo e o fenótipo do paciente em relação ao sistema sanguíneo ABO e Rh?

<b>Genótipo:</b>
<b>Fenótipo:</b>
6. Há algum integrante no grupo, com o fenótipo sanguíneo compatível ao do paciente? Justifique sua resposta.

Tabela 3. Fonte: Pesquisa direta, 2020.

TIPAGEM SANGUÍNEA								
FENÓTIPO	A <sup>+</sup>	A <sup>-</sup>	B <sup>+</sup>	B <sup>-</sup>	AB <sup>+</sup>	AB <sup>-</sup>	O <sup>+</sup>	O <sup>-</sup>
	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )
HEMÁCIA	campo 1							
PLASMA	campo 2							
LEUCÓCITO	campo 3							
PLAQUETA	campo 4							
COMPATIBILIDADE ENTRE O TIPO SANGUÍNEO DO PACIENTE E DOADORES								


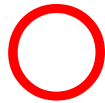
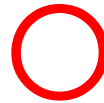
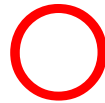
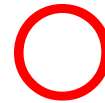
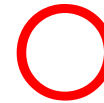
TIPO SANGUÍNEO DO PACIENTE		TIPO SANGUÍNEO/AGLUTINOGENÍO DO DOADOR					
		A ↓	B ↓	AB ↓	O ↓	Rh <sup>+</sup> ↓	Rh <sup>-</sup> ↓
-----		-----	-----	----- e -----	-----	-----	-----
ANTICORPO DO PACIENTE	Anti-A ( )	 campo 5	 campo 6	 campo 7	 campo 8	 campo 9	 campo 10
	Anti-B ( )						
	Anti-Rh ( )						

TABELA 2. Fonte: Pesquisa direta, 2020.

## REFERÊNCIAS

BANDOUK, A. C.; CARVALHO, E. G.; AGUILAR, J. B.; SALLES, J. V.; NAHAS, T. R. **Ser protagonista**: biologia, 3º ano: ensino médio. 3. ed. São Paulo: Edições SM, 2016.

BRASIL. Ministério da Saúde. Brasília. **Dengue: sintomas, causas, tratamento e prevenção**. Disponível em: <http://www.saude.gov.br/saude-de-a-z/dengue>. Acesso em: 27 mai. 2020.

BRASIL. Ministério da Saúde. Brasília. **Vídeo: o caminho do sangue**. Disponível em: <http://saude.gov.br/saude-de-a-z/doacao-de-sangue>. Acesso em: 30 mai. 2020.

INSTITUTO NACIONAL DO CÂNCER (Brasil). **Doação de sangue e plaquetas é decisiva**. [Brasília, DF]: Disponível em: <https://www.inca.gov.br/sites/ufu.sti.inca.local/files//media/document//12-social.pdf>. Acesso em: 27 maio. 2020.

LINHARES, S.; GEWANDSZNAJDER, F.; PACCA, H. **Biologia hoje**: citologia, reprodução e desenvolvimento, histologia e origem da vida. 3. Ed. São Paulo: Ática, 2016.

LINHARES, S.; GEWANDSZNAJDER, F.; PACCA, H. **Biologia hoje**: genética, evolução e ecologia. 3. Ed. São Paulo: Ática, 2016.

ZOMPERO, A. F.; LABURÚ, C. E. **Atividades investigativas para aulas de ciências um diálogo com a teoria da aprendizagem significativa**. Curitiba: Appris, 2016.

---

# Apêndice J

## Atividade Investigativa (AI)

### Evolução

---

#### ATIVIDADE INVESTIGATIVA: UM ESTUDO DE CASO EM PESQUISA CIENTÍFICA: INVESTIGANDO A SELEÇÃO NATURAL EM POPULAÇÕES DE CAMUNDONGOS E BORBOLETAS.

##### Material utilizado

- Textos com figuras retirados de livros e *sites*, tabelas e gráficos sobre o processo evolutivo em populações de camundongos e borboletas.

##### Objetivos

- Promover conexão entre os saberes que os alunos trazem para escola (conhecimentos prévios) e os conceitos científicos;
- Estimular questionamentos, espírito crítico e a busca de evidências, despertando assim, uma visão dos debates científicos e tecnológicos da sociedade atual em torno dos temas abordados.

##### Habilidades

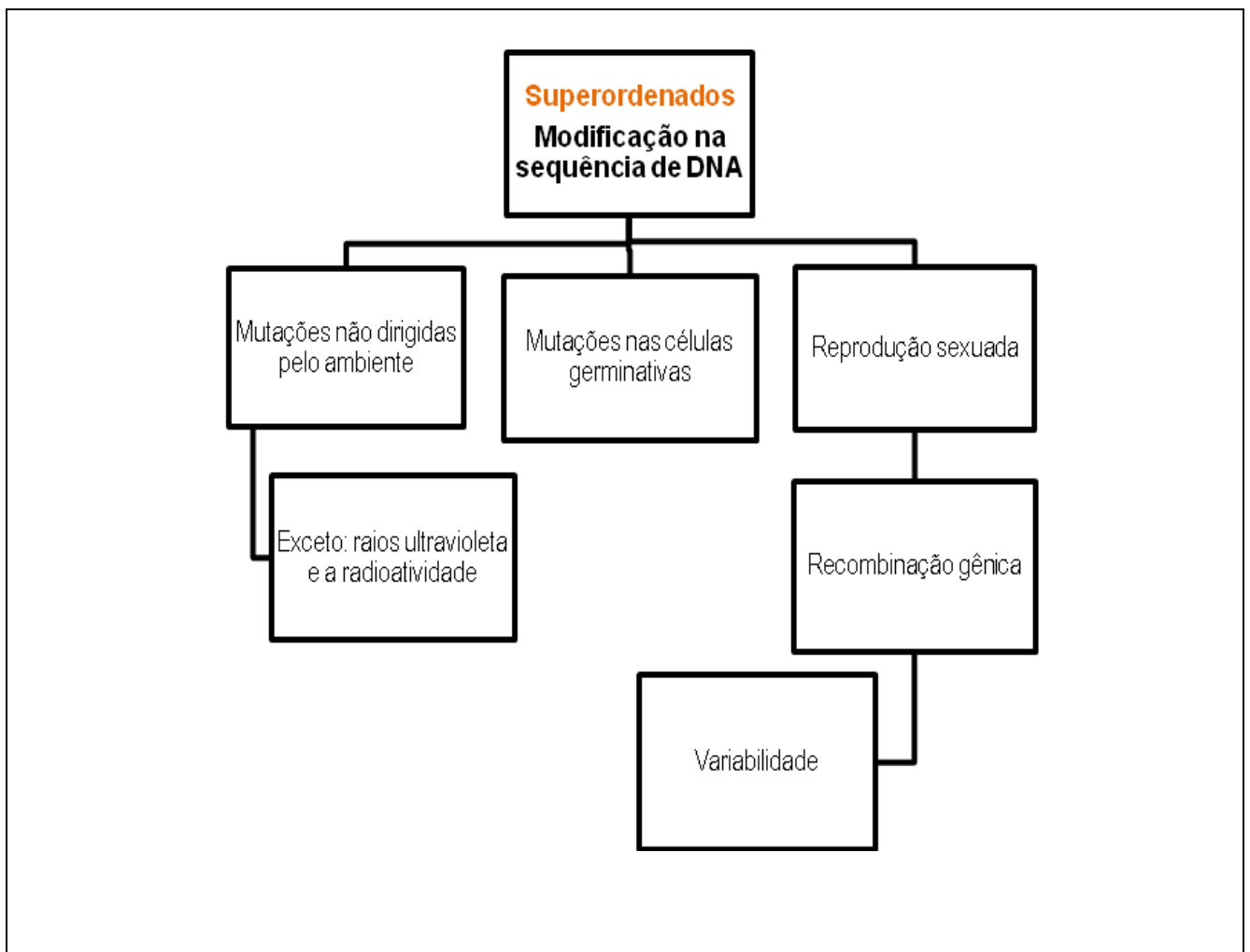
- Compreender que os conhecimentos científicos e tecnológicos estão inseridos no processo histórico e social e que são interdependentes;
- Confrontar interpretações científicas a partir da análise de gráficos e tabelas com interpretações empíricas relacionadas ao tema;
- Entender e utilizar adequadamente os termos teoria e hipóteses na abordagem da Teoria da Evolução biológica;
- Perceber o papel da evolução na geração de processos biológicos, padrões e estruturação taxionômica dos seres vivos.

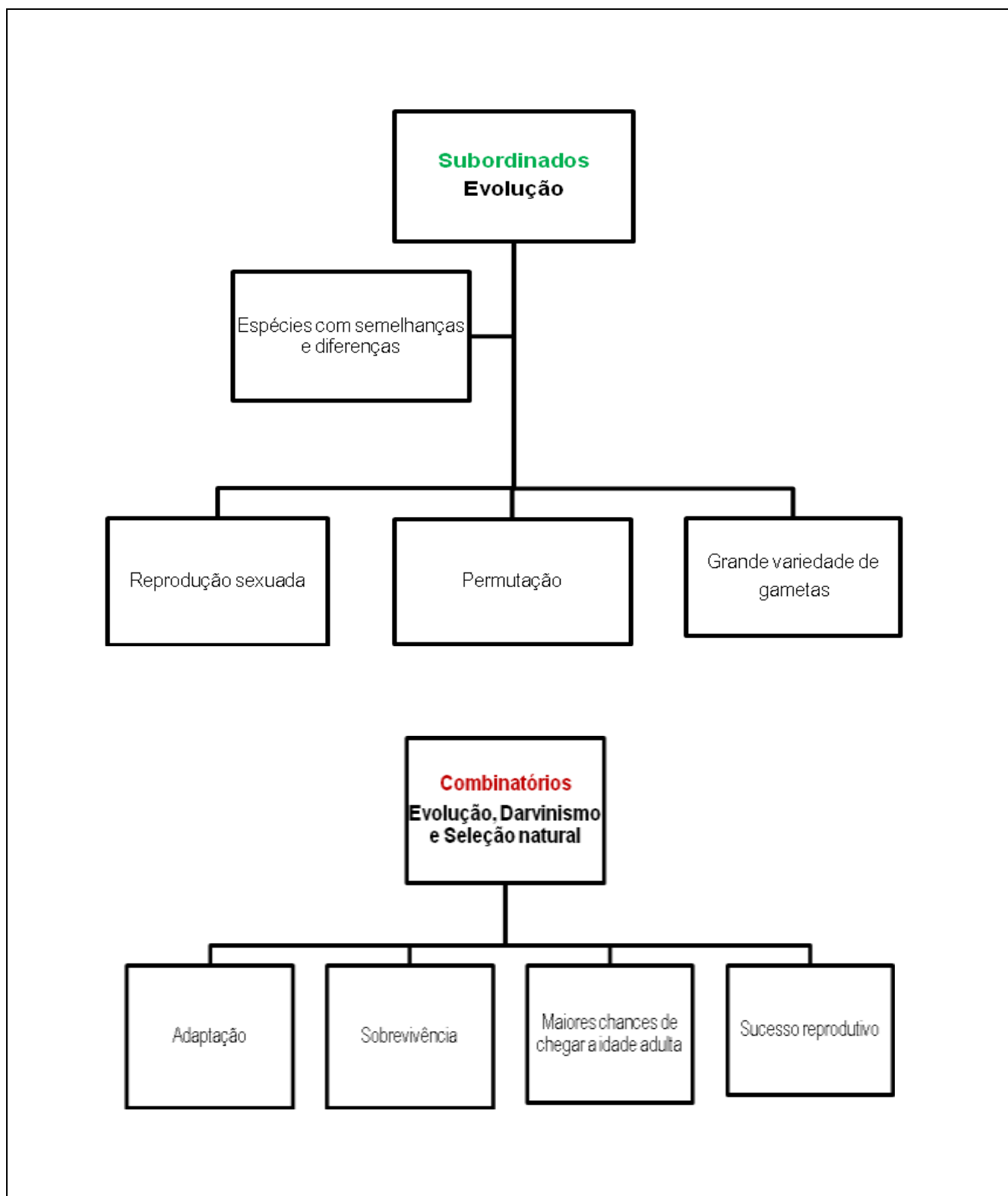
## Desenvolvimento da atividade

Após a explicação do professor sobre a teoria da evolução dos seres vivos, elaboração de mapa conceitual pelos alunos e explanação das etapas do método científico, considerando-se os conhecimentos prévios dos educandos, ressaltando as etapas e as principais características de uma pesquisa.

Objetivando-se a aprendizagem significativa do tema sobre evolução, apresentando o conteúdo ao educando de forma não acabada e ativa. Por isso, é oportuno partir dos conceitos abrangentes e inclusivos para conceitos mais específicos, passando pelos conteúdos intermediários, com revisões cíclicas desses conceitos, visando sua aprendizagem, que exigirá do aprendiz atividade cognitiva para que seja significativa. O diagrama abaixo representa o processo utilizado.

Diagrama (autoria própria) de conceitos: **superordenados**, **subordinados** e **combinatórios** referentes à evolução.





Fonte: Pesquisa direta, 2020.

A aprendizagem superordenada ocorre quando um conceito ou proposição mais abrangente e inclusivo é adquirido a partir de outros mais específicos. Já a aprendizagem subordinada ou subsunciva, acontece quando a nova conceituação

---

ou suposição potencialmente significativos são compreendidos sob ideias relevantes gerais e inclusivas já existentes na estrutura cognitiva do aluno.

Na aprendizagem combinatória não há uma relação com conhecimentos existentes na estrutura cognitiva, mas sim com conteúdos mais amplos.

Durante essa abordagem investigativa, todas as interações argumentativas e o engajamento do grupo na elaboração de suas hipóteses emitidas na atividade, sejam elas escritas ou orais, serão observadas, registradas e, posteriormente, analisadas.

Esses momentos atitudinais e procedimentais, desenvolvidos entre todos, alunos e professor, são importantes na construção de explicações coerentes e conclusões apoiadas no conhecimento científico. É oportuno que o professor classifique e/ou avalie as informações trazidas na discussão pelos alunos, tais como dados, variáveis, explicações, etc.

De acordo com Ausubel (2003), os conceitos constituem os alicerces tanto para a aprendizagem por recepção significativa de proposições, quanto para a elaboração de proposições relevantes para resolução de problemas. Aprender o que expressa o termo conceito, ou seja, o que ele representa por uma dada palavra, é aprender o que ele significa (MOREIRA, 2011). Quando se compreende a definição dos conceitos que compõem uma proposição, o seu entendimento se torna pleno.

Proposição e conceito relacionam-se de modo a gerar o saber, que pode organizar-se na estrutura cognitiva de forma subordinada, superordenada e combinatória, onde a nova informação interage com o conhecimento prévio do educando (ZOMPERO; LABURÚ, 2016).

## **Problema A**

Considere duas populações de camundongos, pertencentes à mesma espécie (*Peromyscus polionotus*) e apresentam diferentes padrões de coloração e ocupam habitats distintos: pelagem clara com mancha no lombo habita dunas de areia com vegetação esparsa ao longo da costa de praias e pelagem escura no lombo que são encontrados a cerca de 30 km da costa, habitando solo escuro da região continental (Figura 1).

Figura 1 - Coloração diferenciada em populações de *Peromyscus polionotus* da praia e da terra.



Fonte: Campebell, 2015

Os seus predadores naturais são caçadores visuais, ou seja, utilizam a visão para procurar as presas: águias, coiotes, corujas e raposas.

1. A que se atribui essa variação no padrão de coloração desses animais?
2. Sob que condições um camundongo de pelagem escura estaria mais vulnerável a predação? E um camundongo de pelagem clara? Explique.
3. Você concorda com a afirmação de que a evolução é sustentada por uma quantidade expressiva de evidências científicas? Explique.
4. O processo evolutivo ao longo de gerações atua na população ou nos indivíduos que a compõem? Explique como isso acontece.
5. Mutação é a modificação na sequência de bases do DNA. Quais mutações estão relacionadas ao processo evolutivo das espécies e quando pode ser vantajosa?

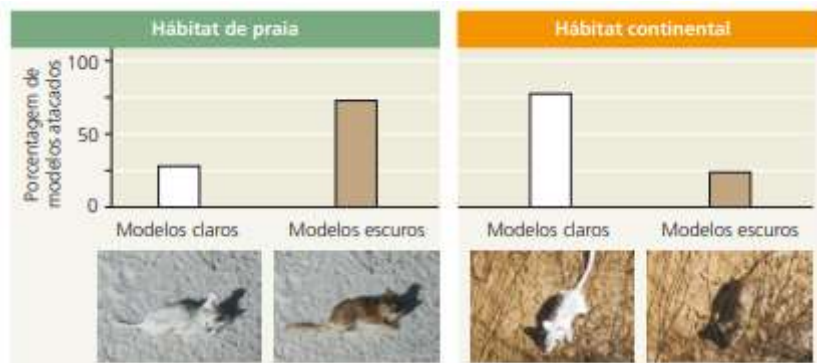
### Problema B

Em uma pesquisa desenvolvida pela bióloga *Hopi Hoekstra* (Universidade de Harvard) e um grupo de estudantes, para testar a sua predição sobre os fatores e efeitos que promovem a variação no padrão de coloração de camundongos (*Peromyscus polionotus*), fizeram um experimento: produziram centenas de modelos plastificados de camundongos e borrifaram tinta para obter os padrões de coloração clara ou escura que se assemelhassem àquelas dos camundongos de



praia ou continental e, então, distribuíram os modelos com os dois padrões em cada um dos habitats. Na manhã seguinte, foram contabilizados modelos danificados ou perdidos (Figura 2).

Figura 2 – Experimento realizado na pesquisa de *Hopi Hoekstra* e seus colaboradores.



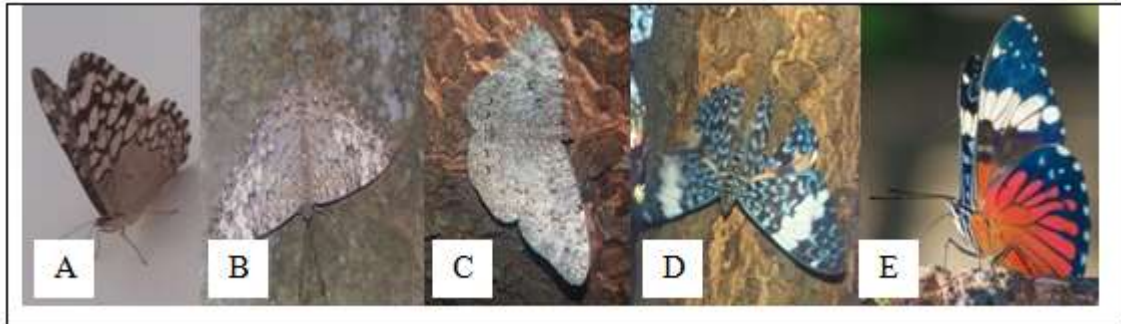
Fonte: Reece et al., 2015

6. Diante dos resultados representados nos gráficos da figura 2, descreva a predição feita por *Hopi Hoekstra* e seus colaboradores ao elaborarem esse experimento de campo.
7. Que mecanismo adaptativo é observado na seleção natural dessa espécie de camundongo?

### Problema C

Borboletas biscoito cinza (*Hamadryas februa*) e biscoito vermelho (*Hamadryas amphinome*) são conhecidas popularmente como borboletas “estaladeiras”, por sua capacidade de produzir o som de um estalo quando os machos batem as asas, por exemplo, para serem reconhecidas pelas fêmeas (Figura 3). A borboleta biscoito vermelho é assim chamada, porque a parte inferior de suas asas apresenta coloração rubra. Alimentam-se de seiva e frutas podres e tem como predadores vertebrados (pássaros, sapos, lagartos, roedores e até felídeos). Passam a maior parte do dia, empoleiradas de cabeça para baixo e asas estendidas sobre tronco de árvores, pedras e outras superfícies, de modo a se camuflar. O habitat consiste em florestas subtropicais e áreas cultivadas com árvores.

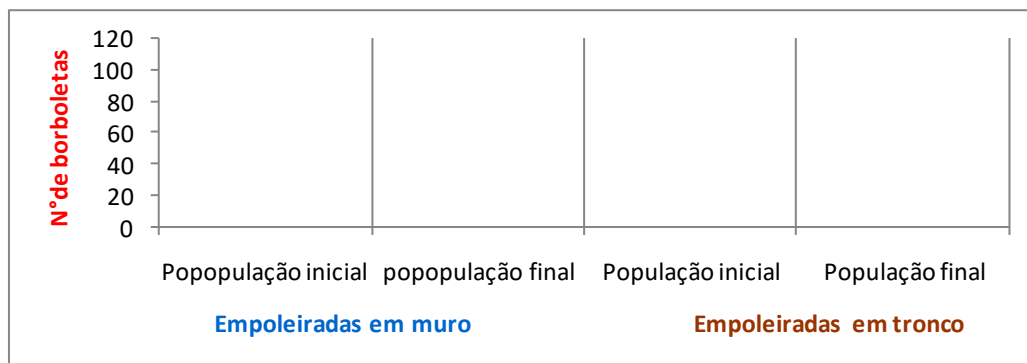
Figura 3 – Borboletas (A, B e C) *Hamadryas februae* (D e E) *Hamadryas amphinome*.



Fonte: (A, B e C) Pesquisa direta, 2020; (D e E) Morten Ross, 2013.

8. Que condições provocam maior letalidade para borboletas biscoito cinza? E qual das borboletas biscoito cinza ou biscoito vermelho é mais suscetível a sofrer predação? Explique.

9. Suponhamos que de um total de 120 borboletas estaladeiras da espécie *H. februa*, 40 estejam empoleiradas em muros (B) e 80 em troncos de árvores (C). Sabendo-se que a taxa de predação desses insetos após duas horas empoleirados em muros é de 25% e em troncos de árvores é de 50% em áreas cultivadas com árvores. Represente no gráfico abaixo, barras para indicar a população inicial de borboletas e a população final após o tempo estimado, dada a taxa de predação de cada inseto.



10. Como você pode representar o grau de parentesco (ancestralidade) entre as espécies: borboletas, caranguejos, minhocas e caracóis? Esquematize a sua resposta no quadro abaixo.



## REFERÊNCIAS

- AUSUBEL, D. P. **Aquisição e retenção de conhecimentos**: perspectiva cognitiva. Lisboa: Plátano Edições Técnicas, 2003.
- BANDOUK, A. C.; CARVALHO, E. G.; AGUILAR, J. B.; SALLES, J. V.; NAHAS, T. R. **Ser protagonista**: biologia, 3º ano: ensino médio. 3. ed. São Paulo: Edições SM, 2016.
- HAMADRYAS. *In*: WIKIPÉDIA, a enciclopédia livre. Flórida: Wikimedia Foundation, 2019. Disponível em: <https://pt.wikipedia.org/w/index.php?title=Hamadryas&oldid=54093042>. Acesso em: 18 ago. 2020.
- LINHARES, S.; GEWANDSZNAJDER, F.; PACCA, H. **Biologia hoje**: genética, evolução e ecologia. 3. ed. São Paulo: Ática, 2016.
- MOREIRA, M. A. Aprendizagem significativa: um conceito subjacente, **Aprendizagem Significativa em Revista**, Porto Alegre, v. 3, p. 25-46, 2011.
- REECE, J. B.; URRY, L. A.; CAIN, M. L.; WASSERMAN, S. A.; MINORSKY P. V. JACKSON, R. B. **Biologia de Campbell**. 10. ed. Porto Alegre: Artmed, 2015.
- ROSSO, M. **Biscoito vermelho** *Hamadryas amphinome*. Disponível em: <https://www.Ross.no/communicate/2013/11/07/red-cracker-hamadryas-amphinome/>. Acesso em: 18 ago. 2020.
- SILVA, S. de C. da; SCHIRLO, A. C. Teoria da Aprendizagem significativa de Ausubel: reflexões para o ensino de física ante a nova realidade social. **Imagens da Educação**, Paraná, v. 4, n. 1, p. 36-42, 2014.
- ZOMPERO, A. F.; LABURÚ, C. E. **Atividades investigativas para aulas de ciências um diálogo com a teoria da aprendizagem significativa**. Curitiba: Appris, 2016.

---

# Apêndice L

## Atividade Investigativa (AI) Ecologia

---

### ECOLOGIA: CADEIA ALIMENTAR, TEIA ALIMENTAR E FLUXO DE ENERGIA

#### Material utilizado

- 8 Envelopes saco 20 cm x 28 cm;
- Figuras 14x10 cm (Apêndice I) plastificadas com papel adesivo transparente;
- 32 Setas verdes (Apêndice II) plastificadas com papel adesivo transparente;
- 40 Setas vermelhas (Apêndice II) plastificadas com papel adesivo transparente;
- 8 Conjuntos das palavras (Apêndice II) plastificadas com papel adesivo transparente;
- 1 Rolo de fita adesiva dupla face;
- 8 Cartolinas 50 x 66 cm na cor branca;
- Aparelho celular.

#### Objetivos

- Sintetizar os conhecimentos adquiridos ao longo dos anos de escolarização, exemplificando a sua utilidade na compreensão de problemas relacionados ao nosso dia a dia;
- Refletir o desenvolvimento de julgamentos de questões e a formação de opiniões para atuar de maneira ativa e consciente na sociedade;
- Conhecer avanços científicos alcançados pelo ser humano em face das melhorias das condições de vida como saúde, habitação etc., das desigualdades sociais e dos impactos ambientais direta ou indiretamente relacionados a esses avanços científicos e tecnológicos.

#### Competências e Habilidades

- Compreender a importância do fluxo de energia para vida, da ação de agentes ou fenômenos que podem causar alterações nesses processos ecológicos;
- Interpretar modelos e experimentos para explicar fenômenos ou processos biológicos em qualquer nível de organização dos seres vivos;

- Posicionar-se criticamente em relação a temas relacionados à ecologia;
- Identificar em situações-problemas, informações ou variáveis relevantes e possíveis estratégias para resolvê-las.

### **Desenvolvimento da atividade**

**1º Momento:** Os alunos serão divididos em 5 grupos com 8 componentes. A professora iniciará a atividade distribuindo para cada grupo um envelope contendo variadas figuras (Adobe Stock, 2020) de seres vivos, de modo que cada envelope conterá um conjunto de exemplares que irá constituir:

- Cinco diferentes cadeias alimentares terrestres e três cadeias alimentares aquáticas (Anexo I);
- Cinco ou seis setas verdes, para indicar a transferência do alimento e da energia do produtor para os consumidores (Apêndice I);
- Quatro a cinco setas vermelhas para designar a diminuição da quantidade de matéria e energia disponível de um nível trófico para outro ao longo da cadeia alimentar (Apêndice I);
- Palavras: produtor, consumidor primário, consumidor secundário, consumidor terciário e decompositor para indicar os níveis tróficos (Apêndice I);
- Uma cartolina e um rolo de fita adesiva dupla face para aderir as figuras, setas e palavras na cartolina.

**2º Momento:** O professor solicitará aos alunos a esquematização de uma cadeia alimentar utilizando os materiais citados e a partir de sua análise irá propor a resolução na folha de respostas (Apêndice II) das situações problemas:

#### **Problema A**

1. O que acontece com a quantidade de energia disponíveis de um nível trófico para outro ao longo da cadeia alimentar?
2. A que se deve tal fenômeno?
3. Qual é a relação existente entre os seres decompositores e a fotossíntese realizada pelas plantas?

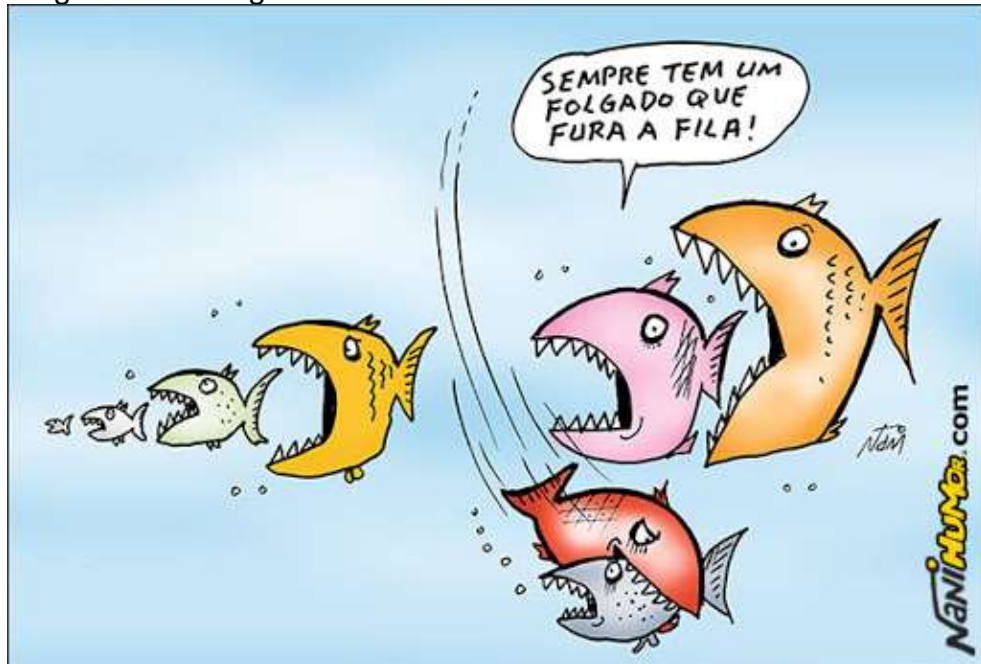
#### **b) Problema B**

4. Esquematize uma teia alimentar com até três níveis tróficos no diagrama (Figura 1 (Apêndice II)).
5. Que diferenças podem ser observadas entre os fluxos de energia e de matéria nos três níveis tróficos da teia alimentar?

### Problema C

Analisar a charge (Figura 2) e a cadeia alimentar esquematizada (Figura 1/apêndice III) e deslindar a partir da elaboração de hipóteses, as resoluções das problematizações:

Figura 2 – Charge Cadeia alimentar.



Fonte: Nani, 2010.

6. Algum desses peixes da charge poderá representar o primeiro nível trófico?
7. Em que situação o peixe de coloração rósea precisaria de menos alimento para obter o valor energético de que necessita?

Após a construção da cadeia alimentar, conforme orientações da professora, os alunos iniciarão discussões no grupo acerca do problema, levando-os a criação e registro de hipóteses que, em seguida, serão apresentadas e discutidas na turma, tendo como base os esquemas da cadeia alimentar, da teia alimentar, a análise da charge e soluções do problema elaborado. Em seguida, a professora permitirá aos alunos acesso fontes de pesquisa (livro didático e à *internet* usando o celular). Nesse momento, os alunos farão conexões entre suas hipóteses e o conhecimento científico. Ao final da aplicação, a professora deverá analisar as conclusões elaboradas, descritas e dialogadas, tecendo comentários a respeito do desenvolvimento da atividade investigativa, apontando dificuldades, engajamento, predominância de conhecimentos prévios, apropriação de conceitos científicos, transferência de significados para novas situações, dentre outras que surgirem.

## Conexão das evidências ao conhecimento científico

A pesquisa nas fontes indicadas será orientada pela professora e dará ênfase aos seguintes problemas, causadores da diminuição da quantidade de matéria e de energia de um nível trófico para o outro, ao longo da cadeia alimentar: parte da energia é consumida pelas plantas e animais, através da respiração celular; parte é eliminada na forma de gás carbônico e água, no caso das plantas e os animais, nas fezes e urina, e, ainda, outra parte, passa a constituir o corpo dos seres vivos (no crescimento e reposição celular).

A matéria, ao contrário, é reciclada, ou seja, constantemente reaproveitada. Inicialmente as substâncias produzidas na fotossíntese convertem-se em água e gás carbônico no processo de respiração aeróbica. Quando os consumidores primários ingerem a matéria orgânica das plantas, parte permanece armazenada no corpo, sob a forma de carboidratos, lipídios e proteínas. Outra parte é liberada no ecossistema e reutilizada por outros organismos na decomposição. Quando os organismos que compõem a cadeia ou teia alimentar morrem, seus corpos são decompostos e a matéria volta para o ambiente, fechando um ciclo.

## REFERÊNCIAS

BANDOUK, A. C.; CARVALHO, E. G.; AGUILAR, J. B.; SALLES, J. V.; NAHAS, T. R. **Ser protagonista**: biologia, 3º ano: ensino médio. 3. ed. São Paulo: Edições SM, 2016.

CAIN, M. L.; JACKSON, R. B.; MINORSKY P. V.; REECE, J. B.; URRY, L. A.; WASSERMAN, S. A. **Biologia de Campbell**. 10. ed. Porto Alegre: Artmed, 2015.

CARVALHO, A. M. P. (org.); OLIVEIRA, C. M. A. SCARPA, D. L.; SASSERON, L. H.; SEDANO, L.; SILVA, M. B.; CAPECCHI, M. C. V. M.; ABIB, M. L. V. S.; BRICCIA, V. **Ensino de ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula**. São Paulo: Cengage Learning, 2019.

KRASILCHIK, M. **Prática de ensino de biologia**. 4 ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2016.

LINHARES, S.; GEWANDSZNAJDER, F.; PACCA, H. **Biologia hoje**: genética, evolução e ecologia. 3. ed. São Paulo: Ática, 2016.

NANI. **Nanihumor cadeia alimentar**. Disponível em: <http://www.nanihumor.com/2010/12/cadeia-alimentar.html>. Acesso em: 13 set. 2020.

ZOMPERO, A. F.; LABURÚ, C. E. **Atividades investigativas para aulas de ciências um diálogo com a teoria da aprendizagem significativa**. Curitiba: Appris, 2016.

## ANEXO I

### ENVELOPE Nº 1- C. ALIMENTAR TERRESTRE



**BEGÔNIA**



**PULGÃO**



**JOANINHA**



**PASSARINH**



**GATO**



**FUNGO**

**FIGURAS EXTRAS ( COM O OBJETIVO DE ESTIMULAR O SENSO CRÍTICO DO ALUNO).**



**SAP**



**COBRA**



**ZEBRA**

### ENVELOPE Nº 2 - C. ALIMENTAR TERRESTRE





FIGURAS EXTRAS ( COM O OBJETIVO DE ESTIMULAR O SENSO CRÍTICO DO ALUNO).



ENVELOPE Nº 3- C. ALIMENTAR TERRESTRE



**FIGURAS EXTRAS ( COM O OBJETIVO DE ESTIMULAR O SENSO CRÍTICO DO ALUNO).**



**ENVELOPE Nº 4- C. ALIMENTAR TERRESTRE**



**FIGURAS EXTRAS ( COM O OBJETIVO DE ESTIMULAR O SENSO CRÍTICO DO ALUNO).**



**ENVELOPE Nº 5 - C. ALIMENTAR TERRESTRE**

**CAPIM****CAPIVARA****ONÇA****FUNGO**

**FIGURAS EXTRAS (COM O OBJETIVO DE ESTIMULAR O SENSO CRÍTICO DO ALUNO).**

**ATUM****GALINH****LOBO-GUARÁ****LAGARTA****CARACOL**

**ENVELOPE Nº 6 - C. ALIMENTAR AQUÁTICA**



FIGURAS EXTRAS ( COM O OBJETIVO DE ESTIMULAR O SENSO CRÍTICO DO ALUNO).



ENVELOPE N° 7 - C. ALIMENTAR AQUÁTICA



**FIGURAS EXTRAS ( COM O OBJETIVO DE ESTIMULAR O SENSO CRÍTICO DO ALUNO).**



**ENVELOPE Nº 8 - C. ALIMENTAR AQUÁTICA**





FLAMINGO

BACTÉRIA

FIGURAS EXTRAS ( COM O OBJETIVO DE ESTIMULAR O SENSO CRÍTICO DO ALUNO).



FUNGO

POLVO

SAPO



JACARÉ

LOBO-GUARÁ

GAIVOTA

## APÊNDICE I

# CADEIA ALIMENTAR

TERRESTRE

# CADEIA ALIMENTAR

AQUÁTICA

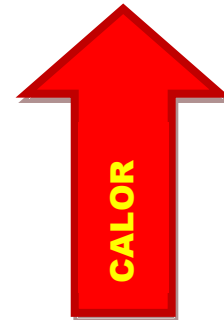
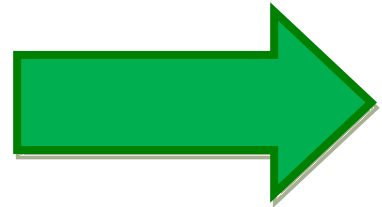
# Consumidor primário

# Consumidor secundário

# Consumidor terciário

# Decompositor

# Produtor



## APENDICE II

### a) Problema:

1. O que acontece com a quantidade de matéria e de energia disponíveis de um nível trófico para outro ao longo da cadeia alimentar? A que se deve tal fenômeno?

---

---

---

---

---

2. A que se deve tal fenômeno?

---

---

---

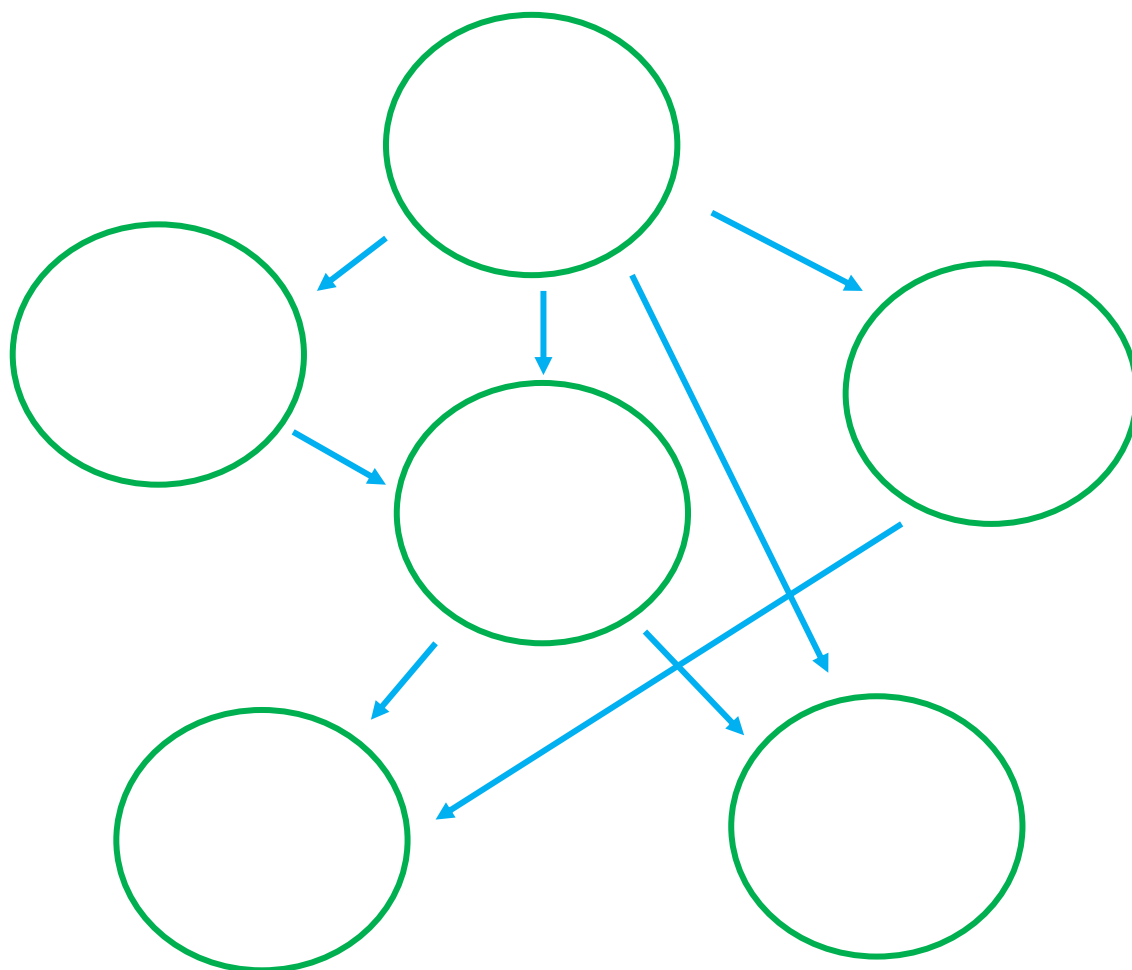


3. Qual é a relação existente entre os seres decompositores e a fotossíntese realizada pelas plantas?

**b) Problema:**

1. Esquematize uma teia alimentar com até três níveis tróficos no diagrama (Figura 2).

Figura 1 – Diagrama teia alimentar.



Fonte: Pesquisa direta, 2020.

2. Que diferenças podem ser observadas entre os fluxos de energia e de matéria nos três níveis tróficos da teia alimentar?

---



---



---



---



---

**c) Problema:**

Analisar a charge (Figura 2) e a cadeia alimentar esquematizada (Figura 1/apêndice III) e deslindar a partir da elaboração de hipóteses, as resoluções das problematizações:

Figura 2 – Charge Cadeia alimentar.



Fonte: Nani, 2010.

1. Algum desses peixes da charge poderá representar o primeiro nível trófico? Por quê?

---



---



---

2. Em que situação o peixe de coloração rósea precisaria de menos alimento para

---

obter o valor energético de que necessita?

---

---

---

---

---

# Anexo A

## PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

CENTRO UNIVERSITÁRIO DA  
FACULDADE DE SAÚDE,  
CIÊNCIAS HUMANAS E  
TECNOLÓGICAS DO PIAUÍ -  
UNINOVAFAPI



### PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

#### DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

**Título da Pesquisa:** A UTILIZAÇÃO DE METODOLOGIAS ATIVAS NO ENSINO DOS TEMAS/CONTEÚDOS DE BIOLOGIA: GENÉTICA, EVOLUÇÃO E ECOLOGIA

**Pesquisador:** Francimeire Gomes de Pinho

**Área Temática:**

**Versão:** 3

**CAAE:** 42583120.0.0000.5210

**Instituição Proponente:** UNIVERSIDADE ESTADUAL DO PIAUÍ

**Patrocinador Principal:** Financiamento Próprio

#### DADOS DO PARECER

**Número do Parecer:** 4.664.654

#### Apresentação do Projeto:

O protocolo apresentado se trata de um projeto de pesquisa do curso de Mestrado Profissional em Ensino de Biologia da UESPI. Será realizado um estudo de abordagem quali-quantitativa, com o objetivo de investigar estratégias metodológicas que possam contribuir para a aprendizagem significativa dos temas: Genética, Evolução e Ecologia da disciplina Biologia no ensino médio. O estudo será desenvolvido em uma escola pública de Teresina-PI e contemplará duas turmas da 3ª série do Ensino Médio, uma no turno matutino que será mensurada (Turma Experimental) e outra no vespertino para fins de grupo controle (Turma Controle), que serão sorteadas compondo um total aproximado de 80 alunos, visto que cada turma possui 40 alunos. Como critérios de inclusão referem que serão consideradas duas turmas da 3ª série do Ensino Médio, uma no turno matutino que será mensurada (Turma Experimental) e outra no vespertino para fins de grupo controle (Turma Controle). Para critérios de exclusão, afirmam que serão excluídos aqueles alunos que não estejam matriculados nas turmas sorteadas. Inicialmente, com a anuência expressa dos Termos de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) e Termo de Assentimento Livre e Esclarecido (TALE) referentes às exigências éticas da Resolução 466/2012, as duas turmas serão submetidas a um teste diagnóstico, a partir de um questionário semi-estruturado contendo dez perguntas, das quais duas serão abertas e oito fechadas, para averiguar os saberes prévios dos alunos, sobre os

Endereço: Rua Vitorino Orthlges Fernandes, 6123  
Bairro: Bairro do Uruguai CEP: 64.073-505  
UF: PI Município: TERESINA  
Telefone: (86)2106-0738 Fax: (86)2106-0740 E-mail: cep@uninovafapi.edu.br

**CENTRO UNIVERSITÁRIO DA  
FACULDADE DE SAÚDE,  
CIÊNCIAS HUMANAS E  
TECNOLOGICAS DO PIAUÍ -  
UNINOVAFAPI**



Continuação do Parecer: 4.664.654

estruturados (Q1, Q2 e Q3), nas duas turmas, serão mensuradas as aprendizagens adquiridas em cada uma delas, por meio de MA na TE e MP na TC, a partir da análise da tabulação dos dados em gráficos e da observação dos rendimentos dos estudantes nos dois diferentes cenários, conforme tabela apresentada no projeto detalhado.

**Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:**

Os termos de apresentação obrigatória foram devidamente anexados ao protocolo de pesquisa.

**Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:**

Concluo que o protocolo de pesquisa está aprovado, visto que está adequado às recomendações da Resolução CNS 466/2012.

**Considerações Finais a critério do CEP:**

O Parecer do colegiado de que o protocolo de pesquisa está APROVADO foi acatado porque encontra-se elaborado de acordo com as recomendações éticas da Resolução 466/2012 e 510/2016 do Conselho Nacional de Saúde.

**Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:**

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BASICAS_DO_PROJETO_1670813.pdf	13/04/2021 11:21:04		Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projetodepesquisa.doc	13/04/2021 11:18:57	Francimeire Gomes de Pinho	Aceito
Cronograma	Cronogramadeatividades.doc	13/04/2021 11:11:34	Francimeire Gomes de Pinho	Aceito
Outros	TALE.doc	13/04/2021 11:09:19	Francimeire Gomes de Pinho	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE.doc	13/04/2021 11:07:43	Francimeire Gomes de Pinho	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	Declaracaodeintituicaoefraestrutura.pdf	13/03/2021 10:34:56	Francimeire Gomes de Pinho	Aceito
Orçamento	Orcamentoprojetodepesquisa.doc	13/03/2021 10:11:38	Francimeire Gomes de Pinho	Aceito
Outros	Instrumentoparacoletadedados.doc	01/12/2020 20:47:41	Francimeire Gomes de Pinho	Aceito

Endereço: Rua Vitorino Orthiges Fernandes, 6123

Bairro: Bairro do Uruguai

CEP: 64.073-505

UF: PI

Município: TERESINA

Telefone: (86)2106-0736

Fax: (86)2106-0740

E-mail: cep@uninovafapi.edu.br

**CENTRO UNIVERSITÁRIO DA  
FACULDADE DE SAÚDE,  
CIÊNCIAS HUMANAS E  
TECNOLÓGICAS DO PIAUÍ -  
UNINOVAFAPI**



Continuação do Parecer: 4.654.654

Declaração de Pesquisadores	Declaracaodospesquisadores.doc	01/12/2020 20:44:48	Francimeire Gomes de Pinho	Aceito
Solicitação Assinada pelo Pesquisador Responsável	cartadeapresentadoprojetedepesquisa.pdf	01/12/2020 20:41:23	Francimeire Gomes de Pinho	Aceito
Folha de Rosto	folhaderosto.pdf	01/12/2020 20:32:40	Francimeire Gomes de Pinho	Aceito

**Situação do Parecer:**

Aprovado

**Necessita Apreciação da CONEP:**

Não

TERESINA, 22 de Abril de 2021

Assinado por:

**FRANCISCA TEREZA COELHO MATOS**  
(Coordenador(a))

Endereço: Rua Vitorino Orthiges Fernandes, 6123

Bairro: Bairro do Uruguai CEP: 64.073-505

UF: PI Município: TERESINA

Telefone: (86)2106-0738 Fax: (86)2106-0740 E-mail: cep@uninovafapi.edu.br