



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO  
INSTITUTO NUTES DE EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS E SAÚDE

**PAULO ROBERTO DE ARAÚJO PORTO**

COMPREENSÃO EVOLUTIVA DOS SERES VIVOS: TEMA ESTRUTURADOR DO  
ENSINO DE BIOLOGIA NAS SALAS DE AULA DO ENSINO MÉDIO

RIO DE JANEIRO  
2019

Paulo Roberto de Araújo Porto

COMPREENSÃO EVOLUTIVA DOS SERES VIVOS: TEMA ESTRUTURADOR DO  
ENSINO DE BIOLOGIA NAS SALAS DE AULA DO ENSINO MÉDIO

Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Saúde, do Instituto Nutes de Educação em Ciências e Saúde da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como requisito parcial para à obtenção do Título de Doutor em Educação em Ciências e Saúde.

Orientadora: Eliane Brígida Morais Falcão

Rio de Janeiro  
2019

Ficha catalográfica elaborada por Priscila Almeida Cruz CRB-7/6242.

P853c Porto, Paulo Roberto de Araújo.

Compreensão evolutiva dos seres vivos: tema estruturador do ensino de biologia nas salas de aula do ensino médio. / Paulo Roberto de Araújo Porto. – Rio de Janeiro: UFRJ/NUTES, 2019.

188 p.: il. color.; 30 cm.

Orientadora: Eliane Brígida Morais Falcão.

Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto NUTES de Educação em Ciências e Saúde, Programa de Pós-graduação em Educação em Ciências e Saúde, Rio de Janeiro, 2019.

Referências bibliográficas: f. 109-114.

1. Biologia (Ensino médio). 2. Teoria da evolução. 3. Ensino de ciências e saúde - Tese. I. Falcão, Eliane Brígida Morais. II. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto NUTES de Educação em Ciências e Saúde, Pós-Graduação em Educação em Ciências e Saúde. III. Título.

Paulo Roberto de Araújo Porto

COMPREENSÃO EVOLUTIVA DOS SERES VIVOS: tema estruturador do ensino de  
Biologia nas salas de aula do Ensino Médio

Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação Educação em Ciências e Saúde, Instituto NUTES de Educação em Ciências e Saúde, Universidade Federal do Rio de Janeiro, como requisito parcial à obtenção do Título de Doutor em Educação em Ciências e Saúde.

Aprovado em:

---

Prof(a). Dr(a). Eliane Brígida Morais Falcão - UFRJ

---

Prof(a). Dr(a). Denise Rocha Correa Lannes – UFRJ

---

Prof(a). Dr(a). Rui Cerqueira Silva – UFRJ

---

Prof(a). Dr(a). Alexandre Brasil Carvalho da Fonseca – UFRJ

---

Prof(a). Dr(a). Andréa Costa da Silva - UFRJ

A minha mãe Jandira (in memoriam) e meu pai Irineu que sempre se preocuparam com minha formação acadêmica, embora, não tenham tido a oportunidade de se escolarizarem, possuíam grande sabedoria.  
Dedico a vocês esse legado e essa titulação conquistada.

## **Agradecimento**

Inicialmente agradeço a Deus, que me proporcionou saúde, esperança e força, principalmente nos momentos mais desafiadores dessa pesquisa. A minha esposa Elita, que com sabedoria e paciência compreendeu minha falta de atenção, distância, minha tensão, meus dias de desânimo durante esse processo, e que me ajudou muito na finalização dessa pesquisa. A meu pai Irineu, que mesmo com sua idade avançada sempre expressou palavras de otimismo que me motivaram. A minhas netas Letícia e Sophia, que na inocência de crianças, muitas vezes me alegraram nos momentos de angústia quando os desafios para continuar a pesquisa aumentavam. Ao meu filho Richard, que dividiu comigo os desafios de cursar o doutorado e a todos os demais familiares que souberam compreender os momentos de ausência, de cansaço e até mesmo de desânimo nos encontros em família. Um agradecimento muito especial à professora Dra. Denise Rocha Correa Lannes que possibilitou uma mudança na minha carreira de professor: minha inserção no mundo acadêmico e da pesquisa que resulta nessa titulação de doutor em educação. Agradeço profundamente a minha orientadora, professora Dra. Eliane Brígida Morais Falcão, que me acompanhou desde o mestrado e conduziu com maestria tanto minha dissertação de mestrado como minha tese de doutorado. Ao professor Dr. Flávio Silva Faria, do Instituto de Biologia/UFRJ, com quem tive valiosas conversas sobre questões da Teoria da Evolução. Aos meus amigos do Laboratório de Estudos da Ciência (LEC/NUTES), os quais estiveram lado a lado nesta caminhada: à Alessandra, companheira desde o mestrado, sempre presente, prestativa e amiga, à Cristiana, que sempre soube colocar uma palavra de otimismo nos momentos de desesperança, à Viviane, que me motivava com sua garra, ao Anderson, que sempre se mostrou solícito e dividiu comigo as angústias da finalização da pesquisa. Agradeço também aos servidores técnicos do laboratório: Wagner, sempre prestativo e alegrando o laboratório com seu bom humor e sua solicitude, e Silvana, sempre prestativa e amiga. Agradeço também a todos os professores do curso e aos colegas de turma que dividiram comigo os momentos de preocupação, descontração e ansiedade durante a realização das disciplinas. Um agradecimento muito especial a Daise Pires, colega da turma de 2014, que, assim como um anjo, surgiu dividindo comigo as angústias da finalização desta tese e contribuiu imensamente para sua finalização. Agradeço também à professora Janaína Rodrigues de Freitas Machado Eduardo e a todos os servidores e os estudantes do colégio onde realizei a pesquisa, pois me acolheram e colaboraram intensamente no desenvolvimento deste trabalho. Finalizando, agradeço a todos que direta ou indiretamente contribuíram para a finalização da minha tese.

“Na história da humanidade (e dos animais também)  
aqueles que aprenderam a colaborar e improvisar  
foram os que prevaleceram”. - Charles Darwin

## RESUMO

PORTO, Paulo Roberto de Araújo. **Compreensão evolutiva dos seres vivos: tema estruturador do ensino de biologia nas salas de aula do ensino médio.** 2019. 188 f. Tese (Doutorado) - Doutorado em Educação em Ciências e Saúde, Instituto Nutes de Educação em Ciências e Saúde, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2019.

Pesquisas realizadas sobre o ensino da origem e evolução dos seres vivos, no Ensino Médio, identificam dificuldades na compreensão dos estudantes sobre o tema, tais dificuldades relacionam-se tanto a abordagem educacional como as influências religiosas. Nessa pesquisa buscamos investigar a origem e evolução dos seres vivos como tema estruturador do curso de Biologia em um colégio público localizado em um município do interior do estado do Rio de Janeiro. Nesse percurso, realizamos uma revisão bibliográfica sobre essa questão, pautando-nos também em pesquisadores da Biologia como em documentos oficiais do Ensino Médio, que reconhecem a teoria da evolução dos seres vivos como tema estruturador. À princípio acompanhamos o cotidiano de um grupo de estudantes do Ensino Médio investigando seus conhecimentos sobre o tema., para em seguida, elaborar uma nova abordagem do tema nos três anos do Ensino Médio, através da metodologia da pesquisa-ação, buscando o envolvimento das professoras de Biologia na reformulação do plano de curso dessa disciplina do colégio investigado. Com isso propomos três etapas: um diagnóstico do curso de Biologia já implementado, a elaboração de uma sequência didática com atividades para todos os anos do Ensino Médio e a elaboração de textos com os conhecimentos esperados ao final de cada ano sobre o tema. Dessa forma a teoria da evolução dos seres vivos foi utilizada como articuladora para abordagem dos conteúdos de Biologia previstos para os três anos do Ensino Médio. Foram acompanhadas três turmas, sendo uma de cada ano de escolaridade. Com pressupostos da das representações sociais avaliamos as ideias, opiniões, crenças e valores dos estudantes sobre a origem e evolução dos seres vivos, no decorrer da realização da sequência didática. A identificação das representações sociais foi feita a partir da utilização da técnica de análise do Discurso do Sujeito Coletivo (DSC). Os resultados mostraram interesse e motivação na participação das atividades da sequência didática, o grupo investigado apresentava mais dificuldade de compreensão dos fenômenos da vida, devido a abordagem educacional feita sobre o tema, do que por influência religiosa. Ou seja, as crenças religiosas dos estudantes eventualmente se manifestaram, mas não se mostraram um obstáculo especial a compreensão do tema. O diálogo no contexto das atividades participativas e o uso de exemplos e práticas da ciência, promovia esclarecimentos às dúvidas colocadas, com isso, o processo de ensino

aprendizagem mostrou-se dinâmico e integrador. Mesmo que alguns limites da atividade fossem identificados, como a falta de diferentes recursos básicos, recursos de multimídia, falta de conexão à internet, falta de laboratórios de ciências e informática, dificuldades para o envolvimento de maior número de professores, devido a intensa rotina de trabalho, no entanto, o apoio da direção, das professoras de Biologia e dos estudantes do colégio investigado foi decisivo para a realização dessa pesquisa. Ressaltamos a importância da integração da teoria da evolução aos conteúdos, incorporando conceitos ao longo dos três anos do Ensino Médio, associando a atividades participativas dos estudantes e práticas da ciência.

Palavras-chave: Teoria da evolução dos seres vivos como tema estruturador, Ensino médio. Pesquisa-ação. Representações sociais.

## ABSTRACT

PORTO, Paulo Roberto de Araújo. **Compreensão evolutiva dos seres vivos: tema estruturador do ensino de biologia nas salas de aula do ensino médio.** 2019. 188 f. Tese (Doutorado) - Doutorado em Educação em Ciências e Saúde, Instituto Nutes de Educação em Ciências e Saúde, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2019.

Research conducted on the teaching of the origin and evolution of living beings in high school identify difficulties in students' understanding of the subject, such difficulties relate to both the educational approach and the religious influences. In this research we seek to investigate the origin and evolution of living beings as the structuring theme of the biology course in a public college located in a municipality in the interior of the state of Rio de Janeiro. In this way, we conducted a literature review on this issue, also based on biology researchers as well as official high school documents, which recognize the theory of evolution of living beings as a structuring theme. At first we follow the daily life of a group of high school students investigating their knowledge about the theme. Then, we elaborate a new approach of the theme in the three years of high school, through the action research methodology, seeking the involvement of the students. Biology teachers in the reformulation of the course plan of this discipline of the investigated college. With this we propose three stages: a diagnosis of the Biology course already implemented, the elaboration of a didactic sequence with activities for all the years of high school and the elaboration of texts with the expected knowledge at the end of each year on the subject. Thus, the theory of evolution of living beings was used as an articulator for approaching the contents of biology predicted for the three years of high school. Three classes were accompanied, one from each school year. With the assumptions of the social representations we evaluate the ideas, opinions, beliefs and values of students about the origin and evolution of living beings, during the course of the didactic sequence. The identification of social representations was made by using the Collective Subject Discourse (CSD) analysis technique. The results showed interest and motivation in the participation of the didactic sequence activities, the group investigated presented more difficulty of understanding the phenomena of life, due to the educational approach made about the theme, than by religious influence. That is, the students' religious beliefs eventually manifested, but did not prove to be a special obstacle to understanding the subject. The dialogue in the context of participatory activities and the use of examples and practices of science, provided clarification to the doubts posed, thus, the process of teaching learning was dynamic and integrative. Even if some activity limits were identified, such as lack of different basic resources, multimedia resources, lack of internet connection, lack of science and computer labs, difficulties in involving more teachers,

due to the intense routine of However, the support of the board, the biology teachers and the students of the college investigated was decisive for this research. We emphasize the importance of integrating the theory of evolution with content, incorporating concepts throughout the three years of high school, associating students with participatory activities and science practices.

**Keywords:** Theory of evolution of living beings as structuring theme, High school. Action research. Social representations.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

### QUADROS

|   |    |
|---|----|
| Quadro 1 Currículo Mínimo de Biologia.....  | 42 |
| Quadro 2 Discursos do Sujeito Coletivo (DSC).....   | 45 |
| Quadro 3 Textos propostos como referência de domínio da compreensão científica dos estudantes sobre o tema - Texto para o primeiro ano..... | 52 |
| Quadro 4 Textos propostos como referência de domínio da compreensão científica dos estudantes sobre o tema - Texto para o segundo ano.....  | 53 |
| Quadro 5 Textos propostos como referência de domínio da compreensão científica dos estudantes sobre o tema - Texto para o terceiro ano..... | 53 |
| Quadro 6 Atividade 1- Como surgiu o universo ?.....   | 55 |
| Quadro 7 Atividade 2 - De onde veio a vida ?.....   | 56 |
| Quadro 8 Atividade 3 - Causas das diferenças entre os seres vivos.....  | 57 |
| Quadro 9 Atividade 4 - Evidências da evolução dos seres vivos.....  | 59 |
| Quadro 10 Atividade 5 - Darwin em evidência.....  | 60 |
| Quadro 11 Discurso do Sujeito Coletivo - O universo sempre existiu? O que o constitui? Resposta ao exercício da atividade nº 1.....         | 61 |
| Quadro 12 Discurso do Sujeito Coletivo - “Como se originou a vida em nosso planeta?” Resposta ao exercício da atividade nº 2.....           | 63 |
| Quadro 13 Discurso do Sujeito Coletivo sobre diversidade dos seres vivos. Resposta ao exercício da atividade nº 3.....                      | 64 |
| Quadro 14 Atividade nº 1 - De onde vem a energia utilizada pelos seres vivos?.....  | 69 |
| Quadro 15 Atividade nº2 - Experimento sobre fermentação, respiração aeróbia e fotossíntese.....   | 70 |
| Quadro 16 Atividade 3 - Como as células se diferenciam.....   | 72 |
| Quadro 17 Atividade 4 - desenvolvimento embriológico, mutações e macromutações.....   | 73 |

|   |     |
|---|-----|
| Quadro 18 Discurso do Sujeito Coletivo (DSC) - Relação fotossíntese, respiração, fermentação e mudança ambiental.....   | 75  |
| Quadro 19 Discurso do Sujeito Coletivo (DSC) sobre a origem da diversidade.....   | 76  |
| Quadro 20 Atividade 1 - Ações Humanas de impacto ambiental local e regional.....  | 77  |
| Quadro 21 Atividade 2 - Ações Humanas de impacto global.....  | 79  |
| Quadro 22 Atividade 3 - Relacionando cadeias alimentares, interações entre os seres vivos e a evolução .....  | 80  |
| Quadro 23 Atividade 4 -Diversidade genética, diversidade de espécie, diversidade de comunidades bióticas nos ecossistemas.....  | 81  |
| Quadro 24 Discurso do Sujeito Coletivo (DSC) sobre interferência do homem no ambiente e no processo evolutivo natural .....   | 82  |
| Quadro 25 Discurso do Sujeito Coletivo (DSC) sobre diversidade.....   | 83  |
| Quadro 26 Discurso do Sujeito Coletivo (DSC) Na sua opinião como se explica a origem dos seres vivos no nosso planeta Turma 1 A .....                                     | 89  |
| Quadro 27 Discurso do Sujeito Coletivo (DSC) Na sua opinião qual é a origem da grande diversidade de seres vivos encontrada no nosso planeta Turma 1 A .....              | 91  |
| Quadro 28 Discurso do Sujeito Coletivo (DSC) Na sua opinião como se explica a origem dos seres vivos no nosso planeta Turma 2 A.....                                      | 93  |
| Quadro 29 Discurso do Sujeito Coletivo (DSC) Na sua opinião qual é a origem da grande diversidade de seres vivos encontrada no nosso planeta Turma 2 A.....               | 94  |
| Quadro 30 Discurso do Sujeito Coletivo (DSC) Na sua opinião como se explica a origem dos seres vivos no nosso planeta Turma 3 A.....                                      | 95  |
| Quadro 31 Discurso do Sujeito Coletivo (DSC) Na sua opinião qual é a origem da grande diversidade de seres vivos encontrada no nosso planeta Turma 3 A.....               | 97  |
| Quadro 32 Discurso do Sujeito Coletivo (DSC) Análise comparativa entre o discurso com ancoragem científica e o texto proposto como referência para o tema Turma 1 A.....  | 99  |
| Quadro 33 Discurso do Sujeito Coletivo (DSC) Análise comparativa entre o discurso com ancoragem científica e o texto proposto como referência para o tema Turma 2 A ..... | 101 |
| Quadro 34 Discurso do Sujeito Coletivo (DSC) Análise comparativa entre o discurso com ancoragem científica e o texto proposto como referência para o tema Turma 3 A.....  | 102 |
| Quadro 35 Análise comparativa entre o DSC -3 discurso com ancoragem científica da turma 1 A e demais turmas do primeiro ano .....   | 104 |

|  |     |
|--|-----|
| Quadro 36 Análise comparativa entre o DSC -3 discurso com ancoragem científica da turma 2 A e demais turmas do segundo ano ..... | 105 |
| Quadro 37 Análise comparativa entre o DSC -3 discurso com ancoragem científica da turma 3 A e demais turmas do terceiro ano..... | 105 |

## GRÁFICOS

|  |    |
|--|----|
| Gráfico 1 Tempo de duração das atividades.....                           | 85 |
| Gráfico 2 Clareza nas informações.....                                   | 86 |
| Gráfico 3 Criatividade das atividades .....                              | 86 |
| Gráfico 4 Dinâmica das atividades.....                                   | 87 |
| Gráfico 5 Liberdade para falar, discordar e questionar.....              | 87 |
| Gráfico 6 Coerência entre exercícios finais e atividades anteriores..... | 88 |

## FIGURAS

|  |    |
|--|----|
| Figura 1 Cladograma.....               | 66 |
| Figura 2 Macroevolução.....            | 67 |
| Figura 3 Evolução.....                 | 67 |
| Figura 4 Experimento Fotossíntese..... | 71 |
| Figura 5 Experimento Fermentação.....  | 71 |
| Figura 6 Experimento Fermentação.....  | 72 |

## TABELAS

|   |    |
|---|----|
| Tabela 1 Perfil sociocultural e religioso dos estudantes.....                 | 44 |
| Tabela 2 Questões sobre evidências da evolução - Atividade nº 4.....          | 65 |
| Tabela 3 Características comparativas entre diferentes grupos de animais..... | 67 |
| Tabela 4 Reconhecendo micro e macroevolução.....                              | 67 |

## **ABREVIATURAS E SIGLAS**

CEP - Comitê de Ética em Pesquisa

DCNEM - Diretrizes Curriculares do Ensino Médio

DSC - Discurso do Sujeito Coletivo

ENEM - Exame Nacional do Ensino Médio

LEC – Laboratório de Ensino da Ciência

NUTES- Núcleo de Tecnologia Educacional para a Saúde

PCN - Parâmetros Curriculares Nacionais

SEEDUC – Secretaria Estadual de Educação e Cultura do Rio de Janeiro

## SUMÁRIO

|   |    |
|---|----|
| <b>1 INTRODUÇÃO</b> .....   | 16 |
| <b>2 A TEORIA DA EVOLUÇÃO DOS SERES VIVOS</b> .....   | 19 |
| 2.1 Breve histórico sobre a teoria da evolução dos seres vivos.....   | 19 |
| 2.2 A teoria da evolução dos seres vivos como tema estruturador da biologia.....                                  | 23 |
| <b>3 ENSINO DO TEMA EVOLUÇÃO DOS SERES VIVOS NO ENSINO MÉDIO</b> .....  | 25 |
| <b>4 OBJETIVOS</b> .....  | 30 |
| <b>5 METODOLOGIA</b> .....  | 30 |
| <b>6 RESULTADOS DO ESTUDO DIAGNÓSTICO REALIZADO NO COLÉGIO</b> .....  | 39 |
| 6.1 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS DO DIAGNÓSTICO.....  | 46 |
| <b>7 RESULTADOS DA REFORMULAÇÃO DO PLANO DE CURSO DE BIOLOGIA</b> .....   | 52 |
| 7.1 RESULTADO DAS ATIVIDADES IMPLEMENTADAS NO PRIMEIRO ANO.....   | 54 |
| 7.2 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS DAS ATIVIDADES IMPLEMENTADAS NO PRIMEIRO ANO.....                                    | 61 |
| 7.3 ATIVIDADES IMPLEMENTADAS NO SEGUNDO ANO.....  | 69 |
| 7.4 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS DAS ATIVIDADES REALIZADAS NO SEGUNDO ANO.....  | 74 |
| 7.5 ATIVIDADES IMPLEMENTADAS NO TERCEIRO ANO.....   | 77 |
| 7.6 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS DAS ATIVIDADES REALIZADAS NO TERCEIRO ANO.....                                       | 82 |
| <b>8 AVALIAÇÃO FINAL DA SEQUENCIA DIDÁTICA</b> .....  | 85 |
| 8.1 AVALIAÇÃO DO DESENVOLVIMENTO DAS ATIVIDADES.....  | 85 |
| 8.2 RESULTADO DAS REPRESENTAÇÕES SOCIAIS DOS ESTUDANTES SOBRE O TEMA APÓS A REALIZAÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA..... | 88 |

|   |            |
|---|------------|
| 8.3 ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE DISCURSOS DE ANCORAGEM CIENTÍFICA EXPRESSOS PELOS ESTUDANTES E O TEXTO DE REFERÊNCIA DE DOMÍNIO DA COMPREENSÃO CIENTÍFICA SOBRE O TEMA..... | 99         |
| 8.4 ANÁLISE COMPARATIVA DOS DISCURSOS DE ANCORAGEM CIENTÍFICA DOS ESTUDANTES QUE REALIZARAM A SEQUÊNCIA DIDÁTICA E DEMAIS ESTUDANTES.....                                 | 103        |
| <b>9 CONCLUSÕES .....</b>   | <b>107</b> |
| <b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>  | <b>109</b> |
| <b>APÊNDICES.....</b>   | <b>115</b> |
| APÊNDICE A Cronograma das ações realizadas durante a pesquisa.....  | 115        |
| APÊNDICE B Questionário para diagnóstico .....  | 116        |
| APÊNDICE C Questionário após a realização da sequência didática .....   | 120        |
| APÊNDICE D Atividade 2 - De onde veio a vida .....  | 122        |
| APÊNDICE E Atividade 3 - Causas das diferenças entre os seres vivos.....  | 127        |
| APÊNDICE F Atividade 4 – Evidências da evolução dos seres vivos.....  | 133        |
| APÊNDICE G Atividade 1 - De onde vem a energia utilizada pelos seres vivos.....   | 140        |
| APÊNDICE H Atividade 2 - Experimento .....  | 145        |
| APÊNDICE I Atividade 3 - Como as células funcionam .....  | 149        |
| APÊNDICE J Atividade 4 – Evidências da evolução.....  | 153        |
| APÊNDICE L Atividade 1 - Ações humanas de impacto local e regional.....   | 160        |
| APÊNDICE M Atividade 2 – Ações humanas de impacto global.....   | 165        |
| APÊNDICE N Atividade 3 - Cadeias alimentares e processos evolutivos.....  | 173        |
| APÊNDICE O Atividade 4 – Diversidade genética, das espécies, diversidade de comunidades bióticas nos ecossistemas.....  | 182        |

## 1 INTRODUÇÃO

Ao longo dos anos, após minha formação em licenciatura plena em Ciências Biológicas, venho construindo uma história de aprendizado como professor da Educação Básica. Ministrei aulas em várias escolas, tanto da rede pública como da rede privada, atuando em todos os anos de escolaridade, desde o 6º até o 3º ano do Ensino Médio. Isso me permitiu identificar tanto as diferenças nos processos de ensino e aprendizagem das diferentes turmas como também a relação dos conteúdos que os cursos de Biologia oferecem nos diversos currículos das variadas escolas em que atuei.

Sempre com um olhar voltado para identificar possíveis problemas de aprendizagem, procurei buscar novas possibilidades metodológicas, por isso mantive uma preocupação permanente de formação continuada, assim fui construindo meu caminho como professor. Em um determinado momento desse caminho embrenhei-me em um novo desafio, o de pesquisador de Ensino de Ciências. Essa nova vereda me permitiu dar continuidade a minha formação e identificar no tema “origem e evolução dos seres vivos” uma motivação e um desafio para minha atuação docente.

Foi investigando esse tema que concluí meu mestrado, realizando uma pesquisa que me permitiu acompanhar um conjunto de estudantes durante o percurso pelo Ensino Médio em uma escola privada confessional católica.

Os resultados obtidos permitiram identificar que o grupo investigado apresentava dificuldades para o domínio da compreensão dos fenômenos da vida e estas estavam relacionadas a abordagem educacional ainda que influências religiosas se mostrassem presentes nessas dificuldades.

Atividades de impactos mais abrangentes como palestras e debates específicos, que incluíssem relatos de pesquisas e avanços tecnológicos afins, que envolvessem mais amplamente a comunidade escolar, associadas a possibilidade de relacionar disciplinas como Biologia, Química, Geografia, História e Filosofia ao tema, poderiam contribuir para melhorar a compreensão dos estudantes sobre a origem e evolução dos seres vivos na escola investigada.

Após finalizar a minha dissertação de mestrado continuei acompanhando as pesquisas sobre o ensino e aprendizagem do tema e identifiquei que pesquisas realizadas por (FALCÃO et al, 2008; ALMEIDA, 2012, VIEIRA; FALCÃO, 2015) evidenciaram que no âmbito dos colégios públicos, onde havia precariedade na infraestrutura e no ambiente de estudos, que não contavam com recursos didáticos (laboratórios, bibliotecas e livros didáticos), recursos de multimídia (datashow, acesso à internet nas salas de aulas) o ensino de Biologia era dificultado.

Os estudantes pareciam não aprender porque as escolas possuíam infraestruturas precárias, o que de fato dificultava o desenvolvimento do ensino de Biologia, estaria associado a falta de práticas da ciência e da apresentação da ótica do trabalho científico durante as aulas de Biologia. Segundo dados do censo escolar de 2018<sup>1</sup>, apenas 37,5% das escolas estaduais, que ministram a maior parte do Ensino Médio no Brasil, possuem laboratório de ciências.

Os estudantes das escolas públicas estaduais encontram-se distantes dos parâmetros necessários para a implementação de um bom ensino das ciências, o que interfere no ensino da origem e evolução dos seres vivos. No entanto, esse tema é destacado tanto por pesquisadores da Biologia como nos documentos oficiais para a Educação Básica como tema estruturador dessa ciência. “Nada em Biologia faz sentido a não ser à luz da Evolução”, resumiu T. Dobzhansky (1973). Assim, a evolução funciona como eixo articulador das subáreas que compõem as ciências de referência, como zoologia, citologia e botânica (SELLES & FERREIRA, 2005) e contribui para a compreensão de diversas disciplinas biológicas, como a Biologia Molecular, a Fisiologia e a Ecologia (FUTUYMA, 2009).

Para as Diretrizes Curriculares do Ensino Médio (DCNEM), “conceitos relativos à origem e à evolução da vida são tão importantes que devem compor não apenas um bloco de conteúdos tratados em algumas aulas, mas constituir uma linha orientadora das discussões de todos os outros temas” (BRASIL, 2006, p. 22). Os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) apontam que, dentre as intenções formativas do estudante, destaca-se a compreensão da diversificação das espécies como resultado de um processo evolutivo, que inclui dimensões temporais e espaciais (BRASIL, 1999, p.18).

Associando-se o destaque dado pelos cientistas e as recomendações encontradas nos documentos oficiais para o Ensino Médio, considera-se a importância da origem e evolução dos seres vivos, que deve ocupar espaço privilegiado no Ensino de Biologia, estabelecendo uma base mais segura para compreensão dos estudantes tanto da origem e evolução dos seres vivos como dos demais temas. Essa deveria ser a proposta do Ensino de Biologia no Ensino Médio.

Tendo em vista essas questões iniciei uma busca de procedimentos educacionais que permitissem melhorar a compreensão dos estudantes do Ensino Médio sobre a origem e evolução dos seres vivos. Apoiado ao fato de que os cientistas consideram a teoria da evolução dos seres vivos, como tema estruturador da Biologia e que os documentos oficiais da educação

---

<sup>1</sup> O Censo Escolar da Educação Básica é uma pesquisa realizada anualmente pelo Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (Inep). 4º do Decreto nº 6.425/2008. ([http://download.inep.gov.br/educacao\\_basica/censo\\_escolar/notas\\_estatisticas/2018/notas\\_estatisticas\\_censo\\_escolar\\_2018.pdf](http://download.inep.gov.br/educacao_basica/censo_escolar/notas_estatisticas/2018/notas_estatisticas_censo_escolar_2018.pdf)). Acesso em: 06 jun. 2019.

básica acompanham e destacam esse aspecto. Sendo assim, assumi essa possibilidade como tema a ser investigado e um dos motivos para essa escolha deveu-se também a resultados de pesquisas de ensino que mostram falhas de articulação conceitual entre os estudantes ao se expressarem sobre o tema.

Tendo em mente essa proposta investiguei em um colégio público a teoria da origem e evolução dos seres vivos, como tema estruturador dos conteúdos apresentados ao longo do Ensino Médio. Meu interesse foi investigar se ao promover essa estruturação no ensino de Biologia, resultaria em uma melhor compreensão dos estudantes sobre o tema.

Essa investigação será apresentada em 8 capítulos, além desta introdução. No Capítulo 2, será feito um breve histórico da teoria da evolução dos seres vivos; no Capítulo 3, explorarei a teoria da evolução dos seres vivos como tema estruturador da Biologia; no Capítulo 4, através de uma revisão da literatura serão analisadas algumas dificuldades no ensino do tema em questão encontradas em algumas pesquisas nacionais e internacionais; no Capítulo 5, por sua vez, serão apresentados os objetivos da pesquisa; no Capítulo 6 serão descritos os passos metodológicos; a seguir, no Capítulo 7, serão apresentados os resultados e discussão dos resultados do estudo diagnóstico, no Capítulo 8, serão apresentados os resultados e discussão dos resultados da reformulação do plano de curso de Biologia, no Capítulo 9 serão apresentadas as conclusões.

## 2 A TEORIA DA EVOLUÇÃO DOS SERES VIVOS

### 2.1 BREVE HISTÓRICO SOBRE A TEORIA DA EVOLUÇÃO DOS SERES VIVOS

Uma das primeiras ideias propostas na busca de respostas para a origem da biodiversidade está na Bíblia. Essa visão, muito influenciada pela cultura europeia, teve um fortalecimento com a ascendência da Igreja Católica entre os séculos V a XV e se manteve vigente durante toda a Idade Média. Ao se analisar o livro de Gênesis encontrado na Bíblia cristã, encontra-se a história da criação do mundo e de todos os seres vivos. Nessa versão, a explicação para a origem da diversidade biológica é única, ou seja, todos os seres vivos surgiram de uma única vez, em um local definido como Éden. Há nessa proposta, portanto, o centro da origem primordial.

No que se refere a explicações científicas, desde a antiguidade até o final do século XIX grande parte dos estudiosos acreditava que a prole pudesse herdar dos progenitores as modificações que eles sofressem durante sua vida. Essas modificações poderiam decorrer do uso e desuso de órgãos ou partes do corpo ou, até mesmo, em alguns casos, de mutilações. Essa teoria é chamada “herança dos caracteres adquiridos”.

Aristóteles (384 a 322 a.C.) considerava que os filhos podem se parecer com os pais, tanto em relação às características congênicas como em relação às características adquiridas, mas afirmava que havia poucos casos que comprovassem a herança de mutilações. Outros pensadores, como o físico Pierre Gassendi, que viveu no século XVII, aceitava a herança direta de mutilações. No século seguinte surgiram algumas controvérsias entre defensores da herança de caracteres adquiridos a partir de mutilações e outros que não aceitavam a mutilação como responsável pelo surgimento de novas características.

As ideias de que os seres vivos transmitiam suas características adquiridas, mesmo que fossem aquelas obtidas através de mutilações, construía um pensamento transformista, ou seja, de que as espécies sofriam modificações com o passar do tempo. Os transformistas – ou evolucionistas – defendiam ideias diferentes daqueles que consideravam que os seres vivos sempre possuíam forma única, os denominados fixistas. Para esses, o argumento da manutenção das formas dos seres vivos com o passar do tempo se fortalecia diante das ideias criacionistas.

Os defensores das ideias transformistas foram investigando novas explicações para elucidar essas transformações e, com o passar do tempo, foi se formulando a teoria da evolução

dos seres vivos. Para melhor compreender a construção da teoria da evolução, serão abordadas as diferentes explicações defendidas no decorrer dos últimos séculos.

Tendo como referência a proposta feita por Charles Darwin em 1859, podemos destacar dentre os evolucionistas pré-darwinianos nomes como Pierre Lois Maupertuis, que em 1751 concluiu em seu livro que novas espécies muitas vezes resultam de recombinação casual de diferentes partes de animais vivos. No mesmo período, Frances Denis Diderot (1751) ensinava que os animais evoluíram de um organismo primitivo que serviu como molde para todos os demais animais viventes por meio de seleção natural (BERGMAN, 2002; RIDLEY, 2004). O naturalista George Louis Buffon, que viveu entre 1707-1788, foi quem primeiramente postulou que humanos e outros primatas apresentam um ancestral comum, e que todos os animais apresentam um mesmo ancestral.

A ideia de Jean Baptiste Lamarck de que a variação morfológica se dava pela progressão com aperfeiçoamento a partir da transmissão de caracteres adquiridos, desviando a linha evolutiva das espécies, parece ter influenciado Darwin. Contudo, apesar de essa ideia ter aparecido em sua obra, é provável que a maior influência sobre a ideia central de Darwin tenha origem nas discussões evolutivas promovidas por seu avô Erasmus Darwin. Ele já considerava que a evolução poderia se dar pelo acúmulo de pequenas mudanças ocorridas ao acaso e estabelecidas por seleção natural.

Em 1859, Darwin publicou o livro “A Origem das Espécies”, no qual apresentou os cinco principais pontos de sua interpretação para a evolução. Esses cinco pontos são: a noção de que as espécies não são imutáveis e que sofrem modificações ao longo do tempo; a ideia de que todos os seres vivos são aparentados entre si em algum grau e as espécies apresentariam uma descendência comum; a afirmação de que a evolução não ocorre no nível dos indivíduos, mas no nível das populações; o entendimento de que a evolução ocorre de forma gradual e que a natureza não “dá saltos” e finalmente a compreensão de que o mecanismo que estaria subjacente à mudança dos seres vivos é a seleção natural.

Uma lacuna na teoria evolutiva de Darwin, na época, era a explicação da origem da variabilidade encontrada nas populações, pois a compreensão dos mecanismos de hereditariedade era bastante precária e aceitava-se que a maior parte das variações eram misturas de características herdadas dos pais e que o material germinal de cada parental era misturado como duas latas de tinta. Havia também muita discordância sobre a ideia de que a seleção natural era o único mecanismo para a formação de novas espécies. Por volta de 1890 a 1920, mecanismos alternativos à seleção natural foram ganhando prestígio cada vez maior e chegaram a comprometer de tal maneira a aceitação da teoria darwinista que o período por volta

de 1900 foi chamado pelo historiador Peter Bowler de “eclipse do darwinismo” (BOWLER, 2003).

Na ânsia de renovar as ideias de Darwin, surgiu o Neodarwinismo (ou a teoria da moderna síntese). Essa foi a reconciliação dos dados da biogeografia, da paleontologia e da sistemática utilizados por Darwin no livro “A Origem das Espécies” com os princípios da genética. Os principais avanços da moderna síntese foram: a demonstração de que caracteres adquiridos não eram herdados; a comprovação de que a variação contínua tem a mesma base mendeliana, mas depende da interação de muitos genes; o entendimento de que a variação dentro e entre regiões geográficas tem base genética, e por vezes tem sentido adaptativo; e, por fim, os sistemas demonstraram que as espécies não são tipos morfológicos, mas populações de formas variáveis e isoladas reprodutivamente de outras populações.

Essa teoria surgiu entre 1936 e 1947, com a moderna síntese (HUXLEY, 1942). Nela, são destacados os conceitos de mutação, deriva genética, migração e seleção natural. Inicialmente, esses conhecimentos foram construídos a partir das observações de cromossomos politênicos, o que permitiu identificar que os cromossomos eram a base dos fatores da hereditariedade. Posteriormente com a identificação do DNA e do gene, como estruturas responsáveis pela transmissão das características hereditárias, há a identificação dessa teoria com a perspectiva DNA-centrista do processo evolutivo. Na teoria da moderna síntese, as alegadas causas imediatas da variação com base no ambiente passaram a ser repelidas, ou seja, não se considera a transmissão das características adquiridas.

Os principais fundamentos deixados pela moderna síntese foram: (i) Populações contêm variações genéticas na forma de alelos que surgem ao acaso através de mutações e intensificadas (ou embaralhadas) pela recombinação; (ii) Populações evoluem ao longo das gerações através de mudanças nas frequências gênicas e genotípicas induzidas principalmente pela seleção natural. Outros fatores evolutivos atuam em menor escala: deriva genética, fluxo gênico, endogamia, mutações recorrentes etc.; (iii) Os variantes se apresentam como um contínuo de diferenças fenotípicas individuais, desde os menos adaptados (ou neutros) aos mais adaptados, e essas mudanças são graduais; (iv) Diversificação se dá através da especiação (isolamento reprodutivo); (v) Quando esse processo de diversificação é acentuado e em um prazo mais longo leva à origem de táxons superiores: famílias, ordens, classes, filos etc.

O foco de estudo dos pesquisadores que fundamentou a teoria da Moderna Síntese é a genética de populações, que se preocupa com o resultado dos mecanismos de variação dos genes por seleção natural, mutação, desvio genético e fluxo gênico. Desse modo, pequenas mudanças em nível genético e sua lenta e gradual fixação dentro de uma população são a base

da transformação dos seres vivos, ao longo do tempo “microevolução” (ARNOLD, PFRENDER, JONES, 2001; CHARLESWORTH, LANDE, SLATKIN, 1982; ERWIN, 2000).

O desenvolvimento dessa noção evolutiva só foi obtido pelo aperfeiçoamento teórico do início do século XX, baseado inicialmente nas análises experimentais dos biólogos geneticistas Sewall Wright, Ronald Fisher, John Haldane e Theodosius Dobzhansky (CHARLESWORTH, LANDE, SLATKIN, 1982; SILVA, 2001). Esses pesquisadores baseavam seus estudos na mudança evolutiva resultante de nascimentos, mortes e de distintas características herdáveis dentro da população de organismos contemporâneos observados em laboratório ou em campo (COYNE, 1994; TEIXEIRA, 2009). Esse foi o escopo prevalecente da teoria da evolução até meados da década de 1940, que culminou na elaboração da “nova síntese darwiniana”.

O estudo dos registros fósseis passou a representar uma fonte distinta de esclarecimento sobre os padrões e os processos da evolução, pois demonstrava evidências que iam de encontro às ideias da microevolução como processo exclusivo da evolução. Nesse contexto é que, nos anos 1970, os paleontólogos Stephen J. Gould e Niles Eldredge desafiaram a lógica das transformações lentas e constantes (microevolucionista) difundindo a ideia de que as mudanças evolutivas observadas no registro fóssil tendiam a ser marcadas por grandes eventos de especiação e extinção (ELDREDGE, GOULD, 1972).

A análise dos fósseis evidenciou que a evolução das espécies consistia de períodos longos sem mudança, denominados “estase”, intercalados por períodos de rápida mudança seguida de cladogênese. Esse padrão de especiação foi denominado “equilíbrio pontuado”. Considerando-se que esse processo é responsável pelo surgimento de divergências morfológicas, que são acentuadas em nível de espécie e táxons superiores, eles denominaram tais mudanças macroevolução.

Assim, a transformação dos seres vivos ao longo da história evolutiva ocorreu de forma lenta, gradativa e constante (microevolução), como também através de mudanças mais expressivas e de forma pontual. Essas transformações promoveram alterações que com o tempo originaram grupos diferenciados de seres vivos (macroevolução).

O aparente antagonismo entre as duas perspectivas evolutivas promoveu fervorosos embates científicos entre os defensores de cada uma das linhas de pesquisa microevolutiva (BUSH et al, 1977; CHARLESWORTH, LANDE, SLATKIN, 1982; COYNE, ORR, 2004; LANDE, 1985; WRIGTH, 1982) e macroevolutiva (BLACKBURN, GASTON, 2004; ELDREDGE, 1985; ERWIN, 2000; GOULD, 1980; GOULD, ELDREDGE, 1977). No entanto, não há um ponto de vista certo e outro errado, mas cada um está avaliando o processo

evolutivo com base em escalas diferentes (JABLONSKI, 2007). As perspectivas de ambos são complementares e necessárias para compreender a origem e formação de novas espécies (ARNOLD, PFRENDER, JONES, 2001; JABLONSKI 2007).

É importante destacar que, devido ao avanço das investigações sobre os mecanismos evolutivos, atualmente os genes e as alterações da frequência gênica nas populações como resultado de processos seletivos não são a única explicação para a diversidade orgânica. A teoria da síntese estendida considera uma pluralidade de processos para explicar a diversidade dos seres vivos. Entre os conhecimentos evolutivos contemporâneos e a Teoria Sintética é necessário que exista uma inclusão efetiva da Eco-Evo-Devo<sup>2</sup> às explicações evolutivas, uma vez que os mecanismos ontogenéticos, epigenéticos, a plasticidade fenotípica e a construção do nicho não atuam de forma isolada, mas sincronicamente a seleção natural, deriva genética, mutações e migrações, por exemplo. (CESCHIM; OLIVERIA; CALDEIRA, 2016).

A plasticidade implica uma ação do ambiente sobre vários estágios ontogenéticos, e fornece uma chave explicativa para circunstâncias em que as populações reagem rapidamente às condições de mudanças ambientais (MÜLLER, 2007). A presença de plasticidade nas vias do desenvolvimento permite o surgimento de fenótipos variantes na ausência de mutações.

Na teoria de construção do nicho, portanto, subjaz uma ideia de herança ecológica que amplia a concepção de herança biológica, uma vez que um organismo pode herdar, além dos genes, uma ampla variedade de recursos no seu ambiente que interagem no estabelecimento de seu ciclo de vida (OYAMA, GRIFFITHS & GRAY, 2001).

Para essa pesquisa serão considerados apenas o darwinismo e o neodarwinismo, por se tratar das teorias apresentadas aos estudantes no Ensino Médio. Também serão abordadas as propostas de micro e macroevolução, utilizadas como referência durante a pesquisa.

## 2.2 A TEORIA DA EVOLUÇÃO DOS SERES VIVOS COMO TEMA ESTRUTURADOR DA BIOLOGIA

A ideia de evolução biológica elaborada por Charles Darwin e Alfred Russel Wallace, divulgada no livro “A Origem das Espécies”, de 1859, teve grande influência sobre o pensamento moderno, alterando radicalmente as concepções até então vigentes acerca da natureza do mundo (MAYR, 2005).

---

<sup>2</sup> Eco-Evo-Devo presume que mudanças ambientais podem explicar a origem de novos fenótipos, os quais são estabelecidos ao longo do desenvolvimento do organismo por processos influenciados pelas condições ambientais. Essa ideia adquiriu visibilidade na comunidade científica devido ao crescente número de estudos sobre plasticidade fenotípica e a descobertas referentes aos processos regulatórios que orquestram processos de desenvolvimento e mecanismos epigenéticos associados (LOFEU & KOHLSDORF, 2015).

A evolução responde a diversas perguntas sobre as formas dos seres vivos atuais e extintos e, cada vez mais, amplia os horizontes das Ciências Biológicas. Com os avanços de outras áreas e o desenvolvimento de técnicas mais precisas, a biologia evolutiva tem se tornado um campo com bases mais sólidas e de constante inovação. Por isso, a teoria da evolução de Darwin e Wallace foi fundamental para a consolidação da Biologia enquanto ciência (Ridley, 2006). Ao postular que os seres vivos são relacionados entre si por provirem de um ancestral comum, temas como zoologia, botânica, anatomia e fisiologia, que eram considerados independentes, passaram a integrar a Biologia como forma de explicar e compreender a diversidade de espécies e as relações de parentesco entre elas.

Para as Ciências Biológicas, a teoria da evolução biológica representa um elemento unificador, através do qual diversos fatores são integrados e explicados: “Nada em Biologia faz sentido a não ser à luz da Evolução”, resumiu T. Dobzhansky (1973). Assim, a evolução funciona como eixo articulador das subáreas que compõem as ciências de referência, como zoologia, citologia e botânica (SELLES & FERREIRA, 2005) e contribui para a compreensão de diversas disciplinas biológicas, como a Biologia Molecular, a Fisiologia e a Ecologia (FUTUYMA, 2009).

Darwin, ao postular que os seres vivos são relacionados entre si por provirem de um ancestral comum, áreas que antes eram consideradas independentes passaram a integrar a Biologia como forma de explicar e compreender a diversidade de espécies e as relações de parentesco entre elas.

No Brasil, essa relevância dada à teoria da evolução dos seres vivos é transposta para os documentos oficiais da educação básica, onde o tema é destacado. Para as Diretrizes Curriculares do Ensino Médio (DCNEM), “conceitos relativos à origem e à evolução da vida são tão importantes que devem compor não apenas um bloco de conteúdos tratados em algumas aulas, mas constituir uma linha orientadora das discussões de todos os outros temas”. (BRASIL, 2006, p. 22). Os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) apontam que, dentre as intenções formativas do estudante, destaca-se a compreensão da diversificação das espécies como resultado de um processo evolutivo, que inclui dimensões temporais e espaciais (BRASIL, 1999). Já os PCN<sup>+</sup> destacam a importância de conhecer a evolução biológica e seus mecanismos (mutação, recombinação gênica, seleção natural e deriva genética) e também recomendam o uso e a construção de árvores filogenéticas para compreensão das grandes linhagens evolutivas, entre elas a humana (BRASIL, 2006).

### 3 ENSINO DO TEMA EVOLUÇÃO DOS SERES VIVOS NO ENSINO MÉDIO

Embora claramente definido como meta nos documentos que norteiam o ensino de Biologia no Ensino Médio, o aprendizado da teoria da evolução dos seres vivos revela dificuldades no cumprimento dessa meta. Apesar de haver outras questões relacionadas a essa dificuldade, como a formação do professor, por exemplo, para melhor delimitar o objeto de estudo aqui proposto se a abordagem será restrita as seguintes questões: a) a dificuldade de entendimento, pelos estudantes, dos conceitos estruturantes da teoria; b) sobreposição de crenças religiosas dos estudantes às explicações científicas; c) influência de infraestrutura, recursos didáticos e metodologias baseadas em práticas científicas no ensino da teoria evolutiva.

a) As dificuldades de entendimento, pelos estudantes, dos conceitos estruturantes da teoria:

Conceitos como reprodução diferencial, acaso, seleção natural, diversidade, mutação, fluxo gênico, variabilidade e adaptabilidade não se apresentam de forma articulada quando se referem à teoria da evolução dos seres vivos. Sem a compreensão desses conceitos, os estudantes têm dificuldades para entender o processo de transformação por que passaram os seres vivos, desde sua origem até o surgimento de toda a biodiversidade atual. Dessa forma, compromete-se a compreensão da história evolutiva dos seres vivos. (TIDON; LEWONTIN, 2004; SCHEID; FERRARI, 2005; SANTOS; CALOR, 2007 a,b; PORTO; FALCÃO, 2011).

No que se refere à seleção natural, pesquisas têm revelado dificuldades para sua compreensão, pois ela exige a articulação de um conjunto de ideias, tais como “descendência com modificação”, “reprodução diferencial”, “variabilidade” e “adaptabilidade”, por tratar-se de um fenômeno que não pode ser demonstrado no laboratório, já que só é observado seu ponto final e há a ausência de dados e experimentos empíricos em curto prazo que a comprovem (ABRANTES; ALMEIDA, 2006; ANDERSON; FISHER; NORMAN, 2002; TIDON; LEWONTIN, 2004).

Outros conceitos evolutivos têm igualmente revelado dificuldades, pois são associados a sentidos diversos no contexto da linguagem comum. “Evolução”, “adaptação” e “teoria” são exemplos desses conceitos, que autores têm nomeado como “concepções prévias para a evolução” (TIDON; LEWONTIN, 2004; BRANCH; MEAD, 2008; CUNNINGHAN; WESCOTT, 2009).

Oliveira & Bizzo (2015) compararam as concepções de estudantes de Ensino Médio de escolas públicas e privadas da Itália (99 escolas) e do Brasil (78 escolas). Na Itália, os estudantes

apresentaram maior conhecimento sobre aspectos da teoria evolutiva e sobre a idade da Terra, a transformação dos organismos, a importância dos registros fósseis como evidências de organismos que viveram no passado, a atribuição do conceito de evolução biológica à natureza, a ancestralidade comum e a evolução humana, quando comparados aos estudantes brasileiros. No Brasil, os estudantes expressaram mais suas convicções religiosas para explicar os fenômenos da diversidade da vida e apresentaram mais dúvidas em relação aos conteúdos da evolução do que os estudantes italianos. Segundo os autores, diferentemente dos estudantes brasileiros, os italianos tiveram maior contato com os conteúdos da teoria evolutiva no ensino fundamental e acesso a livros de diferentes conteúdos, o que inclui Ciências.

Na Turquia, estudantes da mesma faixa etária apresentaram incompreensões em relação à seleção natural, estruturas homólogas, variação gênica, formas intermediárias, especiação e sucesso reprodutivo (PEKER et al, 2010). Deve-se destacar que em uma unidade apresentada aos estudantes denominada “Visões sobre a Origem da Vida”, o criacionismo era ensinado como uma visão alternativa à evolução. A teoria de Darwin era abordada muito brevemente (uma página e meia, incluindo duas imagens contextuais) sem qualquer conexão com o resto das unidades de Biologia.

Há também concepções de origem do homem e da mulher que, de acordo com alguns estudantes, não estariam sujeitos aos fenômenos evolutivos, como os demais seres vivos (PORTO & FALCÃO, 2011; COSTA et al, 2011; OLIVEIRA & BIZZO, 2011; ALMEIDA, 2012, OLIVEIRA, 2015). No âmbito dessas pesquisas, os estudantes apresentaram incompreensões de ancestralidade comum, entendendo que a espécie humana surgiu dos macacos atuais e a crença na criação divina era utilizada para substituir o conceito de “acaso” no processo evolutivo.

#### b) Sobreposição de crenças religiosas dos estudantes às explicações científicas:

Com relação à questão religiosa, deve-se destacar que os dados do IBGE não deixam dúvida sobre a presença de crenças religiosas no repertório cultural dos brasileiros. Assim, muitos estudantes citam a Bíblia para explicar a origem e a evolução dos seres vivos, pois essa explicação faz parte de seu repertório cultural desde antes de chegar à escola. Verifica-se em resultados de pesquisas que a explanação religiosa é mantida, mesmo após a finalização do Ensino Médio. (FALCÃO; SANTOS; RAGGIO, 2008; BOUJAOUDE et. al, 2011, OLIVEIRA; BIZZO, 2011; ALMEIDA, 2012). Há, portanto, uma dimensão cultural a ser cuidadosamente abordada nas pesquisas e nas ações docentes.

Em estudo realizado por Falcão e Trigo (2015), ao entrevistar estudantes do Ensino Médio sobre temas relacionados a origem e evolução dos seres vivos, evidenciou-se influência das crenças religiosas no aprendizado dos conteúdos escolares oferecidos aos estudantes sobre origem do universo e diversidade das espécies. Os estudantes evangélicos foram os que mais aderiram às explicações religiosas para esses temas e permaneceram com tais visões ao longo do Ensino Médio. Os católicos, por sua vez, apresentaram uma tendência de maior aceitação em relação às explicações científicas.

Pesquisadores apontaram que uma visão antropocêntrica da evolução, típica das religiões cristãs, costuma se contrapor ao conceito de evolução humana. Assim, a teoria evolutiva é aceita até o limite da evolução dos humanos, os quais teriam sido criados separadamente das outras espécies (FUTUYMA, 1999; CERQUEIRA; COSTA; FALCÃO, 2007; BLANCKE et al, 2011; PORTO; FALCÃO, 2011; BRANCH; SCOTT, 2013). Também o conceito de seleção natural tem sido objeto de conflito com as crenças religiosas. Esse conceito é explicado pela ciência como um processo determinístico e sem direção que ocorre como consequência de mutações aleatórias nos organismos que são, naquele momento, favoráveis às condições do ambiente.

Cientistas apontam uma tendência em perceber tal mecanismo como um agente do processo evolutivo, o que se contrapõe à visão teológica, isto é, de que Deus é o arquiteto das mudanças evolutivas (RICHARDS, 2008; GUALTIERI, 2009). Outras pesquisas mostraram que o fenômeno da evolução costuma ter grande rejeição por adeptos de religiões fundamentalistas e, em alguns casos, também está associada a disputas políticas de grupos religiosos pelo controle do aparelho do Estado a partir da inserção do criacionismo nos currículos de ciências, como no caso de grupos políticos protestantes dos estados do sul dos Estados Unidos (ABRANTES; ALMEIDA, 2006). Isso faz com que os professores encontrem, por vezes, dificuldade em ensinar a evolução para estudantes cujas religiões defendem uma interpretação literal da Bíblia, segundo a qual os seres vivos foram criados em sua forma atual (SEPÚLVEDA; EL-HANI, 2004; FALCÃO; SANTOS; RAGGIO, 2008).

Em contexto internacional há também a sobreposição de crenças religiosas sobre o conhecimento científico: no Egito e no Líbano, Bou Jaoude et al. (2011) mostraram que estudantes do Ensino Médio consideraram a teoria da evolução uma especulação, pois não viam consistência em suas evidências científicas. Além disso, para eles, a espécie humana originou-se do desenvolvimento dos macacos contemporâneos, o que mostra incompreensão de ancestralidade comum e da evolução humana. Os estudantes entendiam que os seres vivos

foram criados por Deus. De acordo com os autores, os alunos mais praticantes de suas religiões eram os que mais rejeitavam a teoria evolutiva.

Estudantes norte-americanos da mesma etapa escolar consideram que as explicações da teoria evolutiva seria uma oposição à Bíblia e destacaram a ausência de provas da evolução humana e da origem da Terra (DONNELLY et al, 2009). Na Nova Zelândia, Campbell & Otrell-Cass (2010) analisaram o currículo do Ensino Médio nos anos de 1993 e 2007. Segundo os autores, embora a Nova Zelândia tenha tido um currículo nacional de Ciências da escola por mais de 80 anos, o currículo de evolução tem variado no país, e tem sido, por vezes, fortemente influenciado por grupos criacionistas.

c) Influência de infraestrutura, recursos didáticos e metodologias baseadas em práticas científicas no ensino da teoria evolutiva:

As pesquisas têm, também, associado tais dificuldades a limitações de infraestrutura e de recursos didáticos no ensino da evolução e à falta de inclusão de elementos relacionados à natureza da ciência no ensino da evolução. Esses elementos e a teoria da evolução são vistos como complementares, uma vez que é preciso o entendimento das bases que levaram ao estabelecimento da teoria evolutiva, bem como de aspectos inerentes à atividade e à metodologia científica como a distinção entre o que é uma teoria, lei ou hipótese, por exemplo, para que a teoria evolutiva seja aceita (MEGLHIORATTI; BORTOLOZZI; CALDEIRA, 2005; LOMBROZO; THANUKOS; WEISBERG, 2008).

Pesquisas realizadas por Falcão et al (2008), Almeida (2012), e Vieira , Falcão (2015) evidenciaram que no âmbito dos colégios públicos pesquisados, onde havia precariedade na infraestrutura e no ambiente de estudos, que não contavam com recursos didáticos (laboratórios, bibliotecas e livros didáticos), recursos de multimídia (datashow, acesso à internet nas salas de aulas) o ensino de Biologia é dificultado.

Em resumo, a visão religiosa de fenômenos da natureza é ensinada e aprendida. Muitos jovens mantêm a visão religiosa porque a visão científica não lhes foi apresentada em condições educacionalmente adequadas. Não tiveram chance de exercitar seu pensamento sob a ótica de ciência, resta-lhes consolidar aquilo a que já estão familiarizados ou aculturados. (...) Tão logo experimentam a imersão no mundo da ciência, via práticas de observação e reflexão, a resposta é positiva, o engajamento é feito com entusiasmo juvenil. As crenças religiosas não são provocadas, a compreensão científica dos fenômenos da natureza encontra seu lugar sem provocar confronto. Não se trata de confronto com a religião, mas de uma experiência de aprendizagem. (FALCÃO, 2018, p. 179).

Os estudantes não aprendem porque as escolas são precárias, o que dificulta o ensino de Biologia aliado às práticas da ciência, por isso nem sempre lhes é adequadamente apresentada

a ótica do trabalho científico, e essa realidade é encontrada na maioria das escolas brasileiras investigadas.

Somando-se a isso, em muitos contextos sociais brasileiros, carentes de investimentos do Estado, as instituições religiosas são provedoras de serviços básicos (saúde, lazer e alimentação) e são locais onde os estudantes relacionam-se com amigos e suas famílias. Dessa forma, as explicações religiosas, vindas dessas instituições, são mais facilmente aceitas e compreendidas do que as explicações científicas.

Sintetizando-se essas informações, evidencia-se uma necessidade de ações pedagógicas que possibilitem melhor compreensão dos conceitos relacionados à origem e à evolução dos seres vivos aos estudantes do Ensino Médio. Isso deve ocorrer para que se possa, inclusive, atender às recomendações dos documentos oficiais da educação, no Brasil que considera a origem e a evolução dos seres vivos tema estruturador da Biologia.

Tendo como referência essa fundamentação, como dito anteriormente, foi proposta uma investigação em um colégio público do interior do estado do Rio de Janeiro, tendo como objeto de investigação a seguinte questão: é possível ampliar os conhecimentos científicos dos estudantes, considerando a teoria da evolução dos seres vivos, como tema estruturador no curso de Biologia implementado durante o Ensino Médio? Para responder a essa questão, investigaram-se as práticas de ensino do colégio e implementou-se uma reformulação do plano de curso a partir da seleção e organização dos conteúdos, permitindo a abordagem da origem e evolução dos seres vivos, ao longo dos três anos do Ensino Médio.

## 4 OBJETIVOS

### **Geral:**

Investigar, em um colégio público, o Ensino de Biologia tendo a teoria da origem e evolução dos seres vivos, como tema estruturador dos conteúdos apresentados ao longo do Ensino Médio.

### **Específicos:**

- Analisar a abordagem dada ao ensino de Biologia no colégio investigado;
- Identificar possíveis questões que comprometem o ensino do tema origem e evolução dos seres vivos;
- Elaborar e implementar ações pedagógicas destacando o tema origem e evolução dos seres vivos como estruturador dos demais conteúdos do Ensino de Biologia ao longo do Ensino Médio.

A seguir serão apresentados a metodologia, os resultados, a discussão dos resultados e as conclusões dessa investigação.

## 5 METODOLOGIA

A metodologia utilizada nesta investigação foi a da pesquisa-ação. Esse termo foi introduzido por Kurt Lewin em 1946, para distinguir uma abordagem pioneira da pesquisa social que combinava a geração de teoria com a mudança do sistema social, através da ação do pesquisador nesse sistema (LEWIN, 1965). É uma pesquisa qualitativa de caráter participativo, uma vez que promove ampla interação entre pesquisadores e membros representativos da situação investigada, em que sempre há uma ação planejada e a intenção de objetivar e divulgar a informação ou o conhecimento produzido

(...) a pesquisa-ação é um tipo de pesquisa social com base empírica que é concebida e realizada em estreita associação com uma ação ou com a resolução de um problema coletivo e no qual os pesquisadores e os participantes representativos da situação ou do problema estão envolvidos de modo cooperativo ou participativo. (THIOLENT, 2008).

A pesquisa-ação categoriza-se por apresentar dois objetivos: um técnico e um científico:

O objetivo técnico consiste em contribuir para o melhor equacionamento possível do problema, considerado como central da pesquisa; e o objetivo científico consiste em obter informações que seriam de difícil acesso por meio de outros procedimentos, visando aumentar o conhecimento (teoria) de determinadas situações. (THIOLENT, 2005)

Considera-se, portanto, que a pesquisa-ação não é constituída apenas pela ação ou pela participação, pois é necessário produzir conhecimentos, adquirir experiência, contribuir para a discussão e fazer avançar o debate acerca das questões abordadas. Parte da informação gerada é divulgada, entre outras ações, por meios apropriados, junto aos atores envolvidos através de reuniões, seminários etc. Outra parte da informação, cotejada com resultados de pesquisas anteriores, é estruturada em conhecimentos, que são divulgados pelos canais próprios às ciências sociais (revistas, congressos etc.).

No Brasil tem sido crescente o número de pesquisas de caráter participante na área educacional. Isso se deve em grande parte à expectativa de evitar a dicotomia entre teoria e prática, visto que o método permite incorporar a ação como uma prática constitutiva do trabalho investigativo, possibilitando ao pesquisador uma atuação efetiva sobre a realidade pesquisada (THIOLLENT, 2005).

O autor argumenta, ainda, que a pesquisa-ação se diferencia das demais pesquisas participantes pelo fato de focalizar ações ou transformações específicas que exigem um direcionamento explícito. Como há um foco específico (o que, novamente, pressupõe produzir ideias que antecipem o real ou delineiem um ideal) o pesquisador há que ter domínio do tema pesquisado, de modo a minimizar os usos meramente burocráticos ou simbólicos e maximizar os usos realmente transformadores.

Também há que se incluir os atores do contexto educacional, porque eles trariam elementos de sua cultura que auxiliam na busca de soluções aos seus problemas. Thiollent (2005) defende que, com a orientação metodológica da pesquisa-ação, os pesquisadores em educação tenham condições de produzir informações e conhecimentos de uso mais efetivo, inclusive em nível pedagógico. Isso pode ajudar a esclarecer microssituações escolares e definir melhor objetivos de ações pedagógicas e de transformações mais abrangentes da realidade.

Sob o referencial da pesquisa-ação os participantes buscam formas de pensar e agir de forma diferente, os atores (professores e diretores, por exemplo) identificam seus problemas e há o trabalho de colaboração entre atores e entre colegas (professores) o que ajuda no desenvolvimento profissional.

Na pesquisa-ação há um primeiro momento, a fase exploratória (ponto de partida) e um momento final, a divulgação de resultados (ponto de chegada). Poderá haver uma multiplicidade de caminhos a serem escolhidos e formas de participação e formas de ação planejada de caráter social, educacional, técnico ou outro (THIOLLENT, 1996), por isso seu planejamento é muito flexível. Há sempre um vaivém entre várias preocupações a serem

adaptadas em função das circunstâncias e da dinâmica interna do grupo de pesquisadores no seu relacionamento com a situação investigada.

A escolha do colégio se deu devido aos seguintes fatos: ter características da maioria dos colégios públicos do estado do Rio de Janeiro, o pesquisador ter trabalhado nele durante cerca de 5 anos, estar próximo da casa do pesquisador, o que facilitaria o desenvolvimento da pesquisa.

O primeiro contato com o colégio ocorreu no final do ano de 2016, através de encontro do pesquisador com a diretora, e foi solicitada a permissão para realização da pesquisa. Na ocasião, foi apresentada a proposta da pesquisa, cujo objetivo era investigar o Ensino de Biologia no Ensino Médio, considerando a teoria da evolução dos seres vivos como estruturadora dos conteúdos dessa disciplina. A diretora mostrou-se interessada, mas esclareceu ser necessária a autorização da coordenadoria regional de educação e da Secretaria Estadual de Educação (SEEDUC). Encaminhou-se, então, uma solicitação para a coordenadoria e a Secretaria, que autorizaram a pesquisa.

Após a autorização, solicitou-se reuniões com os professores do colégio com os seguintes objetivos: apresentar o projeto de pesquisa do laboratório que o pesquisador integrava e apresentar a proposta da pesquisa para o colégio. A primeira reunião ocorreu no mês de novembro de 2016 e contou com a participação das professoras de Biologia. Foi apresentada a proposta da pesquisa no colégio e esclarecido seu objetivo: investigar o Ensino de Biologia no Ensino Médio considerando a teoria da evolução dos seres vivos como estruturadora dos conteúdos. Pretendia-se investigar tanto o curso de biologia oferecido aos estudantes, como os conhecimentos que eles iriam adquirindo ao longo do Ensino Médio sobre o tema investigado. Além disso, propunha-se elaborar uma reformulação do plano de ensino, caso os resultados demonstrassem que a compreensão dos estudantes sobre o tema não fosse satisfatória. Foi apresentado também um cronograma de ações (APENDICE A)

Após a apresentação da proposta, as professoras mostraram-se muito receptivas e, além de aprovar a realização da pesquisa, colocaram-se à disposição para colaborar no que fosse necessário. Ficou esclarecido que a proposta seria também apresentada aos professores das demais disciplinas e, caso houvesse interesse, eles poderiam integrar o grupo de pesquisa.

A segunda reunião com as professoras de Biologia ocorreu no mês de fevereiro de 2017. Nela, avaliou-se a possibilidade de envolver toda a escola na pesquisa; no entanto, por precaução considerou-se mais prudente iniciar envolvendo apenas as professoras de Biologia. Os resultados parciais indicariam como seguir com ou sem o conjunto da escola. A seguir,

iniciou-se a elaboração do plano de trabalho para o desenvolvimento da pesquisa, de acordo com o cronograma previsto e destacou-se as seguintes etapas:

- a) realizar um diagnóstico do plano de curso de Biologia no colégio;
- b) a partir do diagnóstico, traçar uma proposta de reformulação adequada ao plano de curso, para os três anos do Ensino Médio;
- c) reformular e implementar o plano de curso no decorrer do ano de 2017 tendo a origem e evolução dos seres vivos como tema estruturador dos conteúdos ao longo do Ensino Médio;
- d) analisar os resultados obtidos.

O cronograma do plano de trabalho foi apresentado à direção do colégio e às coordenadoras pedagógicas, que aprovaram sua implementação. O projeto de pesquisa foi finalizado e submetido ao Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) e obteve aprovação sobre o número CAAE: 73139517.5.0000.5286.

- a) Diagnóstico do plano de curso de Biologia no colégio investigado.

Para obter esse diagnóstico analisaram-se: (i) condições estruturais, ambientais e as interações sociais existentes no colégio; (ii) investigação sobre o plano de curso de Biologia implementado no colégio; (iii) o perfil sociocultural e as representações sociais (MOSCOVI, 2003) dos estudantes dos três anos do Ensino Médio sobre a origem e a evolução dos seres vivos.

As condições estruturais e ambientais do colégio foram identificadas através de observações em todas as áreas do espaço; conversas com servidores de diferentes setores como secretaria, refeitório, orientação educacional, sala de leitura, direção; chefe de disciplina, docentes e estudantes.

Para conhecer o plano de curso de Biologia foram realizadas entrevistas semiestruturadas com as professoras. Utilizou-se um roteiro que abordava a formação acadêmica, o currículo desenvolvido, a rotina de trabalho no colégio, as ações pedagógicas utilizadas nas aulas, com destaque para aquelas direcionadas ao estudo da origem e da evolução dos seres vivos, os mecanismos de avaliação e os eventos pedagógicos tradicionais no colégio. Foram realizadas, também, observações das aulas, com autorização das docentes. Os encontros foram agendados previamente e as entrevistas realizadas separadamente.

Optou-se por considerar as representações sociais dos estudantes, com o objetivo de identificar livremente as opiniões, as ideias, os conhecimentos e as reflexões deles sobre o tema, sem a necessidade de que expressassem apenas os conhecimentos acadêmicos, como ocorre quando são submetidos a uma avaliação no colégio. Dessa forma, seria possível identificar se

os conhecimentos científicos sobre a origem e a evolução dos seres vivos estariam ou não ancorados em suas representações sociais.

Segundo Moscovici, as representações sociais são como construções sociais de grupos que adotam e compartilham sistema de crenças, valores e ações em um contexto social típico. Elas são constituídas a partir de dois processos fundamentais: a ancoragem e a objetivação. A ancoragem é definida como o ato de classificar e de nomear coisas estranhas. É a partir da ancoragem que ideias são transformadas em categorias e imagens comuns, enquanto na objetivação transforma-se algo abstrato em algo quase concreto, associa-se algo que está na mente com algo que existe no mundo.

Representando-se uma coisa ou uma noção, não se produzem unicamente nossas próprias ideias e imagens: cria-se e transmite-se um produto. Nesse processo, os indivíduos adquirem um repertório comum de interpretações, explicações, regras, procedimentos que podem ser aplicados à vida cotidiana e, por isso, guardam estreitos vínculos com os contextos sociais em que são produzidos (MOSCOVICI, 2003, p.53).

Para obter os dados necessários sobre as representações sociais dos estudantes, foi aplicado um questionário investigativo em todas as turmas do primeiro, do segundo e do terceiro anos no início de 2017 (APÊNDICE B). Nesse questionário, havia questões objetivas que permitiram identificar as características socioculturais e religiosas dos estudantes, e também questões abertas. Para os resultados apresentados nesse diagnóstico, foi proposta a seguinte questão aberta: “Faça um breve resumo sobre sua opinião a respeito da origem dos seres vivos no planeta Terra”.

A identificação das representações sociais dos estudantes foi feita a partir da utilização da técnica de análise do Discurso do Sujeito Coletivo (DSC) (LEFÈVRE&LEFÈVRE, 2003). Essa técnica tem por finalidade identificar a representação social de um determinado tema ou objeto de um grupo a partir das expressões orais ou escritas, expressas, individualmente, em entrevistas ou questionários.

O Discurso do Sujeito Coletivo (DSC) é construído a partir dos discursos (depoimentos ou respostas) individuais de componentes de um determinado grupo que expressam um dado pensar sobre um fenômeno ou tema (LEFÈVRE & LEFÈVRE, 2003). No primeiro passo para a construção do DSC são extraídas todas as Expressões Chave (ECH) de todas as respostas obtidas. No segundo passo, as ECH semelhantes são agrupadas em torno da Ideia Central (IC) que as unifica. No terceiro passo, as ECH semelhantes são articuladas como um discurso síntese sobre o tema em questão e a IC nomeia este discurso.

Para os autores do DSC, inspirados na perspectiva da abordagem de Moscovici (2003), o que as pessoas pensam ou emitem como respostas a uma indagação reflete o

compartilhamento de um imaginário social, comum, coletivo, existente num determinado momento. Dessa forma, os pensamentos contidos em expressões individuais revelam muito mais do que o que um indivíduo pensa sobre um dado tema: eles revelam elementos do imaginário coletivo de um grupo.

Após a realização do diagnóstico, decidiu-se reformular o plano de curso de Biologia, envolvendo as professoras de Biologia e o pesquisador. Essa reformulação considerou, além dos dados já obtidos no diagnóstico, referências dos documentos oficiais para o Ensino Médio, como as Diretrizes Curriculares do Ensino Médio (DCNEM): “Conceitos relativos à origem e à evolução da vida são tão importantes que devem compor não apenas um bloco de conteúdos tratados em algumas aulas, mas constituir uma linha orientadora das discussões de todos os outros temas” (BRASIL, 2006, p. 22) e os PCN<sup>+</sup>: “Conhecer a evolução biológica e seus mecanismos (mutação, recombinação gênica, seleção natural e deriva genética) e também recomendam o uso e construção de árvores filogenéticas para compreensão das grandes linhagens evolutivas, entre elas a humana” (BRASIL, 2006, p. 50).

Buscou-se, então, uma estratégia que permitisse associar os conhecimentos sobre a origem e a evolução dos seres vivos aos conteúdos previstos para cada ano do Ensino Médio. Para realizar essa associação destacaram-se os fenômenos do surgimento da vida e a transformação dos seres vivos ao longo de bilhões de anos, que constituiu a história evolutiva. A partir desse foco foi possível identificar nos fenômenos da microevolução e da macroevolução a articulação que se pretendia. Optou-se, então, por utilizar esses dois fenômenos como referência para elaborar o novo plano de curso. Nos estudos da microevolução destacaram-se os seguintes conceitos: modos de reprodução, especiação, mutação, recombinação gênica, adaptação, dinâmica ambiental, seleção natural e deriva genética; e nos estudos da macroevolução destacaram-se: semelhanças moleculares, celulares, embriológicas, anatômicas, fisiológicas entre seres vivos de diferentes espécies, semelhanças entre fósseis de ancestrais de diferentes grupos de seres vivos, além da intervenção do homem na natureza, alterando a história evolutiva dos seres vivos.

Utilizando essas referências, foi possível evidenciar os conhecimentos sobre a origem e a evolução dos seres vivos ao longo do Ensino Médio que constituiriam a base conceitual para reformular o plano de curso de Biologia do colégio. Assim, o plano de curso reformulado constaria de duas ferramentas pedagógicas básicas:

a) elaboração de textos de referência, para cada ano, sobre a compreensão dos estudantes para o tema origem e evolução dos seres vivos;

b) elaboração de uma sequência didática<sup>3</sup> a ser implementada ao longo do ano, nos três diferentes anos de escolaridade.

Os textos de referência, reconhecidos como elementos de ancoragem científica nas representações sociais dos estudantes sobre a origem e a evolução dos seres vivos, receberam o nome de “textos de referência sobre a compreensão do tema”. Assim, ao longo do Ensino Médio os conhecimentos sobre a origem e evolução dos seres vivos seriam associados aos conteúdos previstos para cada ano. Esperava-se, portanto, que ao final dessa etapa escolar os estudantes expressassem os conhecimentos referenciados nos três textos, construindo uma história. Essa história se iniciaria com a origem do universo, da Terra, passaria pelo surgimento dos seres vivos e transformação dos seres vivos, desde sua origem, até os dias atuais.

A sequência didática foi constituída de atividades que associavam os conteúdos previstos nos diferentes bimestres, dos diferentes anos, aos conhecimentos sobre a origem e a evolução dos seres vivos.

Para o primeiro ano, estabeleceram-se os seguintes conhecimentos relacionados ao tema: a origem do universo, a origem da Terra, o ambiente da Terra primitiva, a origem do primeiro ser vivo, as causas das transformações dos seres vivos ao longo do tempo, a formação da biodiversidade. Para o segundo ano: interação entre seres vivos e ambiente causando transformações mútuas, evidências da evolução através da utilização de análise comparativas do desenvolvimento embriológico, de moléculas, de células, de órgãos e de fósseis. E, no terceiro ano: efeitos das alterações ambientais provocadas pelos homens sobre a evolução dos seres vivos, a ação do homem interferindo na seleção natural (seleção artificial de características de interesse econômico, seleção de microrganismos resistentes, produção de seres transgênicos).

A partir dessa referência, foram elaboradas atividades para os três diferentes anos. Em cada atividade destacaram-se os objetivos, a metodologia e foi proposto um exercício.

Após a elaboração das atividades da sequência didática e dos textos, foi realizada uma quarta reunião com as professoras de Biologia, para decidir como seria a implementação do plano de curso reformulado. Inicialmente, propôs-se a implementação em todas as turmas, no entanto, foram encontradas algumas limitações como a disponibilidade de tempo tanto do pesquisador como das professoras, o volume de material produzido e a grande interferência no

---

<sup>3</sup> Sequência didática corresponde a um conjunto de atividades articuladas que são planejadas com a intenção de atingir determinado objetivo didático. É organizada em torno de um gênero textual (oral ou escrito) ou de um conteúdo específico, podendo envolver diferentes componentes curriculares. <http://ceale.fae.ufmg.br/app/webroot/glossarioceale/verbetes/sequencia-didatica>. Acessado em: 19 mai. 2019.

cotidiano do colégio. Sendo assim, optou-se pela escolha de três turmas, sendo uma do primeiro, uma do segundo e uma do terceiro ano, para que o plano de curso reformulado fosse aplicado.

A escolha das turmas em que seria implementado o plano de curso reformulado se baseou nos seguintes critérios: turmas com grande número de estudantes e horários compatíveis para otimização do tempo, ou seja, turmas em que as aulas de Biologia se concentrassem nos mesmos dias e mesmos turnos. Foram escolhidas três turmas que eram atendidas por uma mesma professora.

As turmas escolhidas serão denominadas a partir de agora turma 1A (primeiro ano), turma 2A (segundo ano), turma 3A (terceiro ano). Dessa forma, planejou-se que cada turma desenvolveria pelo menos quatro atividades.

Para cada atividade implementada foi proposta uma avaliação. As respostas dadas na avaliação pelos estudantes foram utilizadas para análise do aprendizado durante o desenvolvimento da sequência didática. Tais respostas foram consideradas representações sociais que os estudantes expressavam em seus discursos, pois foi esclarecido a eles que se tratava de atividades da pesquisa e que poderiam ficar bem à vontade para responder às questões, pois isso não iria comprometer as avaliações do colégio. No caso em que as avaliações possibilitaram respostas expressas, essas foram consideradas representações sociais e analisadas através da metodologia do Discurso do Sujeito Coletivo (DSC).

No final da realização de todas as atividades da sequência didática foi aplicado um questionário final (APÊNDICE C), que propunha questões que avaliava o grau de satisfação dos estudantes com a sequência didática e duas questões sobre o tema investigado. As respostas dadas as questões sobre o grau de satisfação dos estudantes foram analisadas quantitativamente, já as duas questões relacionadas ao tema, permitiram uma análise qualitativa. Assim, foi possível identificar o grau de conhecimento sobre o tema, expresso pelos estudantes, após a realização das atividades.

Para finalizar essa pesquisa, foi feita a aplicação de um questionário que apresentava uma questão relacionada a biodiversidade, aplicado em todas as turmas no final do ano de 2017. As respostas expressas, também foram consideradas representações sociais e permitiram um estudo comparativo entre os discursos expressos pelos estudantes que se submeteram ao plano de curso reformulado e os demais estudantes do colégio.

A seguir serão apresentados os resultados e as devidas análises de todas as etapas da pesquisa: diagnóstico, considerações finais da etapa do diagnóstica, elaboração do plano de curso de Biologia reformulado, aplicação da sequência didática, avaliação das atividades da sequência didática, considerações finais sobre os resultados da implementação da sequência

didática para cada ano, análise comparativa entre os discursos expressos pelos estudantes que participaram da implementação do plano de curso reformulado e os textos de referência elaborados pelo pesquisador e professoras de Biologia, análise comparativa entre os discursos dos estudantes que participaram do plano de curso reformulado e demais estudantes e as conclusões dessa pesquisa.

## 6 RESULTADOS DO ESTUDO DIAGNÓSTICO REALIZADO NO COLÉGIO

O diagnóstico teve por objetivo identificar os processos envolvidos na aprendizagem dos estudantes em relação à disciplina de Biologia e em especial à teoria da evolução dos seres vivos e foi realizado nas seguintes etapas:

a) Análise das condições estruturais, ambientais e as interações sociais existentes no colégio:

O colégio possuía, em 2017, aproximadamente 400 alunos, sendo 293 do Ensino Médio, divididos em 12 turmas: cinco do primeiro, quatro do segundo e três do terceiro ano. Havia, ainda, uma turma de cada ano do Ensino Fundamental/anos finais.

O prédio do colégio é antigo e conta com 12 salas de aula distribuídas em três blocos. Algumas delas encontravam-se pouco conservadas (janelas que não se moviam, ausência de cortina, portas com trincos danificados, algumas carteiras velhas e quadros brancos manchados). Não havia equipamentos de multimídia como datashow ou computador com conexão à internet. As instalações elétricas eram antigas e algumas apresentavam defeito.

Havia uma sala de leitura com pequeno acervo, que emprestava livros aos estudantes para realizar pesquisas em casa, e um auditório bem espaçoso que possuía um datashow, um computador, uma caixa de som e uma TV. O auditório era utilizado para várias atividades, como reunião de pais, exibição de filmes, realização de seminários, e, também, muito requisitado para aulas que utilizavam o datashow. Não havia laboratório de ciências, sala de artes ou laboratório de informática, e algumas turmas eram numerosas, chegando a reunir 45 estudantes.

Para recreação, havia um pátio pequeno entre os blocos das salas de aula, sendo uma parte coberta e outra não, as atividades esportivas e aulas de Educação Física eram realizadas em uma quadra comunitária ou em um campo de futebol que ficavam próximo ao colégio, mas era necessário caminhar por rua com intenso trânsito de veículos para chegar à quadra. Havia, ainda, um refeitório onde eram servidas refeições para os alunos.

O colégio contava com duas diretoras e duas orientadoras pedagógicas que se revezavam nos dois turnos. Não havia coordenadores para as diferentes disciplinas, e faltava professor de química para duas turmas. De acordo com as diretoras do colégio, não havia grande incidência de falta dos professores. A secretaria contava com dois funcionários em cada turno para atender à comunidade escolar. Segundo depoimentos de alguns funcionários, havia carência de profissionais na secretaria e nos setores administrativos, de limpeza e de manutenção do colégio.

A carência de funcionários era visível ao observar o dia-a-dia do colégio, como no caso da inspetora de alunos que realizava várias tarefas diferenciadas como atender o portão de

entrada, fazer registros de problemas disciplinares, controlar os estudantes que ficavam no pátio, recepcionar pais, tirar fotocópias dos exercícios. Observava-se, também, falta de funcionários na limpeza do colégio.

Entre os meses de março e abril de 2017 o colégio viveu um período muito conturbado do ponto de vista administrativo, pois a diretora geral encontrava-se de licença-gestação. A vice-diretora tinha pedido transferência no mesmo período em que houve a licença-gestação, assim o colégio correu o risco de ficar acéfalo. Para suprir essa carência, a comunidade escolar escolheu uma professora para ocupar interinamente o cargo de diretora, até nova eleição.

Assim, a diretora escolhida pela comunidade iniciou seu trabalho como diretora interina, no entanto, a coordenadoria regional de educação não aprovou a liberação de suas aulas para exercer o cargo e resolveu enviar um diretor interino. Essa decisão gerou um impasse na comunidade escolar que, insatisfeita, iniciou mobilizações na tentativa de reverter a decisão da coordenadoria regional. Foram feitas várias reuniões entre os meses de março e abril. No início de maio finalmente a coordenadoria concordou em nomear a professora indicada pela comunidade como diretora interina até o final do mandato da diretora licenciada.

Os professores do colégio demonstraram, durante esse período, grande coesão no apoio à permanência da diretoria escolhida pela comunidade e rejeição ao diretor indicado pela coordenadoria regional de ensino. Foram elaboradas várias ações para esclarecer a comunidade escolar sobre os acontecimentos e, em decorrência disso, as aulas ficaram comprometidas, devido ao grande número de reuniões que comprometiam seus horários. Isso afetou o andamento do ano letivo.

#### b) O curso de Biologia implementado no colégio:

O curso de Biologia foi identificado através das entrevistas realizadas com as professoras. As entrevistas foram individuais e duraram cerca de uma hora e, antes de iniciá-las, foi solicitada a autorização para gravar a conversa.

Os relatos das três professoras foram semelhantes: afirmaram que trabalhavam no colégio havia mais de três anos e que também trabalhavam em outros colégios ministrando aulas para o Ensino Médio. Com relação à formação acadêmica, todas tinham concluído a Licenciatura em Ciências Biológicas havia mais de cinco anos, uma estava cursando mestrado em Ensino de Ciências e as outras duas tinham cursos de especialização em Educação.

Esclareceram que cada turma do primeiro, do segundo e do terceiro anos tinham duas aulas semanais de Biologia, sendo cada uma de 45 minutos. Apontaram dificuldades encontradas no colégio para realizar aulas mais dinâmicas e motivadoras, devido à falta de

material impresso e de livros adequados para pesquisas, pois o acervo da sala de leitura era muito restrito, havia ausência de laboratório de ciências e informática e a falta de equipamentos como datashow, computadores e acesso à internet na sala de aula.

Em relação ao único aparelho de datashow existente, encontravam dificuldade em utilizá-lo, pois havia a necessidade de agendar aulas no auditório com antecedência e ele nem sempre estava disponível. Também não tinham o hábito de realizar visitas técnicas a museus e centros de ciências, pois não havia recursos previstos, no orçamento do colégio, para contratação de transporte. Houve queixa, também, com relação a turmas numerosas: algumas tinham mais de 40 estudantes, o que, segundo elas, dificultava as aulas, provocando o desinteresse de uma parcela da turma.

Nos depoimentos das professoras, constatou-se que seguiam o mesmo padrão: inicialmente explicavam oralmente o conteúdo, depois escreviam um resumo no quadro e os alunos copiavam. No final, era proposto um exercício para fixação da matéria, na maioria das vezes, em forma de questionário. O colégio possuía a seguinte proposta de avaliação: a cada bimestre eram aplicados, pelo menos, dois instrumentos avaliativos, sendo um deles, obrigatoriamente, uma prova escrita (provão). Era realizado, também, um simulado contendo questões de todas as disciplinas. Tratava-se de provas mais longas, apenas com questões objetivas. A proposta do simulado, segundo as professoras, além de avaliar os conhecimentos, era treinar os estudantes para o Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM). Após a finalização das notas de cada bimestre, os estudantes que não conseguiam obter as médias necessárias realizavam a recuperação paralela. As docentes relataram que, em média, 20% dos estudantes de todos os anos ficavam em recuperação paralela em Biologia a cada bimestre.

Com relação aos conteúdos apresentados aos estudantes na disciplina de Biologia nos três anos, as professoras relataram que o planejamento tinha como referência o currículo mínimo da Secretaria de Educação do Estado do Rio de Janeiro (SEEDUC).

A seguir o Quadro 1 apresenta a proposta do currículo mínimo<sup>4</sup>, que destaca todo o conteúdo apresentado aos estudantes, através do critério de habilidades e competências para cada bimestre dos três anos do Ensino Médio.

---

<sup>4</sup> Currículo Mínimo do Ensino Médio é um documento que serve como referência a todas as nossas escolas, apresentando as competências e habilidades que devem estar nos planos de curso e nas aulas. Sua finalidade é orientar, de forma clara e objetiva, os itens que não podem faltar no processo de ensino e aprendizagem, em cada disciplina, ano de escolaridade e bimestre. Com isso, pode-se garantir uma essência básica comum a todos e que estivesse alinhada com as atuais necessidades de ensino, identificadas não apenas nas legislações vigentes, as Diretrizes e os Parâmetros Curriculares Nacionais, mas também nas matrizes de referência dos principais exames nacionais e estaduais (SEEDUC, RIO DE JANEIRO, 2011, pg. 2). Nesse documento, os conteúdos são organizados por “focos” de estudo para cada bimestre de cada ano. Para cada foco de estudo são apresentadas as habilidades e competências onde são destacados os conhecimentos que deverão ser estudados.

Quadro 1 Currículo Mínimo de Biologia

|             | 1º ano  | 2º ano   | 3º ano   |
|-------------|---|--|--|
| 1º bimestre | <p>Foco Origem da vida</p> <p>Habilidades e Competências:</p> <p>Reconhecer a existência de diferentes explicações para a origem do universo, da Terra e da vida, bem como relacioná-las a concepções religiosas, mitológicas e científicas de épocas distintas.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Relacionar os processos referentes à origem da vida a conceitos da Biologia e de outras ciências, como a Química e a Física.</li> <li>- Reconhecer a célula como unidade morfofisiológica de todas as formas de vida.</li> </ul>  | <p>Foco: Transformações essenciais à vida</p> <p>Habilidades e Competências</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Analisar os processos de obtenção de energia dos seres vivos, relacionando-os aos ambientes em que vivem.</li> <li>- Reconhecer respiração aeróbia, anaeróbia, fermentação, fotossíntese e quimiossíntese como processos do metabolismo celular energético.</li> <li>- Identificar a ocorrência de transformações de energia no metabolismo celular.</li> </ul> | <p>Foco Humanidade e ambiente</p> <p>Habilidades e Competências</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Identificar critérios utilizados como indicadores sociais e de desenvolvimento humano e analisar de forma crítica as consequências do avanço tecnológico sobre o ambiente.</li> <li>- Analisar perturbações ambientais, identificando agentes causadores e seus efeitos em sistemas naturais, produtivos ou sociais.</li> <li>- Reconhecer a importância dos ciclos biogeoquímicos para a manutenção da vida, identificando alterações decorrentes de ações antrópicas e suas consequências.</li> <li>- Avaliar métodos, processos ou procedimentos utilizados no diagnóstico e/ou solução de problemas de ordem ambiental decorrentes de atividades sociais e econômicas.</li> </ul> |
| 2º bimestre | <p>Foco Transmissão da vida</p> <p>Habilidades e Competências:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Identificar os mecanismos de transmissão da vida, reconhecendo a relação entre reprodução sexuada, hereditariedade, identidade e diversidade dos seres vivos.</li> <li>- Associar a reprodução celular à transformação do zigoto em adulto e ao desenvolvimento de processos patológicos.</li> <li>- Relacionar síntese de proteínas à ação dos genes, identificando, de modo geral, como ocorre a regulação da expressão gênica.</li> <li>- Correlacionar genética, evolução e manutenção da vida na Terra.</li> </ul> | <p>Foco Manutenção dos sistemas multicelulares</p> <p>Habilidades e Competências</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Reconhecer a existência de diferentes tipos de células, identificando a formação, organização e funcionamento de cada uma delas, diferenciando, de modo geral, seus mecanismos bioquímicos e biofísicos.</li> <li>- Relacionar a fisiologia dos organismos à produção de hormônios.</li> </ul>   | <p>Foco Os ecossistemas</p> <p>Habilidades e Competências</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Identificar a importância dos diferentes grupos funcionais e suas interações na manutenção dos ecossistemas.</li> <li>- Reconhecer padrões em fenômenos e processos fundamentais em sua organização.</li> <li>- Reconhecer a importância do fluxo de energia para a vida e a ação de agentes ou fenômenos que podem causar alterações nesse processo, indicando mecanismos de obtenção, transformação e utilização de energia pelos seres vivos, considerando aspectos biológicos, físicos ou químicos.</li> </ul>  |
| 3º bimestre | <p>Foco Evolução das espécies</p> <p>Habilidades e Competências</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Reconhecer a importância da evolução na promoção de modelos, processos biológicos e organização da taxonomia dos seres vivos.</li> </ul>   | <p>Foco Manutenção dos sistemas multicelulares</p> <p>Habilidades e Competências</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Reconhecer a interdependência dos sistemas que asseguram e regulam o funcionamento dos organismos e o papel dos mecanismos de controle e manutenção no</li> </ul>  | <p>Foco Biotecnologia</p> <p>Habilidades e Competências</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Conhecer a natureza dos projetos genomas, em especial aqueles existentes no Brasil, e sua importância para o homem e o ambiente.</li> <li>- Perceber a importância da ética na utilização de</li> </ul>   |

|             |  |  |   |
|-------------|--|--|---|
|             | <p>- Comparar, a partir de textos científicos e históricos, as teorias evolucionistas de Lamarck, Darwin e a neodarwinista.</p> <p>- Identificar, filogeneticamente, as relações de parentesco entre os seres vivos.</p>   | <p>equilíbrio dinâmico desses organismos.</p> <p>- Caracterizar as funções vitais dos animais e plantas, identificando seus princípios básicos nos diferentes ambientes. - Reconhecer a atuação dos diferentes mecanismos de defesa do organismo.</p> <p>- Correlacionar o bom funcionamento do organismo à microbiota, assim como os problemas que podem ser acarretados por esses seres.</p>   | <p>informações genéticas na promoção da saúde humana.</p> <p>- Identificar as técnicas moleculares utilizadas na detecção e tratamento de doenças, assim como os testes de DNA, sua importância e abrangência e os custos envolvidos.</p> <p>- Reconhecer a legislação ambiental como de responsabilidade do todo cidadão e do poder público.</p> <p>- Avaliar os aspectos éticos da Biotecnologia, reconhecendo seus benefícios e limitações. - Julgar propostas de intervenção ambiental, visando à qualidade de vida, medidas de conservação, recuperação e utilização sustentável da biodiversidade.</p>  |
| 4º bimestre | <p>Foco Diversidade dos seres vivos</p> <p>Habilidades e Competências</p> <p>- Reconhecer a diversidade de seres vivos no planeta, relacionando suas características aos seus modos de vida e aos seus limites de distribuição em diferentes ambientes, principalmente os brasileiros.</p> <p>- Associar os processos genéticos à grande diversidade de espécies no planeta.</p> | <p>Foco Doenças e promoção da saúde</p> <p>Habilidades e Competências</p> <p>- Distinguir, entre as principais doenças, as infectocontagiosas e parasitárias, as degenerativas, as ocupacionais, as carenciais, as sexualmente transmissíveis (DST) e as provocadas por toxinas ambientais.</p> <p>- Reconhecer, através de análise de dados, as principais doenças que atingem a população brasileira, correlacionando-as ao ambiente e à qualidade de vida, indicando suas medidas profiláticas.</p> <p>- Elaborar propostas com vistas à melhoria das condições sociais, diferenciando as de responsabilidade individual das de cunho coletivo, destacando a importância do desenvolvimento de hábitos saudáveis e de segurança, numa perspectiva biológica e social.</p> | <p>Foco Biotecnologia</p> <p>Habilidades e Competências</p> <p>- Conhecer a natureza dos projetos genomas, em especial aqueles existentes no Brasil, e sua importância para o homem e o ambiente.</p> <p>- Perceber a importância da ética na utilização de informações genéticas na promoção da saúde humana.</p> <p>- Identificar as técnicas moleculares utilizadas na detecção e tratamento de doenças, assim como os testes de DNA, sua importância e abrangência e os custos envolvidos.</p> <p>- Reconhecer a legislação ambiental como de responsabilidade do todo cidadão e do poder público.</p> <p>- Avaliar os aspectos éticos da Biotecnologia, reconhecendo seus benefícios e limitações. - Julgar propostas de intervenção ambiental, visando à qualidade de vida, medidas de conservação, recuperação e utilização sustentável da biodiversidade.</p> |

Fonte: Currículo Mínimo do Ensino Médio (SEEDUC, RIO DE JANEIRO, 2011)

A proposta do currículo mínimo indica que o tema origem e evolução dos seres vivos seja estudado apenas no primeiro ano, já no segundo e no terceiro anos não há mais a indicação

de conteúdos sobre o assunto. Como as professoras seguem o currículo mínimo, dessa forma só abordam o conteúdo sobre evolução dos seres vivos no primeiro ano.

Especificamente sobre as aulas destinadas ao tema origem e evolução dos seres vivos, as professoras afirmaram que basicamente realizavam aulas expositivas e ao final propunham exercícios, que eram corrigidos em seguida. Ilustrações das explicações científicas com filmes, slides, gravuras eram pouco utilizadas porque o colégio não dispunha de recursos multimídia. Algumas vezes, propunham pesquisas, em equipes, sobre temas como as diferentes teorias sobre a origem da vida, as explicações de Darwin e de Lamarck para a evolução dos seres vivos. Essas pesquisas eram feitas em equipe, realizadas em casa, e posteriormente, em data marcada, apresentadas pelas equipes de estudantes em sala de aula.

Afirmaram, também, que na maioria das vezes as aulas transcorriam de acordo com o roteiro acima indicado, mas, eventualmente, alguns estudantes expressavam suas crenças religiosas e as professoras aproveitavam tais momentos para esclarecer diferenças entre ciência e religião. As professoras têm religião, mas declararam não falar de suas crenças nas aulas: afirmaram ensinar a abordagem darwinista.

As estratégias de ensino utilizadas no segundo e no terceiro anos eram as mesmas citadas para o primeiro ano. Algumas aulas foram acompanhadas pelo pesquisador e constatou-se o relato das professoras, pois tratava-se de aulas expositivas, com poucas ilustrações e ausência de práticas científicas.

c) O perfil sociocultural e as representações sociais (MOSCOVI, 2003) dos estudantes dos três anos do Ensino Médio sobre a origem e a evolução dos seres vivos:

Para obter essas informações foi aplicado um questionário respondido por 294 estudantes do Ensino Médio, sendo 123 do primeiro ano, 73 do segundo ano e 98 do terceiro ano. Essa variação ocorreu, segundo relato da diretora, porque no ano de 2016 houve problemas no sistema de matrículas do colégio, o que provocou diminuição do número de estudantes do primeiro ano. Isso se refletiu em 2017, no segundo ano. A Tabela 1, apresentada a seguir, identifica dados do perfil sociocultural e religioso dos estudantes.

Tabela 1 Perfil sociocultural e religioso

|                 | Primeiro ano | Segundo ano | Terceiro ano |
|-----------------|--------------|-------------|--------------|
| Sexo:           |              |             |              |
| Masculino       | 40%          | 56%         | 47%          |
| Feminino        | 59%          | 41%         | 49%          |
| Não responderam | 1%           | 3%          | 4%           |
| Faixa etária:   |              |             |              |

|                       |     |     |     |
|-----------------------|-----|-----|-----|
| 13 a 14 anos          | 23% | -   | -   |
| 15 a 16 anos          | 66% | 55% | 21% |
| 17 a 18 anos          | 6%  | 41% | 73% |
| 19 a 20 anos          | -   | 1%  | 6%  |
| Não informaram        | 5%  | 3%  | -   |
| <b>Religiosidade:</b> |     |     |     |
| Creem em Deus         | 79% | 86% | 87% |
| Não creem Deus        | 10% | 9%  | 9%  |
| Têm dúvidas           | 11% | 6%  | 7%  |
| Possuem religião      | 79% | 86% | 87% |
| Católicos             | 43% | 46% | 45% |
| Evangélicos           | 45% | 50% | 40% |
| Kardecistas           | 8%  | -   | 11% |
| Umbandistas           | 4%  | -   | 3%  |
| Judeus                | -   | -   | 1%  |

Fonte: Elaborada pelo autor com base nos questionários respondidos pelos estudantes

O Quadro 2 apresenta os discursos para a questão aberta do questionário: “Faça um breve resumo sobre sua opinião a respeito da origem dos seres vivos no planeta Terra”.

Quadro 2 Discursos do Sujeito Coletivo (DSC)

|  |  |   |
|--|--|---|
| DSC- 1 Discurso com ancoragem religiosa  |  |   |
| Ideia central: “Deus criou todos os seres vivos e criou também o homem e a mulher”   |  |   |
| Primeiro ano 38%   | Segundo ano 37%  | Terceiro ano 46%  |
| Para mim, as teorias são bem vagas, então prefiro acreditar na teoria do criacionismo. Deus criou tudo, o céu, a Terra e os seres vivos. Um ser divino em apenas sete dias criou o universo e no sexto dia fez o homem, com o barro da terra. Soprou seu fôlego em suas narinas, fazendo-o assim respirar, e o criou à sua imagem e semelhança. Criou Adão e depois retirou sua costela e fez a Eva, eles foram se reproduzindo de geração em geração. | Acredito que a vida surgiu através do criacionismo. Deus criou um homem e o chamou de Adão, e viu que não era bom que ele ficasse sozinho e criou, de sua costela, Eva. Genesis: 1:20. Criou os animais, um casal de cada cópia. Criou tudo, o universo, o planeta e tudo que está nele, como animais, plantas. Sou cristão, então para mim foi Deus que deu vida às coisas. | Acredito no que a Bíblia relata. Genesis 1. 24- 25 “E disse Deus: ‘produz a terra seres viventes seguindo as suas espécies (...). Foi quando Deus pegou um punhado de lama e fez um formato de um homem e depois pegou uma parte da costela do mesmo e fez a mulher, daí veio o resto da humanidade. A ciência diz que fomos criados por moléculas, células no mar, mas não é possível um pequeno ser sobreviver nas condições daquele tempo. |
| DSC-2 Discurso que associa ancoragens científica e religiosa   |  |   |
| Ideia central: “Deus criou os seres vivos e depois eles foram evoluindo como defende a ciência”  |  |   |
| Primeiro ano 6,5 %   | Segundo ano 2,7%   | Terceiro ano 5,1%   |
| Acredito que Deus criou, não duvido das possibilidades que a ciência propõe. Podem ter surgido de uma explosão (Big Bang) ou vindo de meteorito. Veio por forma evolutiva para se adaptar ao ambiente. É mais coerente pensar que a religião e a ciência devem andar juntas. Os seres humanos eram uma bactéria, um criador fez evoluir para o homem primitivo e depois evolui para o homem moderno.   | Na minha opinião, os átomos foram se adaptando e os seres vivos foram evoluindo, mas acredito que foi Deus que possibilitou tudo isso e deu vida a cada um dos seres. Surgiram através de algum acontecimento anormal, depois que alguma força superior criou tudo o que existe, as coisas foram evoluindo para serem o que são hoje.  | Deus fez Adão e Eva, mas a teoria de que fomos evoluindo ao passar dos anos, séculos, também é aceitável para nós. Acredito que alguns seres surgiram através de bactérias e outros que Deus criou por evolução. Do mesmo modo que Deus criou a Terra, ele criou também os seres vivos, começando pelo homem das cavernas.  |
| DSC-3 Discurso com ancoragem científica  |  |   |

| Ideia central: “Os seres vivos surgiram na Terra primitiva e foram evoluindo”   |   |  |
|---|---|--|
| Primeiro ano 35%  | Segundo ano 40%   | Terceiro ano 31%   |
| <p>Acredito na teoria da evolução química, em que cientistas afirmam que a vida surgiu da matéria inanimada com associações entre as moléculas, formando substâncias completas, de modo a se originarem os primeiros seres vivos. O planeta era inabitável, os gases não eram bons para haver vida, havia vapor d'água, metano, hidrogênio, amônia, e a mistura química fez com que com as altas temperaturas formassem aminoácidos, que foram em direção aos mares, formando moléculas mais complicadas, criando os coacervados. A primeira célula primitiva evoluiu para as bactérias que foram se adaptando ao clima e evoluindo até chegar a nós. Viemos do primata, fomos evoluindo e um ser humano é, na verdade, a evolução de tudo.</p> | <p>Aos poucos, com a fermentação e o surgimento dos gases na Terra primitiva, seres foram surgindo e evoluindo até começar a formar uma Terra semelhante à que conhecemos. Com o tempo foram surgindo, nos oceanos, mares e rios, várias espécies de seres que foram se adaptando ao clima e à temperatura. Através das reproduções, uma bactéria simples, passando por mutações, gerando seres vivos unicelulares procariontes, eucariotes e pluricelulares – a biodiversidade. O homem chegou aonde está hoje depois de uma série de evoluções ao longo dos séculos. Os seres vivos são necessários na Terra para uso e consumo de todos nós.</p> | <p>Os seres vivos surgiram através do Big Bang e de fenômenos no universo como furacões, tsunamis etc. No início, não havia oxigênio no planeta, mas, com as reações químicas ocorrendo, esse elemento foi surgindo, permitindo a vida. Viemos de um tipo de pó ou bactéria há milhares de anos e, ao longo do tempo, fomos evoluindo. Através da seleção natural, os seres vivos conseguiram se desenvolver, se adaptando ao habitat natural. A cada mudança no planeta com ambientes diferentes surgiram as espécies de animais. Sobre ser um parente do macaco, há controvérsias, pois não que eu queira subir em árvores. Acho um tanto plausível, mas questionável. Os seres vivos são algo essencial para o planeta Terra e foram muito importantes no planeta, pois sem eles não teriam as coisas que tem hoje.</p> |
| Não respondeu/ Não sabe   |   |  |
| Primeiro ano 20%  | Segundo ano 20 %  | Terceiro ano 18 %  |

Fonte: Elaborado pelo autor

## 6.1 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS DO DIAGNÓSTICO

Percebe-se que as turmas são muito semelhantes no que se refere à idade esperada para cada ano do Ensino Médio, o que evidencia a baixa taxa de reprovação dos estudantes no percurso por essa etapa da educação. Cerca de 90% dos estudantes iniciaram seus estudos nesse colégio no primeiro ano do Ensino Médio, e são provenientes de várias escolas públicas e privadas de três municípios da região.

Com relação à religiosidade, trata-se de um grupo homogêneo, se compararmos os estudantes dos três anos, seja com relação à crença em Deus, ou às religiões que praticam. Investigou-se, também, através do questionário, a religiosidade dos seus pais, e constatou-se que a crença e a prática religiosa se assemelham. Trata-se de um conjunto de estudantes com forte religiosidade e que praticam crenças cristãs, destacando-se as religiões católica e evangélica.

A partir da identificação e da análise das representações sociais, foram encontrados três discursos distintos: um denominado (DSC – 1), no qual se identificou ancoragem religiosa, o DSC - 2, que identificou a associação da ancoragem científica à religiosa, e o (DSC – 3), onde

se identificou a ancoragem científica. Os discursos são excludentes, ou seja: nenhum estudante teve sua resposta expressa em mais de um discurso.

Um dado que chama a atenção: cerca de 20% dos estudantes dos três anos não responderam à questão aberta, no entanto, responderam às questões objetivas. Durante a aplicação do questionário, percebeu-se que muitos estudantes se queixaram do fato de ter que escrever as respostas. Sugeriram que seria mais fácil se todas as questões fossem objetivas, possivelmente pela falta de hábito de escreverem ao longo das aulas, na escola. Assim, esses estudantes podem refletir a ausência do hábito de escrever e expressar seu pensamento. Os professores descrevem frequentemente suas aulas como expositivas. Eles também possivelmente estão pouco motivados, já que as aulas expositivas nem sempre envolvem o interesse e a participação dos estudantes.

A análise do perfil religioso dos estudantes de cada discurso identificou todas as religiões citadas na tabela nº 1, e não havia predomínio de nenhuma crença nos três diferentes discursos.

Ao analisar os discursos de ancoragem religiosa (DSC - 1), expressos pelos estudantes dos três anos, constata-se uma opção pela explicação religiosas quando há comparação entre os conhecimentos científicos e religiosos, conforme se observa nos seguintes fragmentos: (DSC - 1 - primeiro ano) “Para mim, as teorias são bem vagas, então prefiro acreditar na teoria do criacionismo.”; (DSC - 1 - segundo ano) “Sou cristão, então pra mim foi Deus que deu vida às coisas.”; (DSC - 1 - terceiro ano) “A ciência diz que fomos criados por moléculas, células no mar, mas não é possível um pequeno ser sobreviver nas condições daquele tempo.”

Os discursos que associam ancoragens científica e religiosa apesar de expressarem limitada compreensão científica, trazem na sua abordagem uma tentativa dessa compreensão. Isso pode ser constatado nos seguintes fragmentos: (DSC - 2 - primeiro ano) “não duvido das possibilidades que a ciência propõe. Podem ter surgido de uma explosão (Big Bang) ou vindo de meteorito. Veio por forma evolutiva para se adaptar ao ambiente. É mais coerente pensar que a religião e a ciência devem andar juntas.” (DSC - 2 - segundo ano) “os átomos foram se adaptando e os seres vivos foram evoluindo, mas acredito que foi Deus que possibilitou tudo isso e deu vida a cada um dos seres. (...) as coisas foram evoluindo para serem o que são hoje.” (DSC-2 - terceiro ano) “Acredito que alguns seres surgiram através de bactérias e outros que Deus criou por evolução.” Nesses discursos encontram-se estudantes que expressam a compreensão da distinção entre ciência e religião, no entanto, percebe-se a necessidade de uma maior reflexão sobre os conhecimentos apresentados pela ciência. Possivelmente a utilização de maior tempo de estudo dedicado a esse tema, contribuiria para aumentar a consideração da

plausibilidade do conhecimento científico, o que poderia promover maior ancoragem científica sobre o tema nas representações sociais dos estudantes.

Com relação ao DSC - 3, encontram-se nos discursos dos três anos duas referências que merecem destaque: a descrição do ambiente da Terra primitiva e o surgimento e a transformação do primeiro ser vivo.

a) A descrição do ambiente da Terra primitiva: é destacada nos seguintes fragmentos: (DSC - 3 - primeiro ano) “O planeta era inabitável, os gases não eram bons para haver vida, havia vapor d’água, metano, hidrogênio e amônia, e a mistura química fez com que em altas temperaturas se formassem aminoácidos, que foram em direção aos mares, formando moléculas mais complicadas, e criando os coacervados.” (DSC - 3 - segundo ano) “Aos poucos, com a fermentação e o surgimento dos gases na Terra primitiva, seres foram surgindo e evoluindo até começar a formar uma Terra semelhante à que conhecemos.” (DSC - 3 - terceiro ano) “No início, não havia oxigênio no planeta, mas com as reações químicas ocorrendo, esse elemento foi surgindo, permitindo a vida”.

Ao comparar o discurso expresso pelos estudantes dos três anos, é possível identificar que os alunos do primeiro ano apresentam um discurso mais completo, que possui mais informações sobre o ambiente da Terra primitiva, onde surgiu a vida de acordo com hipótese heterotrófica, defendida por Oparin e Haldane. Essa hipótese foi apresentada aos estudantes, segundo informações passadas pelas professoras durante a entrevista. Nota-se também que a descrição feita pelos estudantes do segundo e do terceiro ano, tende a uma simplificação que se acentua com o passar dos anos de escolaridade.

b) Com relação ao surgimento e transformação do primeiro ser vivo, destacam-se os fragmentos: (DSC - 3 - primeiro ano) “A primeira célula primitiva evoluiu para as bactérias que foram se adaptando ao clima e evoluindo até chegar a nós.” (DSC - 3 - segundo ano) Através das reproduções, uma bactéria simples, passando por mutações, gerando seres vivos unicelulares procariotas, eucariotas e pluricelulares, a biodiversidade (...) (DSC - 3 - terceiro ano) “Viemos de um tipo de pó ou bactéria há milhares de anos e ao longo do tempo fomos evoluindo. (...) A cada mudança no planeta com ambientes diferentes surgiram as espécies de animais.”

A análise comparativa desses fragmentos evidencia semelhanças entre os discursos expressos pelos estudantes dos três diferentes anos. Consta-se que a ideia de transformação a partir de um ser simples (bactéria), que evoluiu e originou os demais seres vivos dá base à ancoragem científica nas representações sociais desses estudantes.

Considerando-os separadamente, é possível identificar que os discursos expressos pelos estudantes do primeiro e do terceiro ano referem-se ao surgimento de um ser similar às bactérias atuais, que evoluiu até chegar aos animais e o homem. Já o discurso do segundo ano faz referências aos mecanismos de transformação, reprodução e mutação, distingue grupos de seres vivos e cita a biodiversidade. Esse resultado pode ser atribuído ao fato que de acordo com o currículo mínimo, o estudo da origem e evolução dos seres vivos, ocorre durante o primeiro ano. Tendo em vista que o questionário foi aplicado no início do ano, os estudantes do primeiro ano, já tinham iniciado o estudo do tema, os estudantes do segundo ano tinham acabado de ver todo o conteúdo proposto sobre a origem e evolução dos seres vivos no ano anterior, quando cursaram o primeiro ano. Já os estudantes do terceiro ano, não estudavam o tema no colégio acerca de um ano.

Evidencia-se, portanto, que mesmo ancoradas nas representações sociais dos estudantes, os conhecimentos científicos sobre a descrição do ambiente da Terra primitiva e o surgimento e a transformação do primeiro ser vivo vão sendo menos lembrados com o passar do tempo. Isso evidencia que a referência ao conteúdo apenas no primeiro ano, compromete uma melhor compreensão do tema.

Há também, nos três anos, o destaque para a criação do ser humano, mesmo considerando-se que a questão proposta tenha feito referência aos seres vivos em geral. Esse destaque pode ser observado nos seguintes fragmentos: Discurso com ancoragem religiosa (DSC - 1 - primeiro ano) “Deus criou o universo e fez no sexto dia o homem (...). Criou o Adão e depois retirou a costela do Adão e fez a Eva.” (DSC -1 - segundo ano) “Deus criou um homem e o chamou de Adão e viu que não era bom que ele ficasse sozinho e criou de sua costela a Eva.” Genesis: 1:20; (DSC - 1 - terceiro ano). “Deus pegou um punhado de lama e fez um formato de um homem e depois pegou uma parte da costela do mesmo e fez a mulher”.

Discurso com associação de ancoragem religiosa e científica (primeiro ano - DSC - 2) “Os seres humanos eram uma bactéria, um criador fez evoluir para o homem primitivo e depois evoluímos para o homem moderno”; (terceiro ano - DSC - 2) “Deus fez Adão e Eva, mas a teoria que fomos evoluindo ao passar dos anos (séculos) também é aceitável para nós (...)” “Deus criou a Terra ele criou também os seres vivos começando pelo homem das cavernas”;

Discurso com ancoragem científica: (primeiro ano - DSC - 3) “Viemos do primata, o ser humano é na verdade a evolução de tudo.”; (segundo ano- DSC - 3) “O homem chegou onde está hoje depois de uma série de evolução ao longo dos séculos.” (terceiro ano - DSC - 3) “Tudo começa com as bactérias até chegar no que somos hoje, sobre ser um parente do macaco, há controvérsias (...)”

Os discursos expressos pelos estudantes tendem a valorizar a espécie humana como uma espécie distinta, propondo a ideia de um status superior ao ser humano se comparado as demais espécies. Embora pesquisadores citem a influência das ideias de Darwin que enfraquecem uma visão antropocêntrica da evolução, isso não é verificado no discurso desse conjunto de estudantes:

Nenhuma das teorias de Darwin foi aceita tão entusiasticamente como a teoria da origem comum. Tudo aquilo que parecia caótico na história natural agora começava a fazer sentido. Mas talvez a mais importante consequência da teoria da origem comum foi a mudança na posição do homem no universo. Para a maioria dos teólogos e filósofos, o homem é uma criatura à parte das outras formas de vida (...)O homem, desta maneira, deveria ser colocado corretamente na árvore filogenética do reino animal. Isso foi o fim do antropocentrismo tradicional da Bíblia e dos Filósofos (MAYR, 2006, p.24).

É importante dialogar com os estudantes sobre este aspecto. O destaque dado ao homem, entre os estudantes investigados, reflete, também, a visão típica das religiões cristãs, isto é: a crença de que os seres humanos se classificam no auge da progressão natural da evolução das espécies e da vida. Essa crença contrasta com a moderna interpretação biológica de evolução. Assim, a teoria evolutiva é aceita até o limite da evolução dos humanos, os quais teriam sido criados separadamente das outras espécies (FUTUYMA, 1999; CERQUEIRA; COSTA; FALCÃO, 2007; PORTO, FALCÃO, 2011; BRANCH; SCOTT, 2013).

A análise dos dados obtidos no diagnóstico evidenciou que os estudantes do colégio investigado expressaram, através de suas representações sociais, três discursos semelhantes, no entanto, é possível notar que entre os estudantes do terceiro ano o discurso científico é menos detalhado se comparado com os discursos do primeiro e do segundo ano. Evidencia-se assim que não houve avanço, no decorrer do Ensino Médio, na melhor compreensão da explicação científica sobre a origem e a evolução dos seres vivos. Identificou-se como hipótese que esse resultado se relaciona com o fato de o tema “origem e evolução dos seres vivos” só ser estudado no primeiro ano.

A partir daí, sem a continuidade do estudo sobre evolução dos seres vivos, há uma tendência dos estudantes ao esquecimento das explicações científicas evolutivas. Assim, quando convidados a se expressar sobre o tema, os estudantes do terceiro ano tendem a diminuir as expressões das explicações científicas e mantêm as explanações com as quais são mais familiarizados desde antes do Ensino Médio: as religiosas. Essas não foram interrompidas, são mantidas por familiares e religiosos que compõem o cotidiano dos estudantes. Esse contexto também pode explicar as referências à origem do ser humano ao serem perguntados sobre a origem dos seres vivos.

Esse diagnóstico indicou, então, que o estudo da evolução dos seres vivos deve ocorrer durante todo o Ensino Médio, de forma a assegurar o pleno domínio, pelos estudantes, das explicações científicas sobre o tema ao finalizar essa etapa da educação básica. Uma compreensão maior da origem e da evolução dos seres vivos é fundamental para o entendimento da Biologia como um todo. Há de se destacar que, durante esse período de estudo, a história evolutiva dos seres humanos merece atenção e diálogo com os estudantes para permitir a compreensão de que somos mais uma espécie que surgiu ao acaso, assim como tantas outras que compõem a biodiversidade atual.

## 7 RESULTADOS DA REFORMULAÇÃO DO PLANO DE CURSO DE BIOLOGIA

Após a conclusão do diagnóstico iniciaram-se reuniões, entre o pesquisador e as professoras de Biologia, com o objetivo de planejar a reformulação do plano de curso de Biologia. Na primeira reunião, foram apresentadas algumas ações, já realizadas, que poderiam contribuir nessa reformulação: a recuperação de dois microscópios que se encontravam inutilizados há muito tempo no colégio, e a compra, pelo pesquisador, de um datashow, para utilizar nas turmas em que seria implementado o plano de curso reformulado. A reformulação do plano de curso ocorreu entre os meses de fevereiro e março. Ele foi estruturado em duas ações pedagógicas básicas:

- a) textos propostos como referência de domínio da compreensão científica dos estudantes.
  - b) sequência didática constituída por atividades a serem implementadas nos três anos do Ensino Médio.
- a) Textos propostos como referência de domínio da compreensão científica dos estudantes.

Elaborou-se um texto considerando-se os conhecimentos para cada ano do Ensino Médio. A proposta foi identificar possíveis associações de conhecimentos sobre o tema origem e evolução dos seres vivos, aos conteúdos propostos para cada ano do Ensino Médio. Tendo como referência os aspectos da micro e macroevolução e os conceitos citados na metodologia dessa pesquisa, o pesquisador e as professoras de Biologia, elaboraram os textos que foram revistos várias vezes, até se chegar a uma versão considerada adequada. Os textos foram encaminhados, então, ao professor Dr. Flávio Silva Faria UFRJ, que gentilmente realizou uma revisão finalizando os textos. A seguir serão apresentados os textos para cada ano.

Quadro 3 Textos propostos como referência de domínio da compreensão científica dos estudantes sobre o tema para o primeiro ano

Segundo a explicação científica, no início de tudo, toda a matéria do universo estava compactada em um único ponto que concentrava muita energia. Houve então o “Big-Bang” que foi o início da expansão do universo. Dessa explosão surgiram vários planetas, estrelas, corpos celestes, dentre eles o planeta Terra. Havia, na atmosfera daquela época, vapor de água, metano, amônia, gás carbônico, hidrogênio, que sob a ação das descargas elétricas, provenientes dos relâmpagos intensos, reagiram e formaram aminoácidos. Foi possível demonstrar em laboratório a formação de aminoácido, utilizando as condições ambientais da Terra primitiva e isso é uma importante evidência científica. Os aminoácidos também reagiram entre si e deram origem as proteínas, que se associaram e formaram um sistema capaz de fazer trocas com o meio ambiente, posteriormente esse sistema conseguiu se reproduzir, a partir daí surge o primeiro ser vivo (coacervado), que possuía características muito semelhantes as bactérias atuais. A partir de reproduções, mudanças ambientais, migrações, ao longo de milhões de anos, os seres vivos foram evoluindo até formar toda diversidade atual. A reprodução foi possível graças ao surgimento de molécula replicadora, possivelmente o DNA. Hoje todos seres vivos possuem o DNA e, os cientistas, ao estudarem essa molécula identificaram que ela é responsável pela variabilidade entre os indivíduos de uma mesma espécie, bem como as diferenças entre indivíduos de espécies diferentes

Darwin elaborou a teoria que explicou como surgiam as espécies diferentes a partir das diferenças entre indivíduos da mesma espécie. Quando ele fez essa afirmação ainda não se conheciam a explicação para o surgimento das diferenças entre os seres vivos. Hoje sabemos que elas ocorrem devido ao crossing-over ou permutação e as mutações, que provoca alterações na sequência dos genes ao longo da molécula de DNA. Essas

alterações sujeitas a seleção natural, em um ambiente altamente dinâmico promoveu ao longo da história evolutiva o surgimento de toda essa biodiversidade atual. A explicação da origem da diversidade (mutação e recombinação gênica) foi associada a hipótese de Darwin constituindo a teoria do Neodarwinismo.”

Fonte: Elaborado pelo autor

Quadro 4 Textos propostos como referência de domínio da compreensão científica dos estudantes sobre o tema para o segundo ano

Após o surgimento da vida no nosso planeta, inicia-se uma intensa interação entre os seres vivos e o ambiente, por um lado, as diferenças que surgem, ao acaso, entre os indivíduos de uma mesma espécie, em consequência das mutações e das recombinações gênicas e por outro as transformações sofridas pelo planeta, causando mudanças constantes ao meio ambiente. Assim os seres vivos vão sofrendo a ação da seleção natural, adaptando-se ou não construindo uma história de transformações com cerca de 3,5 bilhões de anos.

Um fenômeno importante que demonstra essa interação é a influência dos processos metabólicos, que promoveram, mudanças ambientais. Como exemplo, é possível citar os processos de produção de energia: a partir da realização da fermentação pelos seres vivos primitivos, houve a liberação de gás carbônico que, com o passar do tempo, acumulou-se no ambiente. Esse acúmulo proporcionou condições ambientais para a seleção natural de indivíduos capazes de realizar a fotossíntese. Inicialmente, a fotossíntese foi realizada por seres simples similares as algas azuis atuais. Em decorrência da fotossíntese, houve acúmulo de oxigênio nos ambientes, assim criou-se condições ambientais para a seleção natural de seres vivos capazes de realizar a respiração aeróbia, que necessita de oxigênio.

A respiração aeróbia é um processo que produz muito mais energia do que a fermentação, que já era realizada pelos seres vivos. Isso permitiu uma grande diversificação dos seres vivos, trazendo a possibilidade de adaptação de seres cada vez maiores e mais complexos.

Para a realização da respiração aeróbia, e a fotossíntese nas células eucariontes, ocorreu uma associação, há milhões de anos, de células simples similares as bactérias atuais, com células um pouco maiores e mais complexas. As células menores obtiveram proteção e alimento e forneceram para as células maiores um significativo aumento na produção de energia, no caso da respiração aeróbia, e no caso da fotossíntese permitiram a produção de moléculas orgânicas, ou seja, o alimento das células maiores.

Dessa forma com a possibilidade de produção de alimentos e melhor aproveitamento das moléculas orgânicas para produção de energia, houve diversificação celular, passam a existir então os três tipos de células, encontradas até hoje nos seres vivos atuais: as células procariontes que formam as bactérias e algumas algas e são muito similares às células dos primeiros seres vivos; as células eucarióticas animais capazes de realizar a respiração aeróbia pois possuem uma organela denominada mitocôndria; as células eucarióticas vegetais, capazes de realizar a respiração aeróbia e a fotossíntese pois possuem, além das mitocôndrias, os cloroplastos.

Essa diversificação celular originou, após milhões de anos os grandes grupos de seres vivos, hoje classificados como procariontes, eucariontes animais e eucariontes vegetais, que forma a nossa biodiversidade

Fonte: Elaborado pelo autor

Quadro 5 Textos propostos como referência de domínio da compreensão científica dos estudantes para o terceiro ano

A origem do nosso planeta foi possível através da explosão do Big Bang. A origem da vida ocorreu de forma natural pela evolução das espécies. No entanto o modelo de desenvolvimento econômico implementado pelo homem após a revolução industrial, trouxe por um lado grandes avanços tecnológicos, por outro comprometeu muito a natureza. Tais mudanças vêm afetando os seres vivos e o processo evolutivo natural, interferindo diretamente nos processos de seleção natural proposto por Charles Darwin.

Após a revolução industrial iniciou-se a construção dos grandes aglomerados humanos provocando, em muitos casos, o crescimento desordenado das cidades. Com o passar do tempo o acúmulo de detritos produzidos, poluiu o ar, a água e o solo. Essa poluição já ocasiona alterações planetárias, como, por exemplo, o aquecimento global que resulta do acúmulo de gases de efeito estufa, como o CO<sub>2</sub>, na atmosfera. Esse gás é produzido em grande quantidade por queimas do petróleo e do carvão mineral. Estudiosos do tema afirmam que esse aquecimento já está causando profundas mudanças ambientais, afetando a adaptabilidade dos seres vivos, há também a contaminação ambiental com substâncias mutagênicas como o mercúrio, que causam mutações nos seres vivos e liberação de grande quantidade de resíduos de mineração, como vem ocorrendo nas barragens de mineradoras no Brasil. Certamente essas ações têm consequências enormes sobre o ambiente, provocam extinções de muitas espécies e afetam os mecanismos evolutivos naturais, alterando a história evolutiva dos seres vivos. Além disso, os processos de seleção artificial, já utilizados pelo homem há muito tempo e que foi uma das bases para os estudos evolutivos de Charles Darwin, agora, atinge os microrganismos.

Ações como o uso indiscriminado de antibióticos que modifica o ambiente em que vivem as bactérias, promovendo a eliminação das mais sensíveis e selecionando positivamente as mais resistentes, tem promovido o surgimento de bactérias cada vez mais resistentes e com alto grau de letalidade. As tecnologias de modificação do DNA de algumas espécies (transgenia), tem produzido espécies com novas sequências de DNA, que não existiam na natureza, trazendo riscos de mudanças bruscas nos genomas das espécies naturais, caso haja reprodução entre indivíduos transgênicos e naturais. Dessa forma seja com ações locais ou ações globais o homem vem interferindo nos processos naturais responsáveis pela história evolutiva. Promovendo grandes alterações ambientais, modificando os processos naturais de surgimento da variabilidade genética (mutação e recombinação gênica) e interferindo na seleção natural que seleciona características mais adaptadas ao acaso. A ação humana é comparada, por alguns cientistas, a intensos fenômenos geológicos como glaciação, grandes erupções e até choques com outros corpos celestes como cometas, que foram responsáveis por alterações ambientais drásticas, modificando o processo evolutivo em curso. Diante dessa constatação há uma proposta de se mudar o nome da era geológica atual de holoceno para antropoceno, ou seja, era geológica em que o homem promove imensas modificações no planeta afetando o curso natural da evolução dos seres vivos, alterando assim a história evolutiva.

Fonte: Elaborado pelo autor

#### b) Elaboração da sequência didática para os três anos do Ensino Médio:

A sequência didática constitui-se de atividades aplicadas nas três turmas dos três anos. A partir de agora serão denominadas turma 1 A (primeiro ano), turma 2 A (segundo ano) e turma 3 A (terceiro ano). Para se estabelecer um rápido perfil das turmas, deve-se considerar que a turma 1A tinha 37 estudantes, tendo a maior parte idades entre 15 e 16 anos, 90% acreditavam em Deus e 70% possuíam religião, sendo a maioria católica e evangélica. A turma 2 A tinha 32 estudantes, com idades entre 16 e 17 anos, 90% acreditavam em Deus e 90% possuíam religião, sendo a maioria de evangélicos e católicos. A turma 3 A tinha 46 estudantes, com idades entre 17 e 18 anos, 90% possuíam religião, sendo a maioria católica e evangélica.

Para elaborar as atividades, analisou-se o currículo mínimo proposto para cada ano e foram destacados os conteúdos que permitissem elaborar atividades que propusessem uma associação do conteúdo com a origem e a evolução dos seres vivos. Dessa forma, o pesquisador e as professoras de Biologia destacaram esses conteúdos e os associaram aos processos de transformação dos seres vivos ao longo da história evolutiva, ou seja, a micro e a macroevolução.

Para implementar as atividades foi analisada a realidade do colégio e optou-se por não promover muitas alterações no cronograma de aulas e de avaliação. Isso porque o colégio tinha um calendário de provas previsto para todas as turmas e recuperação de conteúdos ao final de cada bimestre. Sendo assim, optou-se por realizar as atividades após o estudo dos conteúdos que a atividade da sequência didática se relacionava. Os conteúdos e sua sequência já estavam previstos no currículo mínimo.

## 7.1 RESULTADO DAS ATIVIDADES IMPLEMENTADAS NO PRIMEIRO ANO

Foram realizadas cinco atividades no primeiro ano, quatro no segundo e quatro no terceiro anos. Serão apresentadas as atividades, seus objetivos, desenvolvimento e as avaliações propostas.

Quadro 6 Atividade nº 1 - Como surgiu o universo?

|  |   |
|--|---|
| <p>Conteúdos propostos:<br/>- Diferentes explicações para a origem do universo, da Terra e da vida (concepções religiosas, mitológicas e científicas).</p> | <p>Objetivo:<br/>- Diferenciar as diversas explicações para a origem do universo.<br/>- Identificar a explicação científica do Big Bang para a origem do universo.<br/>Atividade avaliativa:<br/>solicitar aos estudantes que respondessem às seguintes questões: “O universo sempre existiu? O que o constitui?”<br/>Conceitos abordados: origem do universo, origem do planeta Terra.</p> |
|--|---|

Fonte: Elaborado pelo autor

Descrição da atividade: houve uma conversa inicial com os estudantes sobre a origem do universo. No início dessa conversa percebeu-se, através das falas dos estudantes, que cerca de metade deles expressaram ideias relacionadas ao criacionismo, cerca de um quarto apresentava dúvidas entre a explicação científica e religiosa, e o restante citava o Big Bang como explicação para origem do universo. Realizou-se um debate que foi muito rico, pois alguns estudantes trouxeram informações sobre astronomia, cosmologia, teoria da relatividade, citando explicações científicas para alguns fenômenos que outros estudantes se mostraram surpresos ao ouvir seus colegas expressarem tais conhecimentos.

Ao finalizar a conversa foi esclarecido que seria exibido um documentário do cientista Marcelo Gleiser sobre a teoria do Big Bang. O documentário encontra-se no endereço: <https://www.youtube.com/watch?v=VWWTN82n30d4>.

Perguntados se conheciam o cientista, a maioria disse que não. Antes de iniciar o documentário, foi apresentada uma pequena biografia do físico e astrônomo, esclarecendo seu trabalho e a importância que ele representa no cenário científico nacional e internacional.

Durante a apresentação do documentário, percebeu-se grande interesse da turma. Após o término do filme foi retomada a conversa com os estudantes. Deu-se sequência as contribuições que alguns já haviam feito, ou seja, criou-se um momento de rico debate científico. Durante esse debate alguns estudantes se mostraram muito interessados e percebeu-se, através do diálogo estabelecido, muitas referências aos conhecimentos, apresentados pelo vídeo.

Quadro 7 Atividade nº2 - De onde veio a vida?

|  |  |
|--|--|
| <p>Conteúdo proposto:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- As diferentes explicações para a origem da vida (mitológicas, religiosas e científicas).</li> <li>-Diferentes processos da origem da vida relacionados a Biologia e a outras ciências.</li> </ul> | <p>Objetivos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Reconhecer explicações mitológicas, religiosas e científicas sobre a origem dos seres vivos.</li> <li>- Descrever o ambiente da Terra primitiva.</li> <li>- Citar as etapas da hipótese da evolução a partir dos elementos químicos até o surgimento do primeiro ser vivo.</li> <li>- Relacionar as transformações ocorridas nos seres vivos ao longo do tempo.</li> </ul> <p>Ao final da atividade foi proposto um exercício com a seguinte questão:<br/>“Como se originou a vida em nosso planeta?”</p> <p>Conceitos abordados:</p> <p>Microevolução: mutação, recombinação gênica, especiação, adaptação.<br/>Macroevolução: transformações dos seres vivos ao longo do tempo, formação da biodiversidade.</p> |
|--|--|

Fonte: Elaborado pelo autor

Descrição da atividade: no primeiro momento abordou-se, de forma dialogada, com os estudantes o tema “origem dos seres vivos”. Inicialmente poucos estudantes expressaram suas ideias, mas com o decorrer da atividade, outros se inseriram e aos poucos grande parte da turma se envolveu na discussão sobre o tema. Ouviam-se muitas referências ao criacionismo, e algumas vezes essas referências eram associadas a ideias com ancoragens científicas, em frases como: “Deus criou os seres vivos a partir do Big Bang, a partir da formação de uma célula, etc.” Pode-se dizer que cerca de 10% dos estudantes expressaram apenas ideias com ancoragem científica.

Após esse rápido debate sobre o tema, iniciou-se a apresentação de PowerPoint (APÊNDICE D), de forma dialogada com a turma. A primeira lâmina fazia referência às diferentes explicações (mitológica, religiosa e científica) para a origem da vida. Nesse momento foi interessante perceber que alguns estudantes que ainda não tinham se manifestado fizeram comentários relacionados principalmente às explicações religiosas e mitológicas, houve poucos comentários sobre as explicações científicas.

Em seguida, as demais lâminas detalhavam a explicação científica da origem da vida a partir da evolução dos elementos químicos, destacando as hipóteses heterotrófica e autotrófica. Durante a apresentação foi destacada, várias vezes, a importância da formação sequenciada de estruturas a partir dos átomos, constituindo as moléculas, o surgimento da célula, a capacidade de reprodução e evolução, originando todos os seres vivos atuais.

Para levar os estudantes a uma reflexão sobre a origem da grande diversidade atual, foram apresentadas ilustrações de diferentes seres vivos, com diferentes formas, dimensões e estruturas. Os estudantes ficaram impressionados com as pequenas dimensões das bactérias e dos vírus e a capacidade de causarem tantas doenças e até matar seres muito maiores e mais

complexos. A todo momento o pesquisador e a professora perguntavam aos estudantes se eles achavam que aqueles seres vivos tão diferentes pudessem ter um “parentesco evolutivo”. A maioria dizia que “não, eram muito diferentes”.

Finalizando a apresentação do PowerPoint, uma ilustração de uma árvore filogenética para que os estudantes identificassem que, mesmo com grandes diferenças atualmente, há uma ancestralidade comum para todos os seres vivos. Nesse momento, os estudantes participaram muito identificando seres que apareciam na árvore filogenética.

Quadro 8 Atividade nº 3 - Causas das diferenças entre os seres vivos.

|   |   |
|---|---|
| <p>Conteúdo proposto</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Mecanismos de transmissão da vida, reconhecendo a relação entre reprodução sexuada, hereditariedade, identidade e diversidade dos seres vivos;</li> <li>- Reprodução celular, diferenciação celular e a transformação do zigoto em adulto.</li> <li>- Reprodução e os mecanismos da diversidade.</li> </ul> | <p>Objetivos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Relacionar processos reprodutivos com a manutenção e a diversificação das espécies;</li> <li>- Associar processos reprodutivos ao surgimento de características diferentes (Reprodução sexuada, mistura de material genético);</li> <li>- Reconhecer na recombinação gênica e na mutação os processos que originam a variabilidade e formação de novas espécies (microevolução);</li> <li>- Identificar os mecanismos que possibilitam a transformação dos seres vivos ao longo do tempo (seleção natural, migração, extinção).</li> </ul> <p>Ao final da atividade foi feito o seguinte questionamento aos estudantes: "Olhando à nossa volta, vemos plantas, passarinhos, macacos, cachorros, os seres humanos etc." Qual é a sua opinião sobre essa grande diversidade da vida e das espécies?"</p> <p>Conceitos abordados:</p> <p>Microevolução: modos de reprodução, especiação, mutação, recombinação gênica, adaptação, seleção natural.</p> <p>Macroevolução: história evolutiva, cladogênese.</p> |
|---|---|

Fonte: Elaborado pelo autor

Descrição da atividade: iniciou-se a atividade através de uma conversa com os estudantes sobre a variabilidade genética, utilizando como referência inicial as diferenças entre irmãos e filhos dos mesmos pais e lançando o questionamento: por que há diferenças entre eles? A partir desses questionamentos houve forte interação com os estudantes, que citaram várias situações que conheciam, onde irmãos eram muito diferentes, como por exemplo, irmãos gêmeos sendo “um branco e outro negro”. Esse caso trouxe muita polêmica, pois muitos estudantes acreditavam que isso era impossível, ou que cada filho seria de um homem diferente.

Esse exemplo foi muito positivo, pois permitiu enriquecer a aula e conduzir a explicação de que os gêmeos podem ser filhos de um mesmo pai, pois os gametas de indivíduo são diferentes, ou seja, não há nenhum gameta igual ao outro. Por isso, todos os irmãos, filhos dos mesmos pais, que não são gêmeos univitelinos, possuem características diferentes e apresentam uma sequência genética diferente. Assim no caso de um casal onde um dos cônjuges é negro e o outro é “branco”, pode nascer gêmeos bivitelinos sendo um “branco” e outro negro.

A partir dessa reflexão, foi explicado aos estudantes que isso ocorre devido à modificação na sequência da molécula do DNA, no momento da formação dos gametas. Chegou-se assim ao tema da atividade: explicar as causas do surgimento de características diferentes entre os indivíduos da mesma espécie e apresentar os mecanismos que possibilitaram o surgimento de tantas espécies diferentes, no decorrer de milhões de anos, formando a biodiversidade atual (APÊNDICE E).

Iniciou-se, então, a atividade com a apresentação de um arquivo PowerPoint. As primeiras lâminas apresentavam imagens e animação sobre os diferentes tipos de divisão celular (mitose e meiose). A animação destacava, durante a meiose, a ocorrência do crossing-over, responsável pela modificação da sequência de genes dos gametas, que promove a diferença entre os indivíduos (variabilidade genética).

Em seguida, foram apresentadas imagens comparativas de reproduções assexuada e sexuada, destacando-se que a reprodução sexuada permite a formação de indivíduos com sequências de genes diferentes, devido ao crossing-over, promovendo a variabilidade entre os indivíduos da mesma espécie.

Foi então apresentada a importância da variabilidade genética, que permite maior possibilidade de manutenção de uma espécie diante dos “desafios” de sobrevivência. Isso foi exemplificado pelo fato de que populações que possuem pouca variabilidade ficam mais sujeitas a doenças, assim um agente patogênico, como um vírus, que é letal para um indivíduo, pode exterminar populações inteiras. Ao contrário, quando se tem grande diversidade, há maior chance de sobrevivência de parte da população. Para ilustrar essa situação foi dado o exemplo dos estudos feitos com as diferentes espécies de bananas, que só realizam reprodução assexuada, por isso a variabilidade genética entre os indivíduos de uma população é pequena. Isso preocupa cientistas que pesquisam esse grupo de seres vivos, pois se surgirem microrganismos que causam doenças de grande letalidade, isso poderá levar a extinção de espécies inteiras.

A seguir, perguntou-se aos estudantes se havia outro mecanismo que pudesse provocar diferenças entre os indivíduos de uma mesma espécie, e alguns citaram a mutação. Foi perguntado então o que eles entendiam por mutação, alguns trouxeram referência de filmes que apresentam mutantes, como “X-Men”. Observou-se nas falas dos estudantes uma ideia de que a mutação gerava apenas aberrações, ou seja, seres monstruosos. Nesse momento, foi explicado que as mutações poderiam, também, causar o surgimento de características positivas e permitir maior adaptabilidade. Discutiu-se que a mutação pode também trazer características que comprometem a adaptabilidade e outras poderiam ser neutras, ou seja: não promover

modificações nas características dos seres vivos. Para ilustrar essa informação, foi exemplificado que as diferentes espécies de bananas surgiram por mutações, pois elas não realizam reproduções sexuadas.

Após esse diálogo foi, então, dado prosseguimento à apresentação das lâminas de PowerPoint com referências ao conceito de mutação. Para melhor compreensão dos processos de transformação, que ocorre entre os seres vivos, foram relacionados os conceitos de micro e macroevolução. Para isso, foram apresentados esquemas com cladogramas que mostravam as diferenciações entre os indivíduos de uma mesma espécie (anagênese) e as diferenciações que levavam à formação de espécies e grupos diferenciados (cladogênese). Sendo o primeiro relacionado à microevolução e o segundo à macroevolução. Houve muita participação dos estudantes fazendo questionamentos sobre essas mudanças, e destacou-se a importância de se considerar a necessidade de um grande período de tempo, para que ocorra principalmente a macroevolução.

Quadro 9 Atividade nº 4 - Evidências da evolução.

|  |  |
|--|--|
| <p>Conteúdo proposto:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Genética, evolução e manutenção da vida na Terra.</li> <li>- A importância da evolução dos seres vivos na promoção de modelos, processos biológicos e organização da taxonomia dos seres vivos;</li> <li>- A filogenia e as relações de parentesco entre os seres vivos.</li> </ul> | <p>Objetivos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Identificar, através da observação de imagens comparativas, estruturas de espécies diferentes que evidenciam a evolução.</li> <li>- Reconhecer a importância do estudo dos fósseis para reconstituir a história evolutiva.</li> <li>- Diferenciar processos de micro e macroevolução;</li> </ul> <p>Após a apresentação desse material foi proposto um exercício sobre os temas apresentados. Nesse exercício foram utilizadas imagens de figuras de órgãos homólogos, análogos, de fósseis e esquemas de cladogramas.</p> <p>Microevolução: especiação, mutação, recombinação gênica, adaptação, dinâmica ambiental, seleção natural e deriva genética.</p> <p>Macroevolução: semelhanças moleculares, celulares, embriológicas, anatômicas, fisiológicas entre seres vivos de diferentes espécies, semelhanças entre fósseis de ancestrais de diferentes grupos de seres vivos.</p> |
|--|--|

Fonte: Elaborado pelo autor

Descrição da atividade: Iniciou-se através de um diálogo com os estudantes sobre as evidências evolutivas e sua importância para a compreensão da história evolutiva dos seres vivos. Abriu-se o diálogo com a seguinte pergunta: “na opinião de vocês, quem são parentes mais próximos: o tubarão e o golfinho, ou o homem e o golfinho?” A maioria dos estudantes respondeu que era o tubarão e o golfinho, pois ambos viviam no mar e, também, tinham formas semelhantes. No entanto, alguns estudantes falaram que era o homem e o golfinho, pois ambos são mamíferos.

Aproveitando essas respostas, o pesquisador e a professora de Biologia lançaram a seguinte pergunta: o que é mais importante do ponto de vista evolutivo: as semelhanças do

corpo dos animais e de seus habitats ou o fato de pertencerem ao mesmo grupo – nesse caso, classe: “mamíferos”.

Esse questionamento gerou muitas discussões entre os estudantes e permitiu a introdução das explicações sobre homologia, analogia, importância dos fósseis e os desafios para remontar à história evolutiva dos seres vivos. Iniciou-se, então, a apresentação dos slides que permitiram identificar, através de pequenos textos e imagens, as explicações sobre os temas propostos. (APÊNDICE F)

Houve destaque para a explicação da importância dos fósseis na reconstituição da história evolutiva (macroevolução) e o surgimento de novas características diferenciadoras que permitem a variabilidade genética, que são consequências da recombinação gênica e mutação.

Na sequência, foram apresentados aos estudantes cladogramas que demonstravam processos da micro e da macroevolução. Nesse momento, os estudantes puderam comparar os dois processos e foi mais uma vez destacado que as mutações e recombinações gênicas são responsáveis pelo surgimento da variabilidade genética.

Durante a apresentação dos cladogramas, os estudantes questionaram tópicos como o tempo necessário para ocorrer essas mudanças e quais seriam possíveis causas de mutação. O pesquisador e a professora esclareceram as dúvidas, e então iniciou-se a atividade. O exercício proposto apresentava questões objetivas com a apresentação de muitas imagens de estruturas homólogas, houve muitas dúvidas dos estudantes principalmente com relação à proposta da montagem de um cladograma que se baseava nas características relacionadas ao grupo dos vertebrados.

Quadro 10 Atividade nº 5 - Darwin em evidência.

|  |  |
|--|--|
| <p>Conteúdos propostos;<br/>- Refletir sobre as teorias evolucionistas e explicações religiosas.</p> | <p>Realização de um júri simulado para julgar as ideias evolucionistas de Darwin.<br/>Objetivos:<br/>- Refletir sobre as ideias evolucionistas e seus impactos na sociedade.<br/>- Identificar as diferenças entre o conhecimento científico e conhecimento religioso.<br/>Constituição do júri:<br/>formaram-se três grupos (dois grupos debatedores e outro responsável pelo veredicto). Um dos grupos debatedores defendeu as ideias evolucionistas e o outro defendeu as ideias criacionistas. O papel do professor foi o de coordenar a prática, delimitando o tempo para cada grupo defender sua tese e atacar a tese defendida pelo grupo oponente.<br/>Conceitos abordados: transformações dos seres vivos ao longo do tempo formação da biodiversidade.<br/>Microevolução: modos de reprodução, especiação, adaptação, dinâmica ambiental, seleção natural.<br/>Macroevolução: semelhanças anatômicas e fisiológicas entre diferentes seres vivos de diferentes espécies.</p> |
|--|--|

Fonte: Elaborado pelo autor

Descrição da atividade: inicialmente foi proposto aos estudantes participar do júri simulado. Os estudantes que se interessaram foram divididos em grupos: um defenderia as propostas de Darwin para explicar a evolução dos seres vivos, o outro questionaria as ideias de Darwin. Cada grupo elegeria um representante para fazer a defesa. Os demais integrantes poderiam auxiliar essa fala. O grupo que daria o veredicto seria escolhido no dia do evento. Foi solicitado aos estudantes que se preparassem com antecedência.

No dia do júri simulado, os estudantes foram deslocados da sala de aula para o auditório. Os dois grupos debatedores se posicionaram um de frente para o outro e o grupo de veredicto ficou em uma posição central. O debate durou cerca de 30 minutos, foi permitida uma fala inicial de defesa de cada grupo de debatedores, que durou cinco minutos. A seguir foram abertas três perguntas para cada grupo. Havia possibilidade de réplica para a resposta de cada uma das perguntas. No final do debate cada defensor teve direito a uma fala final. Após essa fala foi feita a votação.

## 7.2 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS DAS ATIVIDADES IMPLEMENTADAS NO PRIMEIRO ANO

As respostas dadas à questão proposta durante a atividade nº1 foram consideradas representações sociais dos estudantes, e sua análise foi realizada através da metodologia do DSC.

Quadro 11 Discurso do Sujeito Coletivo (DSC) - O universo sempre existiu? O que o constitui? Resposta ao exercício da atividade nº 1

|   |  |
|---|--|
| DSC -1 Discurso de ancoragem religiosa.<br>IC- Deus criou todas as coisas.24%   | Ele nunca existiu antes, Deus criou todas as coisas, ele era vazio e gelado e o universo se formou. Deus falou uma luz foi se criando e, constituindo cada coisa.  |
| DSC -2 Discurso que associa ancoragem científica e religiosa.<br>IC- O universo foi criado através de uma explosão, que Deus criou.8%             | Não, há várias teorias sobre o surgimento do universo, como a teoria divina e a do Big Bang, que é a mais aceita pelos cientistas e fala de uma grande explosão originando astros infinitos existentes no universo, formando as galáxias, os planetas etc. Na minha opinião é que o universo foi criado através de uma explosão que Deus criou.                                    |
| DSC- 3 Discurso de ancoragem científica.<br>IC- O universo se formou através de uma explosão, que originou átomos que existem no universo.<br>59% | Existem várias teorias como a do Big Bang, uma explosão que originou os átomos que existem no universo, ou seja, o universo sempre existiu. Ele é constituído pelas mais variadas formas de matéria e por uma grande variedade de galáxias com nebulosas e por milhares de estrelas, por meteoros, os planetas e seus satélites que depois surgiram dele, talvez sem nenhuma vida. |
| NR 9%   | Não respondeu  |

Fonte: Elaborado pelo autor

Nota-se que, entre os estudantes que apresentam um discurso de ancoragem religiosa (DSC - 1), há uma clara referência a passagens da Bíblia ao analisar o seguinte fragmento: “Deus falou uma luz que foi criando e constituindo cada coisa”. Há expressão dos conhecimentos trazidos de sua cultura religiosa. Um dado relevante é que durante o debate sobre a origem do universo, após a apresentação do filme, foi possível perceber que alguns estudantes expressavam conhecimentos científicos, mas ao mesmo tempo se sentiam muito apegados a explicação religiosa. Certamente, esses estudantes, necessitam de maior tempo para refletirem mais sobre as evidências científicas, para que a plausibilidade do conhecimento científico possa ser considerada, ao expressarem suas respostas.

Os estudantes que expressam o (DSC - 2) demonstram boa compreensão sobre as explicações científicas: “a teoria do Big Bang que é a mais aceita pelos cientistas e fala de uma grande explosão originando astros infinitos existentes no universo, formando as galáxias, os planetas etc.” O destaque dado por esses estudantes “para a explicação mais aceita pelos cientistas” evidencia que eles já consideram a plausibilidade desse conhecimento. No entanto, ainda buscam uma forma de acomodar seus conhecimentos religiosos, que certamente possuem grande valor. Daí, após detalhar a explicação científica, finalizam sua resposta dando a Deus o protagonismo desse fenômeno: “Na minha opinião é que o universo foi criado através de uma explosão que Deus criou.”

Após a citação dos astros que surgiram, há a indicação de que naquele momento não existia vida: “uma grande variedade de galáxias com nebulosas e formadas por milhares de estrelas, por meteoros, os planetas e seus satélites que depois surgiram dele talvez sem nenhuma vida”. Esse destaque indica que há uma compreensão de que os processos foram sequenciais, ou seja, entre a origem do universo e a origem dos seres vivos transcorreu algum tempo.

Outro destaque observado tanto no discurso dos estudantes que expressam o (DSC - 2) quanto o (DSC - 3) é a referência à existência de muitas teorias para explicar a origem do universo. Isso pode ser interpretado como uma possibilidade de distintas explicações para um mesmo fenômeno, o que demonstra um distanciamento de uma verdade única.

Com relação ao (DSC - 3) encontra-se um discurso que faz referências bem completas a teoria do Big Bang: “Existem várias teorias como a do Big Bang, uma explosão que originou os átomos que existem no universo”. Nesse fragmento os estudantes demonstram a compreensão de que a partir da explosão do Big Bang, ocorreu a formação de átomos que hoje constituem o universo. Demonstrando uma ideia de que houve uma expansão do universo após a explosão. Além disso, há citação aos corpos celestes atuais: “Ele é constituído pelas mais variadas formas de matéria e por uma grande variedade de galáxias com nebulosas e por

milhares de estrelas, por meteoros, os planetas e seus satélites.” Esse conjunto de estudantes citam referências bem consolidadas sobre a origem do universo.

A seguir, são apresentadas as análises das respostas dadas à questão proposta no final da atividade nº 2.

Quadro 12 Discurso do Sujeito Coletivo (DSC) - “Como se originou a vida em nosso planeta?” Reposta ao exercício da atividade nº 2

|  |   |
|--|---|
| DSC-1 Discurso com ancoragem religiosa.<br>IC- Deus originou vida em nosso planeta.<br>24% | Existem várias teorias, mas acredito que Deus originou a vida em nosso planeta. Deus criou tudo durante seis dias e no sétimo descansou. Cada ser vivo, cada um com sua característica. O ser humano Ele fez com suas próprias mãos. Do barro ele fez o homem e da costela do homem fez a mulher e então eles deram sequência à vida.   |
| DSC-2 Discurso com associação de ancoragens científicas e religiosas.<br>12%               | Acreditamos que tenha sido Deus, mas com poucas dúvidas pelo que aprendi na sala de aula. Deus fez a maior parte mediante à palavra de ordenança, então as células e moléculas e posteriormente os seres vivos. Religiosamente, Deus, mas nas ciências acho que a hipótese de Oparin e Haldane é mais provável. Das duas uma: ou a vida se formou aqui a partir dos elementos químicos ou a vida veio de Deus.  |
| DSC-3 Discurso que expressa ideia científica<br>59%  | A teoria mais aceita atualmente é a de que após uma grande explosão chamada Big Bang surge o universo. O surgimento da vida possui algumas teorias, por exemplo: uma diz que somos feitos de poeira cósmica (a das estrelas); tem também a teoria que diz que viemos das bactérias, entre outras. A primeira diz que (a vida surgiu) através de uma poeira cósmica, que vem dos meteoros que caíram na Terra com bactérias. A segunda diz que através dos átomos e moléculas ao longo dos anos foram evoluindo e surgiram seres unicelulares como bactérias e microrganismos. Os primeiros seres vivos eram bem simples e foram se tornando o que são hoje, pois foram evoluindo. |
| NR 5%  | -   |

Fonte: Elaborado pelo autor

Assim como nas respostas expressas para explicar a origem do universo, nessa questão relacionada ao surgimento dos seres vivos, 24% dos estudantes mantêm o discurso com ancoragem religiosa (DSC - 1). Trata-se de um conjunto de estudantes que mantêm sua crença religiosa para explicar tanto a origem do universo como a origem dos seres vivos, o que demonstra distanciamento da explicação científica, no entanto, nesse discurso encontra-se o seguinte fragmento: “Existem várias teorias, mas acredito que Deus originou a vida em nosso planeta”, a referência a existência de várias teorias, evidencia que esses estudantes já estão considerando a existência de outras explicações, o que indica a possibilidade de que com mais informações, mais atividades sobre a explicação científica para o tema, possam também considerar a plausibilidade da explicação científica. É importante lembrar que a investigação dos dados socioculturais e religiosos, demonstrou tratar-se de um grupo de adolescentes com forte perfil religioso, onde cerca de 80% afirmaram ter religião e, certamente, o conhecimento religioso no qual estão imersos é significativo para eles.

Esse fato fica mais evidente ao analisarmos o (DSC - 2) que associa a ancoragem religiosa e científica: “Acreditamos que tenha sido Deus, mas com poucas dúvidas pelo que

aprendi na sala de aula. (...) “Religiosamente, Deus, mas nas ciências acho que a hipótese de Oparin e Haldane é mais provável. Das duas uma: ou a vida se formou aqui a partir dos elementos químicos ou a vida veio de Deus”. Aqui os estudantes, mesmo apresentando suas explicações religiosas, apontam claramente uma consideração da plausibilidade da explicação científica para o tema, que já é expressa em suas respostas. Esse grupo de estudantes se mostram abertos a novas explicações e possivelmente, irão considerar cada vez mais a explicação científica, caso a escola continue apresentando a eles as informações científicas sobre esse tema.

Na análise do discurso com ancoragem científica (DSC - 3) percebem-se referências às teorias do Big Bang e, posteriormente, ao surgimento da vida na Terra. Assim parece que há uma sequência de eventos, ou seja: surge o universo, surge o planeta e posteriormente há condições ambientais para o surgimento da vida.

Encontra-se o destaque para duas hipóteses: panspermia e da evolução a partir dos elementos químicos. Ambas foram apresentadas aos estudantes durante a atividade e lembradas nos seus discursos: “O surgimento da vida possui algumas teorias (...). A primeira diz que através de uma poeira cósmica, que vem dos meteoros que caíram na Terra com bactérias. A segunda diz que através dos átomos e moléculas ao longo dos anos foram evoluindo e surgiram seres unicelulares como bactérias e micro-organismos”.

A seguir são apresentados os discursos obtidos a partir das respostas dadas na atividade nº 3.

Quadro 13 Discurso do Sujeito Coletivo (DSC) - Olhando à nossa volta, vemos plantas, passarinhos, macacos, cachorros e os seres humanos etc. Qual é a sua opinião sobre essa grande diversidade da vida e das espécies? Resposta ao exercício da atividade nº 3.

|  |   |
|--|---|
| <p>DSC 1 Associa diversidade a evolução e especiação.<br/>IC – “A diversidade é importante, pois permite diferenças entre os indivíduos e leva à evolução” 79%</p> | <p>A diversidade em nosso planeta gera novas espécies, espécies diferentes, espécies diversificadas. Sem essa diversidade seríamos iguais aos outros e seria horrível, pois é bom ser diferente. Com todos esses animais e espécies diferentes é bonito e essencial para a propagação da vida. Cada coisa se modificou por evolução e a seleção natural, foi melhor para tudo e se não fossem os ancestrais dessas espécies o ser humano nunca existiria.</p> |
| <p>DSC-2 Associa diversidade a variabilidade na mesma espécie.<br/>IC – “A diversidade na mesma espécie diminui riscos de doenças e extinções” 21%</p>             | <p>É importante para o planeta e para as espécies evitar doenças. Para não haver o risco de um vírus não acabar com toda espécie. Isso é bom para a humanidade, porque se fosse tudo igual não seria interessante e, também, existiria grande risco de extinção.</p>  |

Fonte: Elaborado pelo autor

A análise das respostas dadas levou à identificação de duas ideias centrais que permitiram construir dois discursos, que podem até se integrar, mas apresentam focos diferentes. O (DSC - 1) destaca a importância da evolução e da seleção natural para o surgimento da diversidade: “Com todos esses animais e espécies diferentes é bonito e essencial para a propagação da vida. Cada coisa se modificou por evolução e a seleção natural”. Essa

citação evidencia que os estudantes enfocam o processo de transformação dos seres vivos e destacam a seleção natural. Há também uma referência sobre a ancestralidade comum, mesmo que indiretamente: “se não fossem os ancestrais dessas espécies, o ser humano nunca existiria”.

No (DSC – 2), as ideias expressas fazem referência à importância da diversidade na manutenção das espécies, pois permitem maior resistência a doenças, tendo mais chance de sobrevivência: “Para não haver o risco de um vírus não acabar com toda a espécie, (...) porque se fosse tudo igual não seria interessante e também existiria grande risco de extinção.”

A análise dos dois discursos permite identificar que os estudantes destacam a diversidade, isso pode evidenciar que eles compreendem a importância da existência de diferenças entre os indivíduos de uma mesma espécie para a sobrevivência e para a evolução. Pode-se considerar que no DSC - 1, ao focar a diversidade como referência para a evolução e surgimento de novas espécies, os estudantes, de certa forma focam os processos “macroevolutivos”, pois fazem claras referências as transformações. Já no DSC - 2 os estudantes focam mais os processos “microevolutivos”, ao se referirem as características diferentes entre os indivíduos de uma mesma população, no entanto, não fazem citações sobre as causas da variabilidade (mutação e recombinação gênica).

A tabela a seguir apresenta as questões que foram aplicadas após a realização da atividade nº 4. Tratava-se de questões objetivas que foram incluídas na tabela.

Tabela 2 Questões sobre evidências da evolução - Atividade nº 4

| 1º) Comparando um golfinho, um tubarão e um homem, na sua opinião quais têm maior semelhança na forma do corpo? | 2º) Quais órgãos são homólogos (têm a mesma estrutura anatômica e origem embriológica, que indica um parentesco evolutivo) | 3º) Quais órgãos são análogos (têm a mesma função, mas a estrutura anatômica e a origem embriológica são diferentes, não indica parentesco evolutivo). |
|---|--|--|
| a) ( ) homem e golfinho<br>52 %   | a) ( ) nadadeira de golfinho e nadadeira de tubarão 18 %   | a) ( ) nadadeira de golfinho e nadadeira de tubarão 52 %   |
| b) ( ) homem e tubarão<br>4 %   | b) ( ) braço humano e nadadeira de golfinho. 67 %  | b) ( ) braço humano e nadadeira de golfinho. 38 %  |
| c) ( ) golfinho e tubarão<br>44 %   | c) ( ) braço humano e nadadeira de tubarão. 15 %   | c) ( ) braço humano e nadadeira de tubarão. 11 %   |

Fonte: Elaborada pelo autor

Durante a atividade foi apresentado o exemplo comparativo entre o golfinho, o homem e o tubarão, para exemplificar casos de homologia e convergência adaptativa. Nesse aspecto ao considerarmos apenas as características morfológicas do corpo do tubarão e golfinho, encontraremos grandes semelhanças, no entanto, elas não se traduzem em parentesco evolutivo. Trata-se de convergência adaptativa, ou seja, formas do corpo selecionadas devido maior

eficiência em determinado ambiente. Assim, animais aquáticos terão, na sua maioria, um corpo com forma fusiforme.

Por outro lado, ao compararmos a nadadeira do golfinho e o braço humano, embora aparentemente muito diferentes, encontraremos muitas semelhanças anatômicas e embriológicas, o que garante a esses dois grupos de seres vivos parentesco evolutivo próximo (homologia).

A proposta da questão permitiu mostrar que características semelhantes nem sempre estão associadas a parentesco evolutivo. Por outro lado, características diferentes podem guardar aproximações de parentesco evolutivo. Essa referência fica clara ao se analisar a questão nº 2, onde os estudantes, na sua maioria, associam como órgãos homólogos braço humano e nadadeira de golfinho. Por outro lado, 38% dos estudantes indicaram que braço humano e nadadeira de golfinho são análogos. Isso pode demonstrar que os estudantes ainda necessitam de mais informações a respeito das evidências que conferem parentesco evolutivo próximo.

A questão nº 4 solicitava aos estudantes que construíssem um cladograma simples, onde eram apresentadas algumas características de animais vertebrados para serem associadas às classes dos peixes, anfíbios, répteis, aves.

O objetivo foi explorar o elemento temporal durante a história evolutiva dos seres vivos, e a descendência a partir de ancestrais comuns, bem como a apresentação de características exclusivas de cada grupo. Esses entendimentos, certamente colaboram muito para se compreender a história evolutiva dos seres vivos.

4º) No esquema abaixo é apresentado um cladograma com 4 ramos (I, II, III e IV). Observe que o ramo I representa o grupo de animais que surgiu há mais tempo, e o ramo IV, o mais recente.

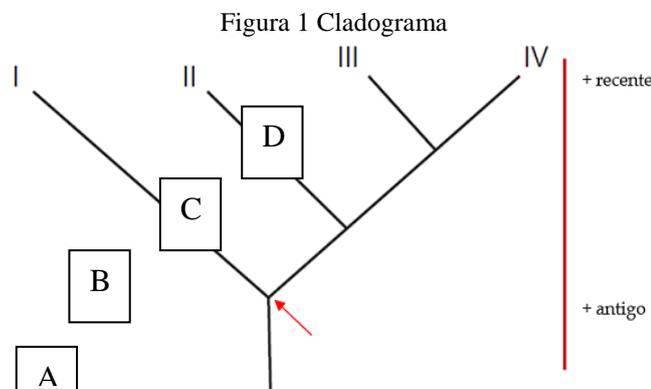


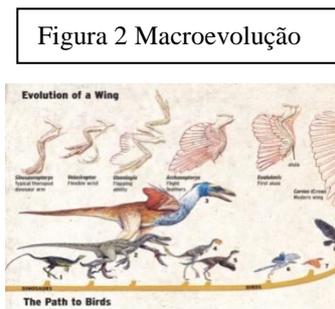
Tabela 3 Características comparativas entre diferentes grupos de animais

| Questão nº 4  | Acertos | Erros |
|---|---------|-------|
| a) Considere as seguintes características: coluna vertebral, respiração pulmonar, presença de penas e pele com queratina. Relacione as características com as letras A, B, C e D. | 63%     | 37%   |
| b) Considerando os seguintes grupos de animais: peixes, anfíbios, répteis e aves, identifique os grupos representados por I, II, III e IV.  | 85%     | 15%   |

Fonte: Elaborada pelo autor

Embora o percentual de acertos tenha sido elevado, houve muita dificuldade para os estudantes entenderem e resolverem essa questão. A professora e o pesquisador tiveram que explicar várias vezes o que significavam as letras e os números do diagrama. Ficou claro que há dificuldades para os estudantes compreenderem os esquemas que apontam ideias filogenéticas para representar a evolução. Isso precisa ser mais trabalhado com os estudantes.

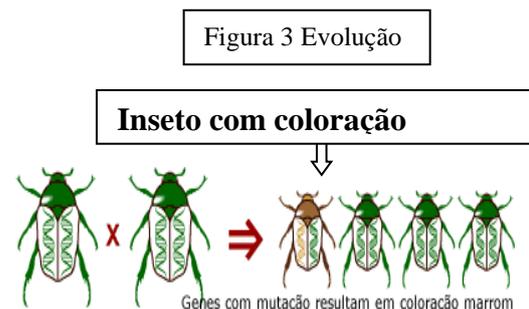
5º) Assinale 1 para o processo de microevolução e 2 para o processo de macroevolução:



( )

Fonte Figura 2: <https://docs.google.com/document/d/1px04dz93FC8kgBGUW1x-KHmdZoVs4CBh37LP6yXzjKA/edit>

Fonte Figura 3: <http://ecologia.ib.usp.br/evosite/evo101/IVBMechanisms.shtml>



( )

Tabela 4 - Reconhecendo micro e macroevolução.

| Assinalaram 1 | Assinalaram 2 |
|---------------|---------------|
| 89%           | 11%           |

Fonte: Elaborada pelo autor

O percentual de acertos sobre as diferenças entre processos micro e macroevolutivos demonstrou-se satisfatório. Isso pode evidenciar que os estudantes conseguiram distingui-los.

Após a realização da atividade houve uma conversa com estudantes sobre a atividade e foi possível identificar em suas falas que era interessante compreender a evolução dos seres vivos, a partir dos processos apresentados. Não houve nenhuma referência a intervenção sobrenatural para explicar a diversidade de seres vivos, as abordagens feitas referiram-se apenas aos processos evolutivos.

Essa atividade permitiu evidenciar que temos tendência natural de associar coisas similares, por isso considerar a possibilidade de parentescos entre espécies com aparências semelhantes é natural, no entanto, quando as características apresentadas são muito diferentes, isso pode parecer muito estranho. Nesse aspecto o enfoque da microevolução e da macroevolução é uma possibilidade para melhor compreensão dos processos evolutivos, que provocaram, muitas vezes, grandes diferenças em grupos de seres vivos com parentescos próximos e grandes similaridades em grupos de seres vivos com parentescos distante.

#### Resultados da atividade nº 5 - Júri simulado

Percebeu-se durante o desenvolvimento do júri simulado que o grupo responsável pela defesa de Darwin não conseguiu se organizar bem e teve problemas para decidir quem seria representante do grupo durante a fala.

Ao iniciar-se a atividade os representantes do grupo que criticou as ideias de Darwin apresentaram mais argumentos e pareciam mais convincentes, pois eram aplaudidos pelos colegas. Isso gerou desconforto ao representante da defesa de Darwin, que acabou não conseguindo apresentar argumentos suficientes para rebater as falas do oponente.

Durante a realização das perguntas ficou bastante evidente que havia um questionamento, pelos críticos de Darwin, sobre as lacunas deixadas em sua teoria, como a falta de explicação para a origem da variabilidade.

Essa foi a questão mais polêmica, e os defensores das ideias de Darwin não conseguiram apresentar argumentos suficientes para demonstrar a natureza do conhecimento científico, que não pretende ser uma verdade absoluta. Por outro lado, os críticos as ideias de Darwin apresentavam falas contidas na bíblia para mostrar que ali se encontravam “resposta” para os questionamentos feitos.

Antes da votação, foi realizada uma fala final para cada “tese” apresentada. Nesse momento o grupo que defendia as ideias evolucionistas de Darwin, solicitou a mudança do seu representante. Após negociações com os representantes do outro grupo, o pedido foi consentido. O novo representante da teoria de Darwin baseou-se em um discurso muito consistente, se utilizando de explicações sobre mutações, diferenças entre indivíduos da mesma espécie e sobre as diferentes características entre o conhecimento científico e religioso. Assim foi possível justificar o grande questionamento sobre as lacunas na teoria proposta por Darwin. A seguir foi feita a fala do representante que defendia a visão religiosa, que manteve a estratégia de contestar o conhecimento científico focando as lacunas da teoria deixada por Darwin. Iniciou-se a

votação e os argumentos representados pelo defensor da teoria de Darwin, foi apoiado por cerca de 80 % dos estudantes.

A atividade foi muito rica, pois permitiu momentos de reflexão tanto da teoria da evolução dos seres vivos como da natureza dos conhecimentos científicos e religiosos.

No primeiro ano a sequência didática ocorreu sem nenhuma alteração do que estava previsto no planejamento. No final do ano de 2017 foi realizada uma avaliação das atividades que será apresentada mais adiante.

### 7.3 ATIVIDADES IMPLEMENTADAS NO SEGUNDO ANO

Quadro 14 Atividade nº 1 - De onde vem a energia utilizada pelos seres vivos?

|  |   |
|--|---|
| <p>Conteúdo proposto</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Os processos de obtenção de energia dos seres vivos, relacionando-os aos ambientes em que vivem.</li> <li>- Respiração aeróbia, anaeróbia, fermentação, fotossíntese e quimiossíntese.</li> <li>- Transformações de energia no metabolismo celular.</li> </ul> | <p>Objetivos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Identificar os processos de produção de energia pelos seres vivos.</li> <li>- Relacionar as transformações ambientais com os processos evolutivos dos seres vivos.</li> </ul> <p>Conceitos abordados:</p> <p>Microevolução: mutação, interação entre seres vivos e ambiente, seleção natural, adaptabilidade.</p> <p>Macroevolução: transformações a nível molecular, celular e dos organismos ao longo da história evolutiva.</p> |
|--|---|

Fonte: Elaborado pelo autor

Descrição da atividade: iniciou-se a atividade através de uma conversa com os estudantes sobre a importância da energia para os seres vivos. Para melhor compreensão do gasto de energia, foram utilizados exemplos de movimentos que fazemos. Explicou-se a transformação da energia química encontrada nas células em energia de movimento (mecânica) quando realizamos movimentos, e em energia térmica quando produzimos calor para manter o corpo aquecido, por exemplo. Então foi feito o seguinte questionamento: qual é a origem dessa energia?

Cerca de 80% dos estudantes responderam que vinha dos alimentos. Em seguida, pesquisador e professora perguntaram: qual é a origem da energia contida nesses alimentos? Essa questão levou os estudantes a identificar que o Sol fornecia essa energia, captada durante a fotossíntese para produzir os alimentos da planta. A partir daí, através da cadeia alimentar essa energia chegava até nós. Conclusão: o Sol nos dá a energia para realizar nosso metabolismo, nossas atividades. Reflexão: vamos utilizar bem essa energia, que nos é gentilmente doada pela nossa estrela-mãe.

A partir dessa reflexão iniciou-se a apresentação de esquemas, figuras e pequenos textos, através de um PowerPoint, que apresentava os fenômenos da fotossíntese, da

quimiossíntese, da fermentação e da respiração aeróbia. Foram exibidas imagens das organelas responsáveis pela fotossíntese e pela respiração aeróbia, esclarecendo a relação entre esses dois fenômenos. (APÊNDICE G)

No segundo momento, foram mostradas as relações entre esses fenômenos e os processos evolutivos. Destacou-se que tais fenômenos liberavam substâncias (gases) para o ambiente. O acúmulo desses gases modificava o ambiente e com o passar de milhares, milhões de anos, eram selecionados indivíduos com características diferenciadas. Assim foi possível surgir seres que realizavam a fotossíntese e a respiração aeróbia, promovendo grandes mudanças na biodiversidade. Cuidou-se de destacar a importância do tempo geológico para compreender essas transformações.

Em seguida, foram apresentadas informações e ilustrações associando os processos metabólicos energéticos dos seres vivos a modificações ambientais, como a liberação do CO<sub>2</sub> produzido na fermentação, que gradativamente foi aumentando seu acúmulo nos ambientes, permitindo a seleção e adaptação de seres vivos com novas características. A atividade nº 1 foi complementada pela atividade nº 2, tendo apenas uma avaliação escrita para ambas, que será apresentada ao final da atividade nº2.

Quadro 15 Atividade nº 2 - Experimento sobre fermentação, respiração aeróbia e fotossíntese

|   |   |
|---|---|
| <p>Conteúdos propostos</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Processos de obtenção de energia dos seres vivos, relacionando-os aos ambientes em que vivem.</li> <li>- Respiração aeróbia, anaeróbia, fermentação, fotossíntese e quimiossíntese como processos do metabolismo celular energético.</li> <li>- transformações dos diferentes tipos de energia no metabolismo celular.</li> </ul> | <p><b>Atividade proposta:</b><br/>Realização de experimentos que demonstrem a produção de gases durante a fotossíntese, a respiração aeróbia e a fermentação.</p> <p><b>Objetivos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Identificar, através da observação de reações químicas, gases produzidos na fermentação, na respiração e na fotossíntese;</li> <li>- Diferenciar os processos de fermentação, respiração e fotossíntese;</li> <li>- Relacionar fermentação, respiração aeróbia e fotossíntese à transformação ambiental e à evolução dos seres vivos;</li> </ul> <p>Foi proposta a seguinte questão: “relacione os microfenômenos da respiração celular e fotossíntese com a mudança dos ambientes da terra e a evolução dos grandes grupos de seres vivos que constituem a biodiversidade atual.”</p> <p><b>Conceitos abordados:</b><br/>Microevolução: mutação, seleção natural e adaptabilidade<br/>Macroevolução: interação entre seres vivos e ambiente ao longo do tempo.</p> |
|---|---|

Fonte: Elaborado pelo autor

Descrição da atividade: os estudantes puderam observar, ao microscópio, os cloroplastos da folha da planta elódea e, também, interagir com dois experimentos, um demonstrando a produção de gás oxigênio a partir da realização da fotossíntese e outro a produção de CO<sub>2</sub> a partir da fermentação. (APÊNDICE H)

A turma foi dividida em grupos com quatro a cinco estudantes. A professora que permaneceu na sala de aula foi liberando um grupo de estudantes de cada vez, que se dirigiu à sala de leitura onde estavam montados os experimentos.

Os grupos eram atendidos pelo pesquisador, que explicava o que estava ocorrendo em cada experimento e auxiliava na observação dos cloroplastos ao microscópio de luz, chamando a atenção para as características dessa organela. Destacava, ainda, a importância de sua função para a manutenção de vida no nosso planeta. Seguem fotos com imagens dos experimentos realizados:



Figura 4 Experimento Fotossíntese



Figura 5 Experimento Fermentação

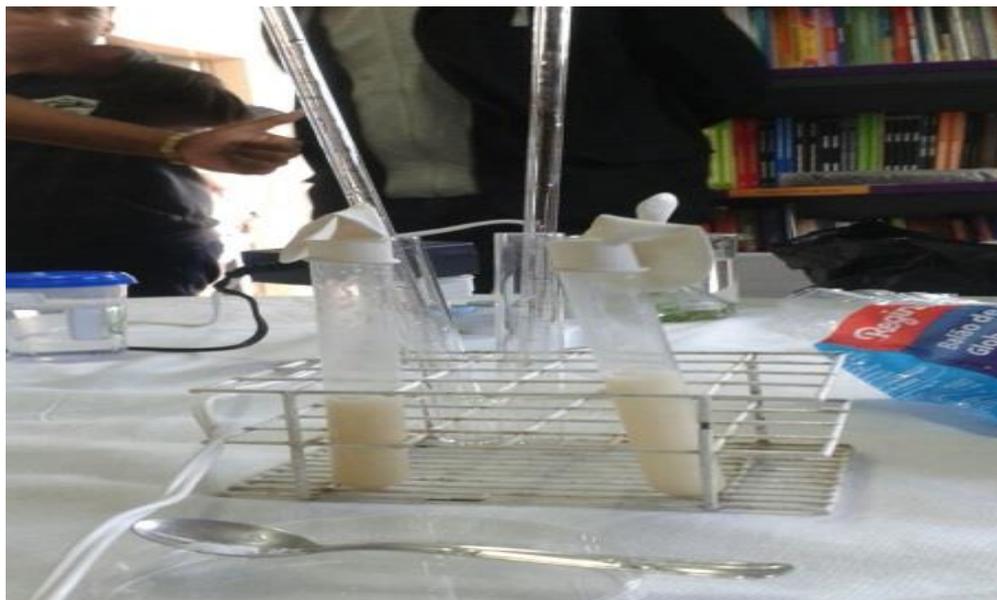


Figura 6 Experimento Fermentação

Grande parte dos estudantes estava fazendo a visualização ao microscópio pela primeira vez. Eles se mostraram muito motivados com a atividade e puderam observar a produção dos gases que alteraram o ambiente durante a história evolutiva, permitindo a seleção de grupos de seres vivos diferenciados. A atividade chamou a atenção de estudantes de outras turmas, que se aproximaram da sala de leitura, onde se encontravam os experimentos e os microscópios. Eles também puderam realizar a observação ao microscópio e receberam as explicações sobre o que estava ocorrendo no experimento.

Quadro 16 Atividade nº 3 - Como as células se diferenciam

|   |   |
|---|---|
| <p>Conteúdo proposto</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Diferentes tipos de células,</li> <li>- Estudo comparativo de tecidos, órgãos e organismos, (desenvolvimento embrionário).</li> <li>- Mecanismos bioquímicos e biofísicos da célula.</li> </ul> | <p>Objetivos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Identificar os diferentes tipos de células.</li> <li>- Reconhecer no desenvolvimento embriológico momentos de diferenciação celular intensos.</li> <li>- Relacionar a diferenciação de tecidos a ação de diferentes tipos de genes.</li> <li>- Relacionar semelhanças entre os tecidos de seres vivos de diferentes espécies (evidências da evolução).</li> </ul> <p>Conceitos abordados:</p> <p>Microevolução: especiação, mutação, recombinação gênica, adaptação.<br/>         Macroevolução : semelhanças moleculares, celulares, embriológicas.</p> |
|---|---|

Fonte: Elaborado pelo autor

Descrição da atividade: iniciou-se perguntando aos estudantes como se explica a existência dos diferentes tipos de células que existem no nosso corpo, considerando-se que fomos formados a partir de uma única célula (a célula-ovo). Essa questão provocou a participação dos estudantes que expressaram suas ideias, dentre as quais se destaca: cada célula

tem um controle diferente, dentro da célula-ovo, existem várias células pequeninas diferenciadas, que se desenvolvem formando as diferentes estruturas.

Aproveitando as ideias trazidas pelos estudantes, iniciou-se a apresentação, de forma dialogada, de uma sequência de slides que apresentava, através de imagens e de pequenos textos, o desenvolvimento embriológico humano. Essa sequência destacava a origem dos seres humanos, a partir de uma única célula. Assim foi possível demonstrar aos estudantes as principais etapas da diferenciação das células e a formação dos diferentes tecidos e órgãos. Foi possível focar a importância da ação dos genes que são acionados de forma diferentes, originando as estruturas distintas de cada órgão.

A partir desse exemplo, identificou-se no desenvolvimento embrionário uma evidência da ação de genes para a constituição de estruturas diferentes, e através do estudo comparativo do desenvolvimento de embriões de espécies diferentes foi possível verificar algumas semelhanças nas diferentes etapas. A atividade 3 foi complementada com a atividade 4. Assim apenas um exercício será apresentado no final da atividade nº 4.

Quadro 17 Atividade nº 4 – desenvolvimento embriológico, mutações e macromutações.

|  |  |
|--|--|
| <p>Conteúdos propostos</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Relacionar mutações de genes hox com formação de características diferenciadas (macromutações).</li> <li>- Identificar nos estudos embriológicos comparativos evidência da evolução dos seres vivos.</li> <li>- Analisar estruturas embriológicas que caracterizam os diferentes grupos de seres vivos.</li> </ul> | <p>Objetivos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Diferenciar mutação e macromutação.</li> <li>- Relacionar o surgimento de novas características a partir dos processos mutagênicos.</li> <li>- Conhecer histórias evolutivas de grupos de seres vivos pertencentes a mesma classe e com grandes diferenças morfológicas. Exemplo: baleia e homem ambos mamíferos.</li> <li>- Identificar a proposta de micro e macroevolução nesses processos de diferenciação.</li> </ul> <p>Conceitos abordados</p> <p>Microevolução: :modos de reprodução, especiação, mutação, recombinação gênica, adaptação, dinâmica ambiental, seleção natural e deriva genética.</p> <p>Macroevolução: semelhanças moleculares, celulares, embriológicas, anatômicas, fisiológicas entre seres vivos de diferentes espécies, semelhanças entre fósseis de ancestrais de diferentes grupos de seres vivos.</p> <p>Questão proposta : Olhando à nossa volta, vemos plantas, passarinhos, macacos, cachorros, os seres humanos, etc. Qual é a sua opinião sobre essa grande diversidade da vida e das espécies?</p> |
|--|--|

Fonte: Elaborado pelo autor

Descrição da atividade: iniciou-se a aula perguntando aos estudantes se eles conheciam os ancestrais da baleia, se sabiam como era a forma do corpo desses animais e onde eles viviam. Os estudantes inicialmente fizeram uma relação entre tubarão, golfinho e baleia, como se houvesse uma escala evolutiva entre esses grupos. Certamente essa referência se baseia na semelhança morfológica e dos diferentes habitats em que esses animais vivem.

A partir dessa consideração iniciou-se a apresentação das imagens, começando por um esquema que apresenta a história evolutiva da baleia. Ao identificarem os ancestrais da baleia como animais de quatro patas e que vivia na terra, os estudantes ficaram surpresos. A partir dessa constatação foram iniciadas as explicações sobre processos mutagênicos, destacando as macromutações, causadas pelos genes *hox*, que permitem a modificação de uma estrutura inteira a partir de mudanças em um único gene.

Durante a explicação alguns estudantes se lembraram dos ancestrais da baleia, e apontaram que essas macromutações poderiam ter favorecido as modificações do animal no decorrer de sua história evolutiva. Então o pesquisador disse que se formos fazer uma comparação entre a nadadeira da baleia e o nosso braço, vamos verificar que ambos possuem a mesma estrutura anatômica (os ossos são os mesmos, mas em tamanhos e organizações diferentes) e apresentam a mesma origem embrionária. Através dos estudos comparativos dos fósseis é possível montarmos algumas histórias evolutivas de grupos de seres vivos contemporâneos. Foi reapresentado, então, aos estudantes, imagens sobre a história evolutiva da baleia, para que fosse possível visualizar as grandes transformações sofridas por esse grupo de seres vivos e destacado pelo pesquisador, a importância do estudo de fósseis, para se compreender principalmente os processos macroevolutivos.

#### 7.4 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS DAS ATIVIDADES REALIZADAS NO SEGUNDO ANO

A realização do experimento e da observação dos cloroplastos ao microscópio causaram muita motivação aos estudantes, tanto os que participavam da sequência didática como os demais que passavam perto da sala de leitura. A todo o momento chegavam grupos de estudantes para visualizar os cloroplastos ao microscópio e, também para ver os experimentos. Era visível a curiosidade e motivação dos estudantes. Em alguns momentos o pesquisador fazia uma demonstração de que o gás produzido durante a fermentação do fungo que ficava dentro da bexiga (figura nº 5) era o  $\text{CO}_2$ . Para isso utilizava o indicador fenolftaleína diluído e misturado em uma solução básica, que provocava o surgimento de uma solução avermelhada. Ao colocar em contato o gás armazenado na bexiga com essa solução, imediatamente ela tornava-se esbranquiçada ou incolor, pois o  $\text{CO}_2$  alterava o pH do meio deixando-o ácido.

Essa mudança de cor repentina chamou muito a atenção dos estudantes, que assistiam essas demonstrações. Percebeu-se que a prática de experimentação e utilização do microscópio durante a atividade promoveu grande motivação aos estudantes. Essa motivação reforça as pesquisas que apontam que as práticas científicas quando inseridas nas escolas, possibilitam

melhor compreensão do ensino de Biologia (FALCÃO et al, 2008; ALMEIDA, 2012, VIEIRA, FALCÃO, 2015).

As atividades nº1 e nº2 foram complementares e após suas finalizações foi proposta uma questão, cujo objetivo era investigar se os estudantes associariam os fenômenos de produção de energia pelos seres vivos, as mudanças ambientais, destacando interferência nos processos evolutivos. O quadro a seguir apresenta os resultados das respostas expressas pelos estudantes.

Quadro 18 Discurso do Sujeito Coletivo (DSC) - Relacione os microfenômenos da respiração celular e fotossíntese com a mudança dos ambientes da Terra e a evolução dos grandes grupos de seres vivos que constituem a biodiversidade atual.

|   |   |
|---|---|
| DSC - 1<br>IC- Os microfenômenos da respiração e fotossíntese colaboraram para mudança ambiental e a evolução dos seres vivos<br>40,0 % | Os organismos vivos não só dependem do ar para sobreviver. A respiração celular e fotossíntese dois microfenômenos que afetam profundamente os ambientes da Terra e da evolução dos grandes grupos de seres vivos. Quando a fotossíntese começou a ser feita forneceu oxigênio, assim ajudando os próximos seres que estavam por vir e se adaptaram no seu habitat no decorrer de milhões de anos e influenciaram profundamente a história evolutiva. Com a respiração celular, começaram a acontecer trocas gasosas e novos gases foram produzidos, assim formando uma nova atmosfera. A fotossíntese servindo de alimento e na liberação de O <sub>2</sub> (oxigênio) modificando a atmosfera na Terra e respiração ajuda na evolução dos seres vivos formando seres mais complexos, diferente da fermentação onde tinha apenas microrganismos. Com o surgimento do oxigênio e dos demais gases foi modificando a atmosfera e foi gerando também mudanças genéticas dos seres possibilitando o uso desse novo gás mais eficiente. |
| DSC - 2<br>IC- Troca gasosa ajuda a sobrevivência 5,0%  | Sim, pois sem o oxigênio não haveria vida na Terra, a troca gasosa ajuda tanto o corpo humano quanto na natureza.   |
| 55,0 %  | Não souberam responder  |

Fonte: Elaborado pelo autor

Chama a atenção o fato de mais da metade da turma não ter respondido a essa questão. Embora os fenômenos tenham sido demonstrados através de experimentos e da visualização dos cloroplastos ao microscópio de luz, além da atividade em sala de aula, onde os estudantes foram convidados a refletir sobre essa questão, com a apresentação de várias imagens e pequenos textos explicativos, percebe-se que a maioria dos estudantes ainda necessita de mais tempo e outras explicações para compreender as questões propostas.

Durante a realização da atividade essa dificuldade foi explicitada, pois muitos estudantes demonstraram dúvidas sobre diferenças básicas entre respiração e fotossíntese e fotossíntese e quimiossíntese. Certamente, fazer a relação desses fenômenos metabólicos com a evolução dos seres vivos tornou-se um grande desafio. Entretanto, alguns discursos apresentaram uma referência clara a essa inter-relação como os citados a seguir: “A partir da fotossíntese surgiu o gás oxigênio, possibilitando a respiração celular e conseqüentemente o surgimento de muitos seres vivos”; “A respiração e a fotossíntese ajudam muito, muito. A fotossíntese servindo de alimento e na liberação de O<sub>2</sub> (oxigênio), modificando a atmosfera na

Terra, e a respiração ajuda na evolução dos seres vivos formando seres mais complexos, diferente da fermentação, quando havia apenas microrganismos”.

A citação da interferência desses fenômenos biológicos no ambiente possibilitando a seleção de características diferenciadas, permite identificar que esse conjunto de estudantes conseguiu associar os processos metabólicos dos seres vivos e o ambiente e vice e versa. Certamente essa associação poderá permitir uma melhor compreensão sobre os processos em que se desenvolveram as histórias evolutivas dos diferentes grupos de seres vivos (macroevolução).

Uma análise final dessas duas atividades permite considerar que a realização da observação das estruturas celulares ao microscópio e a realização dos experimentos foi uma oportunidade muito interessante para os estudantes “vivenciarem” práticas científicas no colégio, onde essa ação não é comum. No entanto, no que se refere aos objetivos relacionados a associação dos processos metabólicos dos seres vivos, interferindo no meio ambiente, praticamente metade da turma não atingiu esse objetivo. Isso evidencia que esse assunto merece maior atenção, pois sua compreensão parece demandar mais tempo de dedicação a sua compreensão.

Quadro 19 nº 3 e nº4. Discurso do Sujeito Coletivo (DSC) Olhando à nossa volta, vemos plantas, passarinhos, macacos, cachorros, os seres humanos, etc. Qual é a sua opinião sobre essa grande diversidade da vida e das espécies?

|  |   |
|--|---|
| DSC - 1<br>IC- Deus criou a biodiversidade 3,0%  | Deus criou tudo   |
| DSC - 2<br>IC - A biodiversidade surgiu através de transformações causadas por mutações. 97,0% | É que a partir de algum animal ou ser vivo houve uma mutação que gerou outras espécies, e em cada espécie ocorreu uma mutação. Durante anos e anos a diversidade da vida foi se desenvolvendo, criando microrganismos. Eles se desenvolveram, têm seus semelhantes parecidos de anos atrás, e com o tempo vão se diferenciando cada vez mais de maneira ecológica, com células importantes para seu crescimento e seu desenvolvimento. É interessante como a diversidade é composta por ancestrais tão diferentes e que a gente nem imagina que poderiam ser da mesma espécie, “família”. Acho que foi em processo evolutivo que separou um ser em várias espécies. A diversidade fala a respeito da variedade de formas vivas que existem no nosso planeta. Diz respeito também à variedade genética encontrada e os ecossistemas que nos rodeiam e cada ser evolui se adaptando ao seu modo de viver. |

Fonte: Elaborado pelo autor

Nos discursos expressos relacionados as atividades 3 e 4, é possível identificar que a grande maioria dos estudantes expressou o discurso que considera a biodiversidade como o resultado da transformação dos seres vivos, ao longo do tempo. Apenas um estudante expressou O (DSC – 1), discurso religioso: “Deus criou tudo”. Esse dado é importante, pois ao que parece, os estudantes ao se referirem a diversidade estão recorrendo mais aos conhecimentos

apresentados pela ciência e não citando os conhecimentos religiosos. Esse é um dado que merece ser melhor investigado.

No (DSC - 2) discurso que contempla apenas ideias científicas são expressas ideias de transformações ocorridas com os seres vivos tanto através dos processos microevolutivos: “É que a partir de algum animal ou ser vivo, houve uma mutação que gerou outras espécies e em cada espécie ocorreu uma mutação.”

Há também referência a história evolutiva (macroevolução) ao serem citados grupos de seres vivos diferenciados: “É interessante como a diversidade é composta por ancestrais tão diferentes e que a gente nem imagina que poderiam ser da mesma espécie, família”.

Esses estudantes, de acordo com o currículo mínimo e confirmado com os depoimentos feitos pelas professoras, durante a fase de diagnóstico dessa pesquisa, já estudaram todos os conteúdos sobre a origem e evolução dos seres vivos no primeiro ano e agora no segundo ano realizaram atividades relacionadas ao tema. Eles permanecem em contato com o tema e isso pode ser um fator relevante, para se obter esse discurso. Destaca-se aí que o tema origem e evolução dos seres vivos sendo revisitado pelos estudantes, permite ampliação da sua compreensão. Certamente merece atenção a necessidade de maior tempo dedicado a explicação sobre as interferências do metabolismo dos seres vivos sobre o ambiente e vice e versa.

## 7.5 ATIVIDADES IMPLEMENTADAS NO TERCEIRO ANO.

Quadro 20 Atividade nº 1 - Explique por que a intervenção do homem no ambiente está sendo comparada por muitos cientistas como as mudanças geológicas sofridas pelo planeta ao longo de sua história.

|   |   |
|---|---|
| <p>Conteúdos propostos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Consequências do avanço tecnológico sobre o ambiente.</li> <li>- Agentes causadores de perturbações ambientais, e seus efeitos.</li> </ul> | <p>Objetivo:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Identificar alterações ambientais decorrentes da ação humana sobre o meio ambiente local, regional e global.</li> <li>- Relacionar os efeitos das alterações ambientais causadas pelo homem com mudanças no ecossistema.</li> </ul> <p>Conceitos abordados:</p> <p>Microevolução: especiação, mutação, recombinação gênica, adaptação, dinâmica ambiental, seleção natural, deriva genética.</p> <p>Macroevolução: intervenção do homem na natureza, alterando a história evolutiva dos seres vivos, extinções.</p> |
|---|---|

Fonte: Elaborado pelo autor

Descrição da atividade: foi apresentado de forma dialogada com os estudantes um powerpoint (APÊNDICE I) com as consequências de algumas ações do homem no ambiente local, destacando fotos, de vários momentos históricos, da cidade onde vivem. As fotos iniciais mostraram imagens de bairros há 50 anos, onde se destacavam os ecossistemas naturais (matas,

pastagens, poucas construções) e a seguir foram apresentadas fotos desses locais atualmente. Ao verem as fotos, os estudantes ficaram bastante impressionados com as grandes mudanças que ocorreram com as paisagens naturais da cidade, em 50 anos.

Por se tratar de uma cidade industrial encontrou-se grande contraste entre as fotos com paisagens antigas e atuais dos bairros da cidade. Após essa introdução foi colocada a seguinte questão: será que essas grandes mudanças trouxeram impactos para os seres vivos desses locais. Os estudantes identificaram vários ambientes destruídos como brejos, matas, riachos, para a instalação da cidade e certamente, também foram destruídas várias espécies de seres vivos que viviam na região.

Após essa introdução foram apresentadas imagens de um grande acidente ambiental que atingiu toda a região onde se localiza a cidade que os estudantes residem. O acidente foi provocado pelo lançamento de pesticida em um afluente do Rio Paraíba do Sul que corta toda a região, causando grande mortandade da comunidade biótica desse ecossistema. Ele aconteceu no ano de 2008 e muitos estudantes não se lembravam do fato. As imagens mostradas causaram muitas surpresas e alguns se manifestaram de forma indignada com relação a grande destruição da comunidade biótica do rio.

Considerando ainda um grande acidente regional foram apresentadas imagens do acidente de Mariana que ocorreu em 05 de novembro de 2015 e que foi comentado pelos estudantes que se lembravam da devastação provocada pelos rejeitos de minérios no Rio Doce, além da destruição de cidades e grande comprometimento econômico, social e cultural da região, principalmente daqueles que dependem da pesca para a sobrevivência.

Com essas questões postas, iniciou-se um diálogo com os estudantes levando a uma reflexão sobre o grande comprometimento trazido por ações humanas que promovem grandes danos ambientais. No caso da construção da cidade, a ocupação do entorno da indústria pelos moradores que hoje sofrem os efeitos da grande poluição causada pela indústria, além da destruição de vários ecossistemas que ali existiam.

No que se refere ao envenenamento da água do rio e do acidente da barragem em Mariana o efeito catastrófico para a comunidade biótica é imenso. A partir dessas análises foram feitas associações de como as ações humanas têm comprometido as populações de seres vivos, muitas vezes causando extinções de populações inteiras. Ao se pensar que muitas espécies são próprias de uma região, essa extinção significa o desaparecimento de uma espécie em um curto espaço de tempo. Foi lembrado aos estudantes que inúmeras espécies de microrganismos, desaparecem, sem sequer serem conhecidas pelos cientistas. Após essa reflexão finalizou-se a

atividade e os estudantes foram convidados a pesquisar algumas espécies de seres vivos ameaçados de extinção atualmente devido a ação do homem.

Quadro 21 Atividade nº 2 - Explique por que a intervenção do homem no ambiente está sendo comparada por muitos cientistas como as mudanças geológicas sofridas pelo planeta ao longo de sua história.

|  |  |
|--|--|
| <p>-Ações humanas que comprometem o ambiente e a evolução natural dos seres vivos.</p> <p>- Ciclos biogeoquímicos, alterações decorrentes de ações antrópicas e suas consequências;</p> <p>- Problemas ambientais.</p> | <p>Objetivo:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Relacionar poluições de efeito global, de ação mutagênica e de grande impacto sobre os ecossistemas.</li> <li>- Identificar ações humanas que interferem no processo evolutivo natural.</li> <li>- Refletir sobre a ação humana interferindo na seleção natural de seres vivos (seleção de microrganismos resistentes a antibióticos, agentes transmissores de doenças resistentes a pesticidas, etc.)</li> </ul> <p>Conceitos abordados:</p> <p>Microevolução: seleção artificial, mutação, deriva genética.</p> <p>Macroevolução : intervenção do homem na natureza, alterando a história evolutiva dos seres vivos., extinções.</p> |
|--|--|

Fonte: Elaborado pelo autor

Descrição da atividade: essa atividade (APÊNDICE J) seguiu a anterior e focou os efeitos globais da ação humana como a poluição dos oceanos e o aquecimento global. Nesse contexto a ação do homem vem trazendo modificações muito profundas ao meio ambiente, modificações essas comparadas a aquelas provocadas pelos grandes acidentes geológicos, responsáveis por grandes mudanças na biodiversidade, como o movimento das placas tectônicas, a erupção de vulcões, maremotos, terremotos, etc. Foi associada a essas questões a ideia do “antropoceno”, que é defendida por alguns cientistas como a nova idade geológica vivida pelo nosso planeta, onde a ação humana tem provocado grandes modificações, alterando assim a história evolutiva natural dos seres vivos.

A seguir foi apresentada, através de imagens e debates, a seleção de bactérias e mosquitos transmissores de doenças resistentes, em consequência do uso exagerado e descontrolado de antibióticos e inseticidas respectivamente. Assim a ação humana altera os processos microevolutivos, alterando rapidamente o pool gênico dessas populações. Foi também apresentada uma reportagem sobre o carangueijo-uça ([g1.globo.com/sp/santos-regiao/noticia/2015/03/poluicao-provoca-o-aparecimento-de-caranguejos-mutantes-no-litoral-de-sp.html](http://g1.globo.com/sp/santos-regiao/noticia/2015/03/poluicao-provoca-o-aparecimento-de-caranguejos-mutantes-no-litoral-de-sp.html)), que vive no litoral de Cubatão-SP e sofreu mutações em decorrência da poluição devido o lançamento de metais pesados naquela região.

Já os efeitos da ação da destruição ambiental de dimensões globais, tem provocado mudanças climáticas e ambientais rápidas. Essas mudanças comprometem várias populações e alguns efeitos já são sentidos por grandes grupos, como as focas, os animais que vivem nas

regiões polares. Nesse sentido pode-se comprometer a sobrevivência de grupos inteiros, comprometendo-se, assim, a macroevolução.

Durante toda a apresentação foi possível perceber que os estudantes se interessaram muito pelos temas discutidos e muitos deles disseram que foi uma novidade a forma como os temas foram tratados e também que não tinham uma exata dimensão das interferências humanas sobre o meio ambiente e os efeitos dessa ação sobre a evolução dos seres vivos. Foi realizado um exercício avaliativo correspondente as atividades nº 1 e nº 2.

Quadro 22 Atividade nº 3 --"Olhando à nossa volta, vemos plantas, passarinhos, macacos, cachorros, os seres humanos e etc" Qual é a sua opinião sobre essa grande diversidade da vida e das espécies?

|   |  |
|---|--|
| <p>Conteúdos propostos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Diferentes grupos funcionais e suas interações na manutenção dos ecossistemas;</li> <li>- Importância do fluxo de energia para a vida, mecanismos de obtenção, transformação e utilização de energia pelos seres vivos.</li> </ul> | <p>Objetivos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Identificar a relação entre cadeias alimentares, processos evolutivos e biodiversidade.</li> <li>-Relacionar as diferentes relações entre os seres vivos e os processos evolutivos.</li> </ul> <p>Conceitos abordados</p> <p>Microevolução: modos de reprodução, especiação, adaptação, dinâmica ambiental, seleção natural e deriva genética;</p> <p>Macroevolução: semelhanças anatômicas, fisiológicas entre seres vivos de diferentes espécies, intervenção do homem na natureza, alterando a história evolutiva dos seres vivos.</p> |
|---|--|

Fonte: Elaborado pelo autor

Descrição da atividade: iniciou-se a atividade com a seguinte questão proposta pelo pesquisador: toda relação entre seres vivos de diferentes espécies é de disputa? Inicialmente grande parte dos estudantes concordou. A ideia do questionamento inicial feito pelo pesquisador e pela professora foi de fato provocar essa concepção que é muito comum e por outro lado ter a possibilidade de destacar relações entre seres da mesma espécie ou de espécie diferentes em que a ação colaborativa é fundamental para o sucesso adaptativo e evolutivo.

Nesse sentido iniciou-se, através de um powerpoint, a apresentação de imagens com exemplos de relações entre seres vivos, tanto desarmônicas, quanto harmônica. Para cada tipo de relação apresentada era associada sua importância para os processos evolutivos. Como exemplo pode-se citar: predatismo (limita a possibilidade de superpopulações que podem comprometer os ecossistemas), canibalismo (também possibilita a sobrevivência dos mais adaptados quando as condições ambientais são adversas), mutualismo (importante relação colaborativa que permite a sobrevivência e adaptação dos indivíduos), protocooperação (associações que garantem maior sucesso adaptativo).

Durante a apresentação das imagens os estudantes foram trazendo contribuições como a existência dos microbacilos na nossa flora intestinal, as bactérias simbióticas, dentre outras. Uma relação importante para a evolução dos seres vivos foi destacada, pelo pesquisador: a

endossimbiose que permitiu a associação entre seres vivos, há milhões de anos, possibilitando a realização de fotossíntese e respiração aeróbia para os seres vivos mais complexos.

Nesse momento foi ilustrado que as mitocôndrias, encontradas nas células humanas, por exemplo, tem DNA mais similar ao das bactérias do que ao DNA do núcleo de nossas células. Só temos mitocôndrias de nossa mãe, pois as dos espermatozoides não entram no óvulo. Os cientistas conseguiram identificar, através de análise comparativa, sequências das diferentes moléculas de DNA das mitocôndrias e a partir dessa evidência foi constituída a história evolutiva da ancestralidade.

Outras questões como camuflagem, mimetismo foram também abordadas como condições que aumentam as chances adaptativas de muitas espécies.

Quadro 23 Atividade nº 4 - "Olhando à nossa volta, vemos plantas, passarinhos, macacos, cachorros, os seres humanos e etc" Qual é a sua opinião sobre essa grande diversidade da vida e das espécies?

|   |  |
|---|--|
| <p>Conteúdos propostos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Conhecer a natureza dos projetos genomas, em especial aqueles existentes no Brasil, e sua importância para o homem e o ambiente.</li> <li>- Identificar as técnicas moleculares de Biotecnologia e seus efeitos sobre a biodiversidade.</li> </ul> | <p>Objetivos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Identificar as diferentes formas de diversidade (genética, de espécies e de ecossistemas).</li> <li>- Reconhecer a importância da diversidade genética para os processos adaptativos.</li> <li>- Relacionar intervenções biotecnológicas a mudanças nos processos microevolutivos.</li> <li>- Associar a importância dos processos micro e macroevolutivos na formação da biodiversidade.</li> </ul> <p>Conceitos abordados: microevolução modos de reprodução, especiação, mutação, recombinação gênica, adaptação, dinâmica ambiental, seleção natural e deriva genética;<br/>macroevolução: semelhanças anatômicas, fisiológicas entre seres vivos de diferentes espécies, intervenção do homem na natureza, alterando a história evolutiva dos seres vivos.</p> |
|---|--|

Fonte: Elaborado pelo autor

Descrição da atividade: iniciou-se essa atividade perguntando aos estudantes o que promovia a grande diversidade de seres vivos. Muitos citaram que eram as características genéticas devido a diferenças no DNA dos diferentes indivíduos. Assim foi possível iniciar a atividade abordando que além das associações entre seres vivos, as diferenças genéticas eram responsáveis por características diferentes, garantindo maior ou menor grau de adaptabilidade.

A partir dessas diferenças genéticas, devido a mutações, recombinações gênicas, deriva genética, ocorria, com o passar de longos períodos de tempo a formação de novas espécies, que iam ocupando os ecossistemas. Assim promovia-se tanto a micro como a macroevolução.

A partir dessa introdução iniciou-se a apresentação de imagens e pequenos textos para explicar esses mecanismos aos estudantes. A todo tempo procurou-se associar as características genéticas as associações entre os seres vivos como imprescindíveis para os processos evolutivos. Abordou-se também as tecnologias atuais que permitem fazer alterações do DNA

de muitos seres vivos (transgenia) e até “criar” seres vivos “artificiais” (Biologia sintética) e as possíveis consequências dessas ações sobre os processos evolutivos naturais. Ao final da atividade os estudantes fizeram um exercício sobre os temas das atividades 3 e 4.

## 7.6 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS DAS ATIVIDADES NO TERCEIRO ANO

Análise das respostas dadas as atividades nº1 e nº2 .

Quadro 24 Discurso do Sujeito Coletivo (DSC) Explique por que a intervenção do homem no ambiente está sendo comparada por muitos cientistas como as mudanças geológicas sofridas pelo planeta ao longo de sua história.

|  |   |
|--|---|
| <p>DSC - 1 Homem destrói o planeta e afeta a evolução dos seres vivos.<br/>IC- A ação humana vem destruindo o planeta e causando grandes transformações e afetando a sobrevivência e evolução dos seres vivos . 95 %</p> | <p>A intervenção do homem no meio ambiente tem causado impactos que as vezes prejudicam os ecossistemas e interferem na evolução de muitos microrganismos. O processo de urbanização acelerada tem causado drásticos danos ambientais e na evolução dos seres vivos. O processo de industrialização que além da destruição está liberando gases prejudiciais ao planeta com a queima do petróleo causando o aquecimento global criando também um buraco na camada de ozônio. A quebra da barreira de Mariana, isso interfere pelo tempo que demora para o rio melhorar outra vez.</p> |
| <p>DSC - 2 As mudanças são naturais.<br/>IC - As mudanças relacionam-se com modificações que ocorrem naturalmente no planeta 5 %</p>   | <p>Pois são coisas que vem acontecendo e de acordo com o tempo sempre vem mudando pois o planeta faz suas próprias coisas.</p>  |

Fonte: Elaborado pelo autor

A maioria absoluta expressa o (DSC - 1) que relaciona a ação do homem com a destruição do ambiente, afetando tanto o equilíbrio da natureza, como os processos evolutivos. Esse aspecto foi identificado no fragmento: “A intervenção do homem no meio ambiente tem causado impactos que as vezes prejudicam os ecossistemas e interferem na evolução de muitos microrganismos.” Os microrganismos ficam mais suscetíveis as grandes mudanças ambientais causadas pelo modelo econômico e tecnológico implementado pelo homem. Assim estamos levando a extinção muitas espécies antes mesmo de conhecê-las.

Há também destaque para as questões mais recentes como o caso de Mariana: “A quebra da barreira de Mariana, isso interfere pelo tempo que demora para o rio melhorar outra vez.” A preocupação temporal para a recuperação do rio, é importante, pois muitas vezes não se mensura o tempo necessário para reestabelecer comunidades bióticas que são comprometidas com a degradação ambiental. No que se refere aos processos evolutivos essa variável ganha destaque, pois os processos de macroevolução demandam um grande período de tempo. Assim extinções significam apagar do ambiente uma história de milhões de anos.

Não faltou também a citação do aquecimento global, talvez um dos efeitos mais danosos sobre a biodiversidade, devido a uma mudança rápida no clima. “O processo de industrialização que além da destruição está liberando gases prejudiciais ao planeta com a queima do petróleo causando o aquecimento global.” Parece que associar os conhecimentos da teoria da evolução

aos conhecimentos da degradação ambiental é uma possibilidade que permite resultados promissores, pois observa-se que os estudantes se mobilizam quando se trata de questões ambientais.

Por isso a degradação ambiental parece ser um grande eixo para se inserir as reflexões sobre o comprometimento da biodiversidade e dos processos evolutivos. Isso poderá dar maior significado a ambos conhecimentos.

Quadro 25 Discurso do Sujeito Coletivo (DSC) - "Olhando à nossa volta, vemos plantas, passarinhos, macacos, cachorros, seres humanos, etc." Qual é a sua opinião sobre essa grande diversidade da vida e das espécies?

|  |   |
|--|---|
| DSC - 01<br>IC - Deus Criou todas as coisas<br>8,0%  | Não consigo olhar em volta sem sentir a glória de Deus e admirar cada parte de sua criação. Deus criou todas as coisas do jeito que tinha que ser e isso é incrível. Tudo que existe é essencial para o nosso planeta um precisando do outro e sem contar que é lindo a diversidade de plantas e animais que temos.   |
| DSC - 02<br>IC - A biodiversidade resulta na interação dos seres vivos e no atendimento das necessidades humanas.<br>81,0% | As espécies são muito importantes no nosso planeta, pois cada um tem a sua forma de ajudar o meio ambiente preservando o que é mais importante na nossa vida. Os seres vivos, dependem um do outro para viver, também é muito importante para o meio ambiente que vivemos. Acho que essa diversidade é fundamental, pois, por exemplo, o Brasil que tem grande variedade em suas espécies e plantações, ela reflete na fauna e na flora. De acordo com as diferentes regiões a espécie humana, depende dessa biodiversidade. Algumas dessas plantas são importantíssimas pois nossa população faz uso para tratar alguns problemas de saúde e para sua sobrevivência por isso ela é tão importante. |
| DSC - 03<br>IC - Homem interferindo na biodiversidade<br>11,0%   | Acho que é muito importante e rica para o nosso meio ambiente, nós seres humanos precisamos conservar o que temos, pois a cada dia que passa, estamos ficando sem um pouco dessa riqueza do nosso planeta Terra, pois muitas espécies estão ameaçadas de extinção. Vivemos no meio de pássaros, macacos, plantas etc. Porque invadimos os habitats desses animais e contribuimos com um grande impacto no meio ambiente que automaticamente atinge os seres vivos provocando extinção, ou seja, essa diversidade que encontramos pode acabar.   |

Fonte: Elaborado pelo autor

Ao analisar os discursos expressos pelos estudantes, nota-se que há três discursos distintos e excludentes. O (DSC - 1) traz referência religiosa para explicar a diversidade, como se observa no seguinte fragmento: "Deus criou todas as coisas do jeito que tinha que ser e isso é incrível." Os estudantes que expressam esse discurso, mesmo após as atividades realizadas, ainda não consideram a plausibilidade das explicações científicas para a origem da diversidade dos seres vivos.

Já os estudantes que expressam o (DSC - 2) apresentam um discurso em que a biodiversidade é destacada em dois aspectos: convivência entre os indivíduos e interações ambientais e a exploração da biodiversidade pelo homem. A dependência entre os seres vivos é evidenciada no seguinte fragmento: "Os seres vivos, dependem um do outro para viver, também é muito importante para o meio ambiente que vivemos." Importante destacar que os estudantes referenciam a dinâmica da relação entre seres vivos e ambiente, no entanto, não citam a origem da diversidade.

Com relação ao destaque dado a intervenção do homem nessa biodiversidade para obtenção de produtos de interesse, pode-se citar o seguinte fragmento: “De acordo com as diferentes regiões a espécie humana depende dessa biodiversidade (...) pois nossa população faz uso para tratar alguns problemas de saúde e para sua sobrevivência. O destaque dado para a biodiversidade atender as demandas humanas, expõe a exploração que o homem faz da natureza alterando os processos naturais para atender suas demandas. No entanto, não há uma complementação crítica dos prejuízos causados tanto a biodiversidade como para a história evolutiva por essas ações.

Já no discurso (DSC - 3) expresso pelos estudantes, percebe-se a preocupação com a biodiversidade e destaca ação depredatória do homem: “nós seres humanos precisamos conservar o que temos pois a cada dia que passa estamos ficando sem um pouco dessa riqueza do nosso planeta Terra, pois muitas espécies estão ameaçadas de extinção.” Há, portanto, dois discursos que chamam a atenção, um coloca o homem como centro do processo, ou seja, uma visão antropocêntrica, o outro traz preocupação da ação predatória. Do ponto de vista evolutivo, a visão antropocêntrica, conforme já foi tratada anteriormente, nos resultados do diagnóstico, é tema que merece atenção, pois resulta em uma condição especial para o homem, inclusive do ponto de vista evolutivo.

Finalizando, os resultados obtidos a partir das atividades desenvolvidas no terceiro ano, evidencia-se que foi pequena a associação dos temas evolução e ecologia. Pode-se justificar esse resultado o fato dos estudantes do terceiro ano terem estudado o tema evolução dos seres vivos há muito tempo, quando cursavam o primeiro ano. Assim como houve um grande período sem reflexão sobre a origem e evolução dos seres vivos, houve dificuldades para estabelecer uma relação mais clara sobre esses dois conhecimentos.

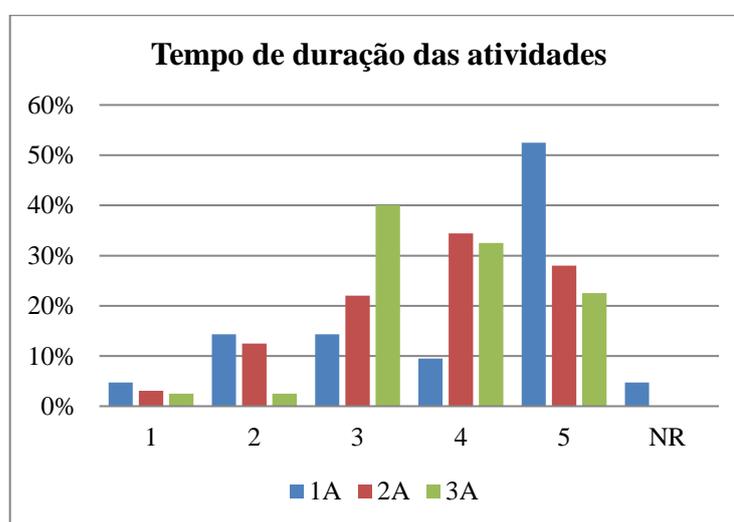
## 8 AVALIAÇÃO FINAL DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA

### 8.1 AVALIAÇÃO DO DESENVOLVIMENTO DAS ATIVIDADES

Essa avaliação foi feita em cada uma das turmas que participou da sequência didática, foram destacados os seguintes itens: tempo de duração das atividades, clareza nas informações dadas, criatividade das atividades, dinâmica das atividades, liberdade para falar, discordar e questionar, coerência entre exercícios finais e atividades anteriores.

Para conhecer o grau de satisfação das atividades realizadas foi apresentada uma relação numérica de 1 a 5, com os seguintes significados: 1 - Insatisfeito, 2 - Pouco Satisfeito, 3 - Indiferente, 4 - Satisfeito e 5 - Muito satisfeito.

O gráfico nº 1 apresenta o resultado da pesquisa para o item tempo de duração das atividades.



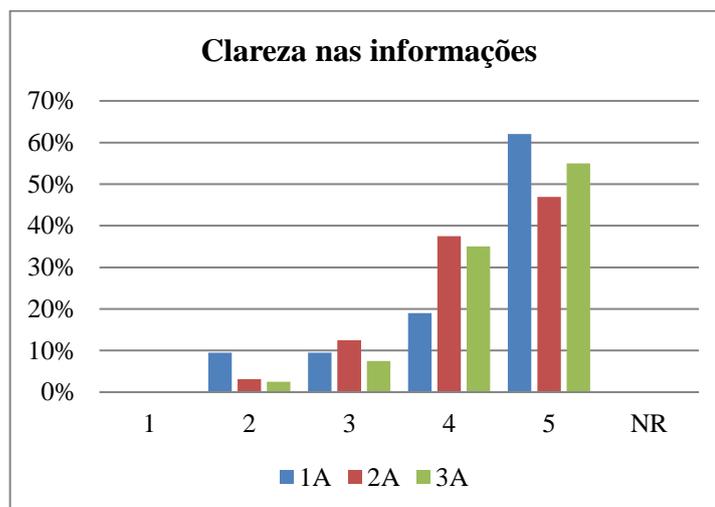
**Gráfico nº 1 – Distribuição dos níveis de satisfação para o item “Tempo de duração das atividades”**

Pelos resultados é possível identificar que as turmas expressam um grau de satisfação variado com relação ao tempo de duração das atividades, com maior frequência entre os níveis de 3 a 5. No primeiro ano há uma maior indicação do grau 5, visto que o valor atingido supera a soma de todos os outros graus. Os resultados para o segundo ano indicam uma predominância do grau 4 e para o terceiro ano o grau 3.

Será necessário rever o tempo de duração das atividades propostas para o terceiro ano, pois foi necessário utilizar mais tempo, além do previsto para a atividade, para que os estudantes respondessem aos exercícios. Certamente esse fato contribui para que grande parte dos estudantes do terceiro ano terem dado o grau 3 para esse item.

No primeiro e no segundo ano isso não ocorreu, por isso, houve maior aprovação do tempo destinado a cada atividade.

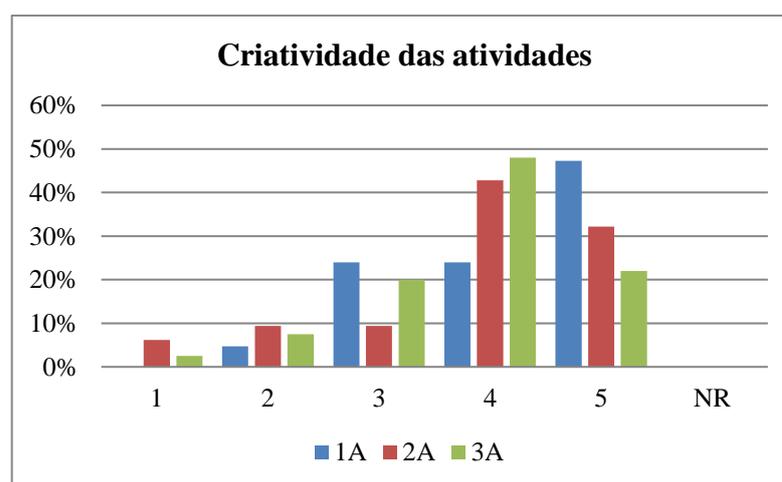
O gráfico nº 2 apresenta o resultado da pesquisa para o item clareza nas informações.



**Gráfico nº 2 – Distribuição dos níveis de satisfação para o item “Clareza nas informações”**

Com relação a clareza nas informações dadas durante as atividades, percebe-se que a maioria dos estudantes, das três turmas indica um grau 5. O somatório dos níveis 4 e 5 nas três turmas estiveram próximos a 90% o que demonstra a predominância da satisfação com o item analisado. Esse resultado mostra que a linguagem utilizada, os textos e as atividades propostas tiveram um entendimento satisfatório.

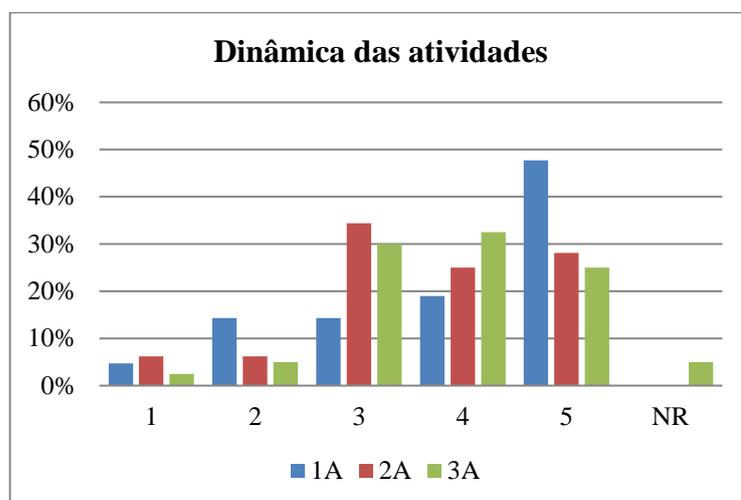
O gráfico nº 3 apresenta o resultado da pesquisa para o item criatividade das atividades.



**Gráfico nº 3 – Distribuição dos níveis de satisfação para o item “Criatividade das atividades**

Com relação à criatividade das atividades os estudantes dos três anos, também indicaram o grau de satisfação entre 4 e 5, com comportamento estatístico diferente para os dois níveis de satisfação. Entretanto, a soma dos dois graus supera 70% indicando uma aprovação nesse critério.

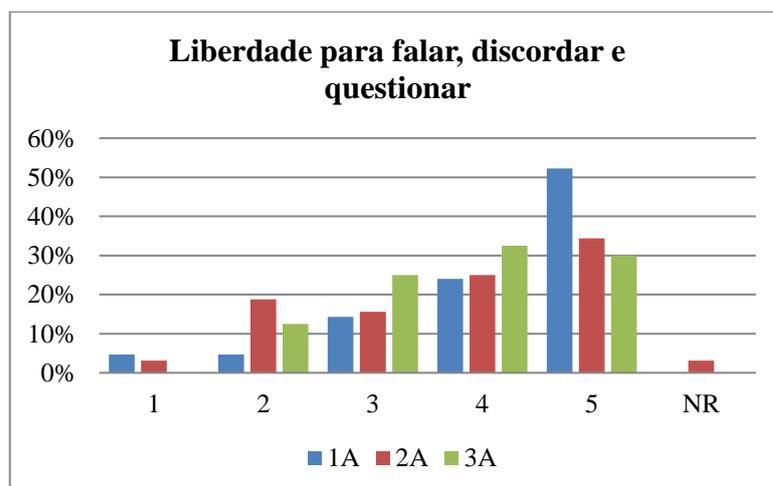
O Gráfico n° 4 apresenta os resultados da pesquisa para o item “Dinâmica das atividades”.



**Gráfico n° 4 – Distribuição dos níveis de satisfação para o item “Dinâmica das atividades”**

Com relação à dinâmica das atividades, a turma do primeiro ano se destaca tendo a maioria indicado o grau 5, isso pode refletir o fato dessa turma ter realizado atividades que envolveram mais os estudantes como o júri simulado. No entanto, para as turmas do segundo e terceiro ano, o grau de satisfação oscila entre os indicadores 3 e 5. Há também necessidade de rever as propostas das atividades do segundo e do terceiro ano, para torná-las mais dinâmicas.

O Gráfico n° 5 apresenta os resultados da pesquisa para o item “Liberdade para falar, discordar e questionar”.

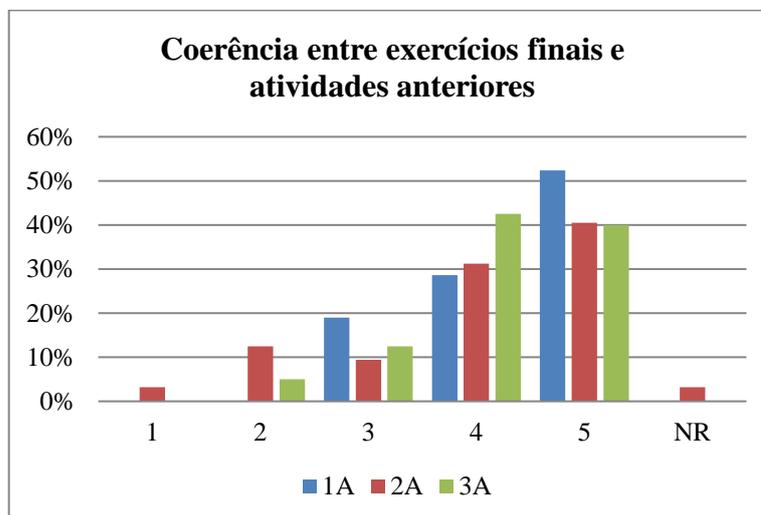


**Gráfico n° 5 – Distribuição dos níveis de satisfação para o item “Liberdade para falar, discordar e questionar”**

Com relação a liberdade para se expressar durante as atividades a turma do primeiro ano se destaca, tendo a maioria indicado o grau 5 de satisfação. Se considerarmos a soma dos graus

4 e 5, 70% consideram-se muito satisfeitos. As turmas do segundo e do terceiro ano, também tem grande concentração entre os indicadores 4 e 5, onde a soma dos dois níveis supera 50%.

O Gráfico nº 6 apresenta os resultados da pesquisa para o item “Coerência entre exercícios finais e atividades anteriores”.



**Gráfico nº 6 – Distribuição dos níveis de satisfação para o item “Coerência entre exercícios finais e atividades anteriores”**

Mais de 70% dos estudantes dos três anos apontaram satisfação entre os níveis 4 e 5, indicando coerência entre os exercícios propostos no final das atividades. Isso indica que as atividades estavam apropriadas às abordagens feitas.

Ao se analisar os dados percebe-se que os estudantes do primeiro ano, mostraram-se mais satisfeitos durante as atividades. Esse dado pode relacionar-se com a idade dos estudantes, pois eram mais novos e também ao fato de que eles estavam estudando a teoria da evolução dos seres vivos no conteúdo das aulas de Biologia, o que pode ter motivado, ainda mais, a realizarem as atividades.

A seguir serão analisadas as questões abertas encontradas na avaliação da sequência didática. Os discursos expressos de cada turma serão comparados ao texto propostos pelo pesquisador e pelas professoras de Biologia. Finalizando, será feita uma análise comparativa entre o discurso das turmas que realizaram a sequência didática e as demais turmas do colégio que não participaram do projeto de curso inovador.

## 8.2 RESULTADO DAS REPRESENTAÇÕES SOCIAIS DOS ESTUDANTES SOBRE O TEMA APÓS A REALIZAÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA.

No questionário havia duas questões discursivas que se relacionavam ao tema investigado, uma fazia referência a origem dos seres vivos, a outra fazia referência a origem da grande diversidade dos seres. Serão apresentados os resultados referentes as essas questões e a seguir será feita uma análise comparativa entre os discursos expressos pelos estudantes e o texto proposto como referência para o tema, elaborado nessa pesquisa. Os resultados serão apresentados separadamente por cada ano.

### a) Primeiro ano

Quadro 26 DSC - Na sua opinião como se explica a origem dos seres vivos em nosso planeta?

|  |  |
|--|--|
| DSC - 1 Discurso com ancoragem religiosa<br>Ideia central: “Deus criou todos os seres vivos de acordo com o que diz o criacionismo<br>42 % | Não tenho uma explicação concreta sobre a origem da vida, mas na minha opinião prefiro acreditar no criacionismo. A partir da permissão e ordem do próprio Deus, logo no primeiro verso da Bíblia, já encontramos “no princípio criou Deus o céu, a terra, Genesis. E então foram surgindo os seres vivos, a vegetação, o homem a imagem e semelhança do próprio Deus (Genesis 1: 26). Eu sei que é difícil acreditar que tudo se fez a partir do nada, apenas com a ordem de Deus, isso prova não só a existência de Deus, mas também sua grandeza e plenitude. Acredito na ciência, reconheço sua importância porem existem coisas que ela não consegue explicar (a criação). Deus é sobrenatural, inexplicável, simplesmente. Não se explica, se crê. |
| DSC - 2 Discurso que associa ancoragens científica e religiosa<br>9.3%   | A origem da vida tem várias formas de se ver. Acho a teoria da evolução muito convincente, mas ainda acredito que Deus criou tudo. Tem gente que acredita no “Big-Bang” e gente que acredita que viemos do macaco e que Deus criou tudo.   |
| DSC - 3 Discurso com ancoragem científica<br>42 %  | Através de uma explosão “Big-Bang”. A teoria da evolução, onde os seres foram se evoluindo das moléculas mais simples, em ambiente ideal houve o grande começo da vida. Foi feito através dos átomos por anos e originando a vida no planeta Terra. A partir de um organismo simples que ao longo dos anos foi se desenvolvendo. A origem da vida veio da reprodução entre os seres. Através de mistura de genes de cada espécie até criar o primeiro ser vivo no planeta Terra. De acordo com o que foi dito em sala nós todos somos parentes do macaco.  |
| 4,7%   | Não sabe/não respondeu.  |

Foram constituídos três discursos distintos e excludentes. Nota-se no discurso com ancoragem religiosa (DSC - 1) há referência ao criacionismo, mas antes é expressa uma dúvida, conforme se constata no fragmento a seguir: “Não tenho uma explicação concreta sobre a origem da vida mas na minha opinião prefiro acreditar no criacionismo.” Isso pode evidenciar que esse conjunto de estudantes está aberto a outras explicações, como pode ser observado também no fragmento seguinte: “Acredito na ciência, reconheço sua importância porem existem coisas que ela não consegue explicar (a criação).”

Com relação ao (DSC - 2), discurso que associa ancoragens científicas e religiosas, há uma referência que merece ser destacada: “Acho a teoria da evolução muito convincente (...) que é seguida pelo seguinte argumento: “(...) mas ainda acredito que Deus criou tudo.” Mesmo

demonstrando que acreditam no criacionismo, esses estudantes expressam a importância da ciência, destacam a teoria da evolução dos seres vivos, isso evidencia que para eles a plausibilidade da explicação científica é considerada.

Há tanto no (DSC - 1) como no (DSC - 2) uma clara tendência de aceitação da ciência como um conhecimento que deve ser valorizado, o que demonstra que esse conjunto de estudantes, tem grandes possibilidades de compatibilizar de forma consensual os conhecimentos científicos e religiosos. Importante destacar que se esses estudantes vivenciarem mais ações voltadas para práticas científicas no cotidiano escolar, tenderão cada vez mais assumir a explicação científica como plausível, pois já se percebe uma valorização desses conhecimentos no discurso expresso, após a realização da sequência didática. Nota-se, também, a explicação religiosa, nos dois discursos, a palavra criação é destacada.

No discurso científico (DSC - 3) são expressos três eventos, que foram destacados na construção do texto de referência e na sequência didática e são importantes para a história da origem e evolução dos seres vivos: a origem do universo, as transformações ocorridas no planeta Terra, e a origem da vida através da evolução dos componentes químicos. Isso pode ser observado ao se comparar os fragmentos do discurso dos estudantes e o texto elaborado como referência ao tema. Discurso dos estudantes: “Através de uma explosão “Big-Bang” (...) onde os seres foram evoluindo das moléculas mais simples, em ambiente ideal, houve o grande começo da vida. Foi feito através dos átomos por anos e originando a vida no planeta Terra.” (...)“Através de mistura de genes de cada espécie até criar o primeiro ser vivo no planeta Terra”. Texto elaborado como referência: “Houve então o “Big-Bang” que foi o início da expansão do universo. Dessa explosão surgiram vários planetas, estrelas, corpos celestes, dentre eles o planeta Terra. Havia, na atmosfera daquela época, vapor de água, metano, amônia, gás carbônico, hidrogênio, que sob a ação das descargas elétricas, provenientes dos relâmpagos intensos, reagiram e formaram aminoácidos. (...). Os aminoácidos também reagiram entre si e deram origem as proteínas, que se associaram e formaram um sistema capaz de fazer trocas com o meio ambiente, posteriormente esse sistema conseguiu se reproduzir, a partir daí surge o primeiro ser vivo (coacervado), que possuía características muito semelhantes as bactérias atuais.

Pode-se considerar que o discurso está totalmente adequado ao que se propôs no texto de referência do domínio da compreensão científica dos estudantes sobre o tema. Mais adiante será feita uma análise final, comparando esses textos aos discursos de ancoragem científica das duas questões analisadas.

A seguir será analisada a questão que se refere a origem da diversidade dos seres vivos.

Quadro 27 DSC - Na sua opinião qual é a origem da grande diversidade de seres vivos encontrada no nosso planeta atualmente? Turma 1 A

|   |  |
|---|--|
| DSC - 1 Discurso com ancoragem religiosa<br>IC - Deus criou todas as coisas. 9,6%   | Acredito na teoria que Deus criou todas as coisas. A princípio Deus criou os céus e a terra e tudo que nela existe. Deus criou os animais, um de cada espécie, também criou o homem e a mulher e fêmeas e machos das raças dos animais para que pudessem procriar.   |
| DSC - 2 Discurso que associa ancoragens científica e religiosa.<br>IC - Deus criou o universo, porém existe um pouco de ciência.<br>14,2 %  | Acredito no criacionismo, Deus criou o universo, porém existe um pouco de ciência foi a evolução devido as condições climáticas e a evolução química e isso aumenta as diversidades.   |
| DSC - 3 Discurso com ancoragem científica<br>IC: Através da evolução química ocorreu a diversidade química de cada ser. E através da genética do DNA formando cada dia um novo ser.<br><br>62,0%. | A grande diversidade dos seres vivos veio da reprodução e da migração dos seres. Aqueles organismos simples foram se desenvolvendo em diferentes habitats dando origem a diferentes espécies e evoluindo por caminhos diferentes, se transformando, ou seja, evoluindo para poderem se apropriar de acordo com as mudanças que ocorrem no ambiente, essas evoluções foram dando origem as diferentes espécies dos seres vivos e então formando a diversidade. Através da evolução química ocorreu a diversidade química de cada ser. E através da genética do DNA formando cada dia um novo ser. A grande diversidade é por conta das espécies e dos gêneros. Concordo com Darwin, apesar de sua teoria ser um pouco incompleta, pois ela não explicava o que causa a variação da população, mas a teoria neodarwinista é sua aprimoração é mais completa, mas há sempre o que melhorar, como a explicação para mutação de DNA. Concordo com a teoria neodarwinista que diz que a mutação e troca genética são as causas das grandes diversidades. |
| 14,2 %  | Não sabe não respondeu   |

Com relação ao (DSC - 1) destaca-se o seguinte fragmento: “Acredito na teoria que Deus criou todas as coisas. A princípio Deus criou os céus e a terra (...) Deus criou os animais, um de cada espécie, também criou o homem e a mulher (...)”. Nota-se também destaque para a palavra criação e a presença de um discurso religioso que não traz nenhuma alusão a ciência. Trata-se de um percentual de 9,6% dos estudantes, que a princípio ainda não consideram a plausibilidade da explicação científica apresentada. Portanto, a elaboração de mais atividades que permitam a reflexão sobre o tema e a natureza dos conhecimentos científicos e religiosos é uma possibilidade que deve ser considerada.

Com relação ao (DSC - 2) há uma clara menção a evolução química e a importância das condições ambientais que influenciam na seleção natural dos seres vivos: “existe um pouco de ciência foi a evolução devido as condições climáticas e a evolução química e isso aumenta as diversidades.” Após essa associação ao discurso religioso há uma referência ao criacionismo: “Acredito no criacionismo, Deus criou o universo.

O (DSC - 3) discurso com ancoragem científica faz referência a conceitos apresentados durante a sequência didática: reprodução, migração, mudanças ambientais, especiação, genes,

mutação e ainda faz comparações entre a teoria de Darwin e o Neodarwinismo. Há portanto um discurso bem completo, onde é possível destacar alguns fragmentos: “A grande diversidade dos seres vivos veio da reprodução e da migração dos seres.”; “(...) evoluindo para poderem se apropriar de acordo com as mudanças que ocorrem no ambiente, essas evoluções foram dando origem as diferentes espécies dos seres vivos e então formando a diversidade.” (...) Através da evolução química ocorreu a diversidade química de cada ser. E através da genética do DNA formando cada dia um novo ser.”; “(...) Concordo com Darwin, apesar de sua teoria ser um pouco incompleta, pois ela não explicava o que causa a variação da população, mas a teoria neodarwinista é sua aprimoração é mais completa.

Em relação ao destaque dado a criação, pode-se dizer que este termo está bastante difundido em contextos culturais diversos, entre eles o do grupo investigado onde se destacam as crenças cristãs. Nesses contextos é recorrente o uso da expressão “criação de Deus” com variados sentidos: desde aquele que afirma a natureza como obra divina até simplesmente como forma de exprimir admiração pela natureza sem necessariamente a ideia de obra divina.

Os jovens estão habituados a repetir tais expressões. Foi observado nesse grupo investigado que embora parte dele se refira a expressão criação divina, se mostram também impactados nos momentos de envolvimento com atividades e práticas científicas. O resultado está nos discursos: mesmo que usem a expressão criação divina, o fazem acompanhadas de reflexões que trazem a explicação científica para suas falas. Há um processo de maturidade em curso. São adolescentes que estão aprendendo a pensar e especialmente aprendendo o que é pensar científico. O que é e como é produzido o conhecimento científico.

Nesse período de desenvolvimento o estudo de ciências no Ensino Médio é significativo, portanto, a importância do investimento da escola na formação dos jovens é grande. O processo de observar, debater, escrever em torno dos fenômenos da vida cientificamente abordados assegurará condições de crescimento e amadurecimento intelectual aos jovens estudantes. Os resultados obtidos, nesse primeiro ano, onde reformulou-se todo um conjunto de atividades na direção de aproximar os estudantes do pensar científico, são promissores.

Importante destacar que o objetivo central da pesquisa foi investigar como a visão científica dos fenômenos da vida se incorporam de forma positiva no imaginário dos estudantes, portanto não se valoriza apenas a resposta “certa” esperada. Para esse objetivo busca-se a identificação das Representações Sociais é apropriada.

## b) Segundo ano

Quadro 28 DSC - Na sua opinião como se explica a origem da vida no nosso planeta? Turma 2 A

|   |  |
|---|--|
| DSC - 1 Discurso com ancoragem religiosa.<br>IC - Deus criou todas as espécies. 44 %  | Eu acredito que Deus deu origem a vida, criou o homem e a mulher e daí eles foram se reproduzindo e planeja tudo. Creio nisso porque acho que as coisas são muito complexas e perfeitas e não poderiam ter surgido por acaso. Acredito no criacionismo, teoria divina de que Deus criou o mundo, as pessoas, os animais, etc.  |
| DSC - 2 Discurso que associa ancoragens científica e religiosa<br>IC - Acreditamos no criacionismo não descartando as teorias científicas. 6,0 %                                    | Acreditamos no criacionismo não descartando as teorias científicas. Deus criou os animais e conforme isso eles foram evoluindo.  |
| DSC - 3 Discurso com ancoragem científica<br>IC - Acredito na teoria do Big Bang com bilhões e bilhões de vida surgindo no planeta a partir do processo de evolução química. 37,0 % | Acredito na teoria do Big Bang com bilhões e bilhões de vida surgindo no planeta a partir do processo de evolução química. Com milhões e milhões de anos acabou surgindo um ponto de vida, micros seres vivos da terra que evolui e foi criando a vida em todo planeta. Acredito que seja uma coisa muito complexa, a vida veio de outro planeta ou alguma coisa que originou um ser e sofreu um processo evolutivo. Através da mutação e com as mudanças no planeta e no clima. Deste primeiro ser vivo, foi aparecendo seres unicelulares, pluricelulares, heterótrofos. |
| 13,0 %  | Não respondeu, não sabe.   |

A análise do (DSC - 1) discurso com ancoragem religiosa demonstra que esse conjunto de estudantes expressa a criação do ser humano, também a crença no criacionismo: “Eu acredito que Deus deu origem a vida, criou o homem e a mulher e daí eles foram se reproduzindo” (...). “Acredito no criacionismo, teoria divina de que Deus criou o mundo, as pessoas, os animais, etc.” Ao mesmo tempo essa afirmação é justificada com a seguinte frase: “Creio nisso porque acho que as coisas são muito complexas e perfeitas e não poderiam ter surgido por acaso.” Há uma referência a explicação científica sobre o surgimento dos seres vivos a partir de fenômenos que ocorreram ao acaso, ou seja, sem um direcionamento de uma força sobrenatural, que embora contestado, é lembrado.

Há, portanto, mais uma vez a necessidade de maior contato com práticas científicas e metodologias de estudo baseadas nessas práticas, tais como as desenvolvidas na sequência didática como realização de experimento, análises comparativas a partir de dados científicos, imagens e esquemas explicativos. Além disso, a realização de mais debates sobre a natureza dos conhecimentos científicos e religiosos.

Com relação ao (DSC - 2) há a referência às teorias científicas associadas ao criacionismo: “Acredito no criacionismo não descartando as teorias científicas. Deus criou os animais e conforme isso eles foram evoluindo.” Para esse conjunto de estudantes a plausibilidade do conhecimento científico também já existe, a promoção de ações com práticas científicas certamente contribuirá para que o discurso caminhe mais na direção da ciência.

Com relação ao (DSC - 3 - discurso com ancoragem científica), o discurso expresso faz referência a origem do universo e da evolução química: “Acredito na teoria do Big Bang com bilhões e bilhões de vida surgindo no planeta a partir do processo de evolução química” (...). Destaca-se o tempo necessário para a evolução: “Com milhões e milhões de anos acabou surgindo um ponto de vida, micros seres vivos da terra que evolui e foi criando a vida em todo planeta.” Finalizando o discurso há referências a mutação e mudanças ambientais como importantes fatores para a evolução: “Através da mutação e com as mudanças no planeta e no clima.” Finalizando é indicada diversificação dos seres vivos: “Deste primeiro ser vivo, foi aparecendo seres unicelulares, pluricelulares, heterótrofos.”

Pode-se considerar que as atividades realizadas durante a sequência didática permitiram a associação dos conhecimentos sobre a origem e evolução dos seres vivos, estudados no primeiro e segundo ano. Nota-se a referência a origem do universo, da evolução química e aos processos que permitem a variabilidade como mutação e mudanças ambientais, que foram trabalhadas durante a sequência didática.

Há portando um indicativo que o tema “origem e evolução dos seres vivos” como tema estruturador permite maior articulação e compreensão dos conhecimentos científicos.

A seguir será analisada a questão referente ao surgimento da biodiversidade

Quadro 29 DSC - Na sua opinião qual é a origem da grande diversidade de seres vivos encontrada no nosso planeta atualmente? Turma 2 A

|   |  |
|---|--|
| DSC - 1 Discurso com ancoragem religiosa<br>IC - Deus criou todas as espécies 22 %  | Acreditamos na bíblia que Deus criou tudo, todos os seres vivos, tudo foi criado e arquitetado por um criador. Tudo foi obra de Deus.  |
| DSC-2 Discurso que associa ancoragens científica e religiosa.<br>IC - Foram criados os seres e aos poucos foram evoluindo e gerando novas espécies, famílias, reinos, etc. 9,0% | Acreditamos no cristianismo não descartando as teorias científicas. Foram criados os seres e aos poucos foram evoluindo e gerando novas espécies, famílias, reinos, etc.   |
| DSC - 3 Discurso com ancoragem científica<br>IC - A diversidade vem através da evolução dos seres vivos um processo evolutivo longo e demorado. 50 %                            | A diversidade vem através da evolução dos seres vivos um processo evolutivo longo e demorado de acordo com as transformações dinâmicas do planeta, da seleção natural e mutação. Fomos moléculas orgânicas e depois as primeiras e mais simples formas de vida. Uma espécie se separou geograficamente e cada um se adaptou no seu ambiente. Eles se originaram há muito tempo. A partir do cruzamento de espécies diferentes umas com as outras e evolução. |
| 19 %  | Não respondeu, não sabe.   |

A adesão dos estudantes do segundo ano ao (DSC - 1) como se observa no seguinte fragmento: “Acreditamos na bíblia que Deus criou tudo, todos os seres vivos, tudo foi criado e

arquitetado por um criador. Tudo foi obra de Deus,” demonstra que as ações promovidas durante a sequência didática, promoveram pouca reflexão desses estudantes sobre a explicação científica para a origem e evolução dos seres vivos. Por outro lado, ao compararmos os resultados de adesão ao (DSC - 1), na questão que se refere a origem dos seres vivos, percebe-se uma diminuição no percentual de estudantes que mantém o discurso religioso ao se expressarem sobre a biodiversidade. Logo a continuidade dessa proposta ao longo do Ensino Médio, poderá possibilitar maior reflexão dos estudantes sobre a explicação científica para o tema.

No discurso expresso no (DSC - 2), há a associação da ancoragem científica e religiosa: “Acreditamos no cristianismo não descartando as teorias científicas. Foram criados os seres vivos e aos poucos foram evoluindo e gerando novas espécies, famílias, reinos, etc.” Mesmo destacando a referência ao cristianismo, há destaque para a evolução e os grupos de seres vivos.

O (DSC - 3) faz referências aos processos macroevolutivos destacando o tempo e as transformações dinâmicas do planeta: “A diversidade vem através da evolução dos seres vivos um processo evolutivo longo e demorado”. Há também destaque para a microevolução: “de acordo com as transformações dinâmicas do planeta, da seleção natural e mutação” e, também ao isolamento geográfico: “Uma espécie se separou geograficamente e cada um se adaptou no seu ambiente.” Nota-se a presença, na resposta dada pelos estudantes, dos conceitos abordados durante a sequência didática e que se referem aos processos da micro e macroevolução.

### c) Terceiro ano

Quadro 30 DSC - Na sua opinião como se explica a origem da vida no nosso planeta? Turma 3 A

|  |  |
|--|--|
| <p>DSC -1 Discurso de ancoragem religiosa.<br/>IC - Deus criou os céus e a Terra e tudo quando o que neles há, também criou os seres vivos.<br/>58,0 %</p>       | <p>Deus criou os céus e a Terra e tudo quando o que há neles, também criou os seres vivos. A origem da vida não se explica e se deve a Deus e somente Deus explica a origem da vida. Deus e suas criações inesperadas e cada vez mais lindas de acordo com o que relata na bíblia sagrada cristã. Deus foi o início de tudo, criou todo universo, a vida os seres vivos, plantas, mares, o ar que respiramos, etc. Acreditamos no criacionismo, criado pelo Deus senhor Jesus todas as coisas acima da terra e abaixo do céu, pois ninguém explica Deus.</p> |
| <p>DSC - 2 Discurso que associa ancoragem científica e religiosa.<br/>IC - A partir do Big Bang e das teorias da ciência, mas com o auxílio de Deus.<br/>15%</p> | <p>Para mim ciência e a teoria bíblica são um complemento, o ser divino Deus criou o Big Bang. Acredito no Big Bang , pois para mim não foi uma explosão por acaso tem uma mão divina. A partir do Big Bang e das teorias da ciência, mas com o auxílio de Deus, temos questionado a ciência, pois não podemos nascer e crescer sozinhos sem a maternidade como exemplo, poderemos citar a situação da fauna, sem sua mãe ao seu lado a sua sobrevivência, é muito improvável evoluir com o ser humano através da evolução com pesquisa e etc.</p>           |

|   |  |
|---|--|
| DSC - 3 Discurso de ancoragem científica<br>IC - A origem do nosso planeta foi possível através da explosão do Big Bang. A origem da vida ocorreu de forma natural pela evolução das espécies<br>13 % | A origem do nosso planeta foi possível através da explosão do Big Bang. A origem da vida ocorreu de forma natural pela evolução das espécies. A origem da vida a partir dos primeiros microrganismos no planeta. |
| 15%   | Não sabe, não respondeu.   |

Mais da metade da turma expressa o (DSC - 1) e reafirma que Deus criou tudo: “Deus criou os céus e a Terra e tudo quando o que há neles, também criou os seres vivos”. Esses estudantes estão finalizando o Ensino Médio e ao serem convidados a falar sobre a origem e evolução dos seres vivos não expressam os conhecimentos científicos que explicam esse fenômeno. Em certa medida o pouco tempo destinado as atividades, não foi suficiente para promover maior reflexão sobre as explicações científicas e a aceitação da sua plausibilidade, por outro lado, trata-se de um conjunto de estudantes religiosos e que convivem tanto com formação como práticas religiosas, durante toda a sua vida. Daí ser natural que esses conhecimentos prevalecerem ao serem convidados a se expressarem sobre a origem dos seres vivos. A falta de desenvolvimento de ações pedagógicas baseadas em práticas científicas durante as aulas de Biologia, a precariedade das condições de ensino do colégio relacionado à infraestrutura e a não utilização do tema origem e evolução dos seres vivos como estruturador dos conteúdos de Biologia ao longo do Ensino Médio são fatores que devem ser considerados.

Com relação ao (DSC - 2) fica evidente o trânsito entre os conhecimentos científicos e religiosos, tratados hora como complemento e hora através de questionamentos: “Para mim ciência e a teoria bíblica são um complemento” (...). A partir do Big Bang e das teorias da ciência, mas com o auxílio de Deus, temos questionado a ciência (...). Nesse caso já há a consideração da plausibilidade da explicação científica, já surgem reflexões sobre o conhecimento apresentado pela ciência e uma forma de acomodá-lo sem comprometer os conhecimentos religiosos que possuem. A manutenção do convívio com os princípios científicos, suas práticas e produções, poderão permitir a esse conjunto de estudantes maior compreensão sobre as diferentes naturezas do conhecimento científico e religioso, promovendo uma convivência natural entre esses dois tipos de conhecimentos.

No (DSC - 3) de forma simplificada há referência ao surgimento do universo, ao surgimento da vida, ao “acaso” ao se referir de forma natural, e a referência aos primeiros seres vivos: “A origem do nosso planeta foi possível através da explosão do Big- Bang. A origem

da vida ocorreu de forma natural pela evolução das espécies. A origem da vida a partir dos primeiros microrganismos no planeta.”

Um dos objetivos da sequência didática foi associar a evolução dos seres vivos às interferências humanas, parece não ter sido expressado nas respostas dadas. Havia uma proposta para levar os estudantes ao Museu do Amanhã (RJ), como forma de promover uma maior reflexão sobre essa questão, mas devido à falta de recursos financeiros, não foi possível realizar essa ação. Há de se considerar que esses estudantes estão imersos em condições de ensino precárias, em que as práticas científicas não são adotadas, dessa forma pode ter faltado tempo para que pudessem considerar os conhecimentos apresentados relacionados a ação humana sobre a evolução dos seres vivos.

Quadro 31 DSC - Na sua opinião qual é a origem da grande diversidade de seres vivos encontrada no nosso planeta atualmente? Turma 3 A

|   |  |
|---|--|
| <p>DSC - 1 Discurso de ancoragem científica.<br/>IC - A grande diversidade se dá pela inteligência de Deus que fez todas as maravilhas do mundo para que o planeta estivesse em equilíbrio, para vivermos bem. 27,0 %</p>             | <p>Temos um grande questionamento a ciência em relação as nossas origens, não conseguimos ver coerência em seus estudos. Deus criou tudo que está a volta a origem se relaciona a isso. A grande diversidade se dá pela inteligência de Deus que fez todas as maravilhas do mundo para que o planeta estivesse em equilíbrio, para vivermos bem e assim glorificar o seu nome pelas maravilhas que ele nos concedeu. Deus é perfeito e faz coisas perfeitas e toda e qualquer origem condiz com a criação de Deus, existe essa grande diversidade pelo fato de que Deus criou tudo isso e daí foram se generalizando. De acordo com o que relata na bíblia sagrada cristã. Deus quando fez Adão criou Eva e ordenou que eles enchessem a Terra.</p>  |
| <p>DSC - 2 Discurso que associa ancoragem científica e religiosa.<br/>IC - Foi criada a partir da diversidade Deus criou e aos poucos os homens foram alterando para mudar a evolução. 8,0 %</p>                                      | <p>Foi criada a partir da diversidade Deus criou e aos poucos os homens foram alterando para mudar a evolução e com o tempo as misturas foram sendo realizadas assim criando muitas diversidades. Além das grandes mudanças atualmente, isso acontece por causa de Deus.</p>   |
| <p>DSC - 3 Discurso de ancoragem científica.<br/>IC - Evolução adaptativa com o passar dos anos os seres vivos foram evoluindo e assim teve o surgimento de novas espécies com a seleção natural e a evolução dos animais. 45,0 %</p> | <p>Evolução adaptativa com o passar dos anos os seres vivos foram evoluindo e assim teve o surgimento de novas espécies com a seleção natural e a evolução dos animais, de acordo com o ambiente em que estavam inseridos. Evolução e adaptação a diferentes territórios, ocasionando diferentes tipos de seres regionais, mas que vieram de um ancestral comum. A evolução, a mudança dos ecossistemas e a diversidade de lugares. A diversidade é a mistura das espécies cruzamento de várias espécies com evolução. Atualmente a ciência e a tecnologia estão avançadas, com conhecimentos gerais de cada um, os seres humanos ampliaram nossa diversidade, através da ciência e da evolução. A necessidade de evolução faz com que as espécies, evolua e se modifiquem e criassem essa grande diversidade.</p> |
| <p>20,0 %</p>   | <p>Não sabe, não respondeu</p>   |

No (DSC - 1) discursos com ancoragem religiosa os estudantes também fazem referência aos conhecimentos científicos: “Temos um grande questionamento a ciência em relação as nossas origens, não conseguimos ver coerência em seus estudos”. O questionamento

da coerência, dos estudos científicos, pode estar relacionado ao fato de algumas vezes existirem várias hipóteses explicativas para um mesmo fenômeno, como a origem da vida. Nesse sentido a opção pela explicação religiosa possibilita o encontro de uma resposta única e “verdadeira”. Nesse aspecto a discussão durante o Ensino Médio sobre a natureza dos conhecimentos científicos e religiosos é fundamental. A compreensão de como se dá os processos científicos, a elaboração de hipóteses, a empiria, enfim a aproximação dos estudantes das práticas científicas, surge como uma possibilidade para melhor compreensão da natureza da ciência.

No DSC - 2 discurso que associa ancoragem científica e religiosa, há destaque para ação do homem nos processos evolutivos, no entanto, a criação da biodiversidade é dada a Deus : “Foi criada a partir da diversidade Deus criou e aos poucos os homens foram alterando para mudar a evolução e com o tempo as misturas foram sendo realizadas assim criando muitas diversidades. Além das grandes mudanças atualmente, isso acontece por causa de Deus”.

No (DSC – 3) há destaques para conceitos como seleção natural: “o surgimento de novas espécies com a seleção natural e a evolução dos animais”, ancestralidade comum, mudanças ambientais: “(...) de acordo com o ambiente em que estavam inseridos. Evolução e adaptação a diferentes territórios, ocasionando diferentes tipos de seres regionais, mas que vieram de um ancestral comum.”

Com relação as interferências do homem no processo evolutivo, pode-se citar o seguinte fragmento: “Atualmente a ciência e a tecnologia estão avançadas, com conhecimentos gerais de cada um, os seres humanos ampliaram nossa diversidade, através da ciência e da evolução.” Considerando-se a proposta das atividades da sequência didática de levar a uma reflexão sobre a influência do homem nos processos evolutivos, há apenas a citação de ampliação da diversidade, não há referência aos prejuízos como extinções, comprometimentos de ecossistemas, devido a danos ambientais causados pelo homem. Conforme já citado anteriormente a não realização da visita ao Museu do Amanhã (RJ) pode ter comprometido uma maior reflexão sobre o tema.

Nos discursos expressos pelas três turmas, há um dado que chama a atenção: a resposta dada as duas questões analisadas sobre origem dos seres vivos e origem da diversidade. Essas questões foram respondidas em sequência e as respostas encontradas, demonstram que a se expressarem sobre a diversidade dos seres vivos, os discursos dos estudantes trazem mais informações, articulam melhor os conceitos estruturantes da teoria da evolução dos seres vivos, podendo ser considerados mais completos.

Esse fato pode refletir que os estudantes ao expressarem seus conhecimentos sobre a diversidade, não fazem uma relação com seus conhecimentos religiosos, pois ao que parece a

ideia de “biodiversidade” está ancorada aos conhecimentos científicos, assim as expressões levadas pelo aprendizado da ciência, são lembradas.

No que se refere a biodiversidade um documentário elaborado como parte do projeto de pesquisa apoiado pela UFRJ/CNPq: o ensino da origem da vida e evolução biológica (Eliane Brígida Morais), propôs uma conversa sobre o tema com estudantes da terceira série de nove colégios com contextos socioeconômicos distintos (públicos e privados) da zona sul e zona norte da cidade do Rio de Janeiro. Em grupos separados, 5 a 6 estudantes de cada colégio, uma única pergunta foi feita a eles: “o que vocês pensam sobre a diversidade da vida, diversidade das espécies?” Os estudantes não se limitaram às questões da diversidade da vida tratadas na Biologia: a elas, espontaneamente, juntaram reflexões feitas a partir de experiências pessoais e escolares. (FALCÃO, 2016)

Nota-se que quando os estudantes se expressam sobre a diversidade da vida (biodiversidade) parece que se sentem mais à vontade para expressarem suas ideias a respeito da origem e evolução dos seres vivos.

### 8.3 ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE DISCURSOS DE ANCORAGEM CIENTÍFICA EXPRESSOS PELOS ESTUDANTES E O TEXTO DE REFERÊNCIA DE DOMÍNIO DA COMPREENSÃO CIENTÍFICA SOBRE O TEMA.

A seguir será feita a análise comparativa entre o (DSC - 3) e o discurso de ancoragem científica exposto pelos estudantes e o texto propostos como referência de domínio da compreensão científica dos estudantes sobre o tema elaborado pelas professoras de Biologia e o pesquisador. Serão considerados os discursos de ancoragem científica, expressos pelos estudantes, referentes as respostas dadas tanto para a questão sobre origem dos seres vivos como para origem da diversidade. Optou-se por essa associação, por se considerar, que pretende-se analisar as representações sociais dos estudantes, logo os conhecimentos transitam nas duas respostas dadas.

Quadro nº 32 Comparação entre o Discurso com ancoragem científica e o texto proposto como referência de domínio da compreensão científica sobre o tema. Turma 1 A

| Discurso dos estudantes   | Texto proposto  |
|---|---|
| Através de uma explosão “Big Bang”. A teoria da evolução, onde os seres foram se evoluindo das moléculas mais simples, em ambiente ideal houve o grande começo da vida. Foi feito através dos átomos por anos e originando a vida no planeta Terra. A partir de um organismo simples que ao | “Segundo a explicação científica, no início de tudo, toda a matéria do universo estava compactada em um único ponto que concentrava muita energia. Houve então o “Big Bang” que foi o início da expansão do universo. Dessa explosão surgiram vários planetas, estrelas, corpos |

|   |   |
|---|---|
| <p>longo dos anos foi se desenvolvendo. A origem da vida veio da reprodução entre os seres. Através de mistura de genes de cada espécie até criar o primeiro ser vivo no planeta Terra. A grande diversidade dos seres vivos veio da reprodução e da migração dos seres. Aqueles organismos simples foram se desenvolvendo em diferentes habitats dando origem a diferentes espécies e evoluindo por caminhos diferentes, se transformando, ou seja, evoluindo para poderem se apropriar de acordo com as mudanças que ocorrem no ambiente, essas evoluções foram dando origem as diferentes espécies dos seres vivos e então formando a diversidade. Através da evolução química, diversidade química de cada ser. E através da genética do DNA formando cada dia um novo ser. A grande diversidade é por conta das espécies e dos gêneros. Concordamos com Darwin, apesar de sua teoria ser um pouco incompleta, pois ela não explicava o que causa a variação da população, mas a teoria neodarwinista é sua aprimoração é mais completa, mas há sempre o que melhorar, como a explicação para mutação de DNA. Concordo com a teoria neodarwinista que diz que a mutação e troca genética são as causas das grandes diversidades. De acordo com o que foi dito em sala nós todos somos parentes do macaco.</p> | <p>celestes, dentre eles o planeta Terra. Havia, na atmosfera daquela época, vapor de água, metano, amônia, gás carbônico, hidrogênio, que sob a ação das descargas elétricas, provenientes dos relâmpagos intensos, reagiram e formaram aminoácidos. Foi possível demonstrar em laboratório a formação de aminoácido, utilizando as condições ambientais da Terra primitiva e isso é uma importante evidência científica. Os aminoácidos também reagiram entre si e deram origem as proteínas, que se associaram e formaram um sistema capaz de fazer trocas com o meio ambiente (coacervado), posteriormente esse sistema conseguiu se reproduzir, a partir daí surge o primeiro ser vivo que possuía características muito semelhantes as bactérias atuais. A partir de reproduções, mudanças ambientais, migrações, ao longo de milhões de anos, os seres vivos foram evoluindo até formar toda diversidade atual. A reprodução foi possível graças ao surgimento de molécula replicadora, possivelmente o DNA. Hoje todos seres vivos possuem o DNA e os cientistas, ao estudarem essa molécula identificaram que ela é responsável pela variabilidade entre os indivíduos de uma mesma espécie, bem como as diferenças entre indivíduos de espécies diferentes.</p> <p>Darwin elaborou a teoria que explicou como surgiam as espécies diferentes a partir das diferenças entre indivíduos da mesma espécie. Quando ele fez essa afirmação ainda não se conheciam a explicação para o surgimento das diferenças entre os seres vivos. Hoje sabemos que elas ocorrem devido ao crossing-over ou permutação e as mutações, que provoca alterações na sequência dos genes ao longo da molécula de DNA. Essas alterações sujeitas a seleção natural, em um ambiente altamente dinâmico promoveu ao longo da história evolutiva o surgimento de toda essa biodiversidade atual. A explicação da origem da diversidade (mutação e recombinação gênica) foi associada a hipótese de Darwin constituindo a teoria do Neodarwinismo.”</p> |
|---|---|

O discurso dos estudantes do primeiro está muito adequado ao texto proposto. Há referências aos fenômenos da origem do universo, origem do planeta Terra, origem do primeiro ser vivo. A seguir vem os processos de transformação dos seres vivos, destacando a mutação, diferenças genéticas, importância da migração, também é feita referência a evolução química, ao processo de adaptação em diferentes habitats, as teorias de Darwin e o Neodarwinismo, destacando-se suas diferenças.

Isso demonstra que as atividades propostas na sequência didática permitiram aos estudantes a expressão de um discurso consistente com referências aos conceitos que foram destacados no texto proposto. No que se refere ao primeiro ano, a sequência didática promoveu uma ampliação do estudo do tema. Essa ampliação deveu-se a utilização da origem e evolução dos seres vivos como tema estruturador da Biologia o que permitiu aos estudantes, através das

atividades, também vivenciar algumas metodologias das práticas científicas o que foi decisivo para essa ampliação.

Quadro nº 33 Comparação entre o Discurso com ancoragem científica e o texto proposto como referência de domínio da compreensão científica sobre o tema. Turma 2 A

| <b>Discurso dos estudantes</b>  | <b>Texto proposto como referência.</b>   |
|---|--|
| <p>Acredito na teoria do Big Bang com bilhões e bilhões de vida surgindo no planeta a partir do processo de evolução química. Com milhões e milhões de anos acabou surgindo um ponto de vida, micros seres vivos da terra que evolui e foi criando a vida em todo planeta. Acreditamos que seja uma coisa muito complexa, a vida veio de outro planeta ou alguma coisa que originou um ser e sofreu um processo evolutivo. Através da mutação e com as mudanças no planeta e no clima. Deste primeiro ser vivo, foi aparecendo seres unicelulares, pluricelulares, heterótrofos. A diversidade vem através da evolução dos seres vivos um processo evolutivo longo e demorado de acordo com as transformações dinâmicas do planeta, da seleção natural e mutação. Fomos moléculas orgânicas e depois as primeiras e mais simples formas de vida. Uma espécie se separou geograficamente e cada um se adaptou no seu ambiente. Eles se originaram há muito tempo. A partir do cruzamento de espécies diferentes umas com as outras e evolução.</p> | <p>Após o surgimento da vida no nosso planeta, inicia-se uma intensa interação entre os seres vivos e o ambiente, por um lado, as diferenças que surgem, ao acaso, entre os indivíduos de uma mesma espécie, em consequência das mutações e das recombinações gênicas e por outro as transformações sofridas pelo planeta, causando mudanças constantes ao meio ambiente. Assim os seres vivos vão sofrendo a ação da seleção natural, adaptando-se ou não, construindo uma história de transformações com cerca de 3,5 bilhões de anos. Um fenômeno importante que demonstra essa interação é a influência dos processos metabólicos, que promoveram, mudanças ambientais. Como exemplo, é possível citar os processos de produção de energia: a partir da realização da fermentação pelos seres vivos primitivos, houve a liberação de gás carbônico que, com o passar do tempo, acumulou-se no ambiente. Esse acúmulo proporcionou condições ambientais para a seleção natural de indivíduos capazes de realizar a fotossíntese. Inicialmente, a fotossíntese foi realizada por seres simples similares as algas azuis atuais. Em decorrência da fotossíntese, houve acúmulo de oxigênio nos ambientes, assim criou-se condições ambientais para a seleção natural de seres vivos capazes de realizar a respiração aeróbia, que necessita de oxigênio. A respiração aeróbia é um processo que produz muito mais energia do que a fermentação, que já era realizada pelos seres vivos. Isso permitiu uma grande diversificação dos seres vivos, trazendo a possibilidade de adaptação de seres cada vez maiores e mais complexos. Para a realização da respiração aeróbia, e a fotossíntese nas células eucariontes, ocorreu uma associação, há milhões de anos, de células simples similares as bactérias atuais, com células um pouco maiores e mais complexas. As células menores obtiveram proteção e alimento e forneceram para as células maiores um significativo aumento na produção de energia, no caso da respiração aeróbia, e no caso da fotossíntese permitiram a produção de moléculas orgânicas, ou seja, o alimento das células maiores. Dessa forma com a possibilidade de produção de alimentos e melhor aproveitamento das moléculas orgânicas para produção de energia, houve diversificação celular, passam a existir então os três tipos de células, encontradas até hoje nos seres vivos atuais: as células procarióticas que formam as bactérias e algumas algas e são muito similares às células dos primeiros seres vivos; as células eucarióticas animais capazes de realizar a respiração aeróbia pois possuem uma organela denominada mitocôndria; as células eucarióticas vegetais, capazes de realizar a respiração aeróbia e a fotossíntese pois possuem, além das mitocôndrias, os cloroplastos. Essa</p> |

|  |  |
|--|--|
|  | diversificação celular originou, após milhões de anos os grandes grupos de seres vivos, hoje classificados como procariontes, protistas, eucariontes animais e eucariontes vegetais, que forma a nossa biodiversidade. |
|--|--|

Fonte: elaborado pelo autor

O discurso do segundo ano traz referências claras aos processos de micro e macroevolução bem determinadas. Nas repostas expressas na questão que tratava da origem dos seres vivos, encontram-se claras referências a microevolução e nas respostas expressas na questão que tratava da diversidade dos seres vivos, há referências claras a macroevolução. Essa forma de articular o discurso apresentada pelos estudantes, também demonstra a sequência de estudo do tema, pois a parte inicial refere-se ao conteúdo apresentado no primeiro ano, na sequência ao se referir a biodiversidade os estudantes fazem referência as atividades da sequência didática, que abordou intensamente a macroevolução.

Esse resultado demonstra que o curso de Biologia ao apresentar a origem e evolução dos seres vivos como tema estruturador permite continuidade da compreensão dos processos de especiação, formação dos diferentes grupos de seres vivos.

Quadro nº 34 Comparação entre o Discurso com ancoragem científica e o texto proposto como referência de domínio da compreensão científica sobre o tema. Turma 3 A

| <b>Discurso dos estudantes</b>  | <b>Texto proposto como referência</b>   |
|---|---|
| A origem do nosso planeta foi possível através da explosão do Big Bang. A origem da vida ocorreu de forma natural pela evolução das espécies. A origem da vida a partir dos primeiros microrganismos no planeta. Evolução adaptativa com o passar dos anos os seres vivos foram evoluindo e assim teve o surgimento de novas espécies com a seleção natural e a evolução dos animais, de acordo com o ambiente em que estavam inseridos. Evolução e adaptação a diferentes territórios, ocasionando diferentes tipos de seres regionais, mas que vieram de um ancestral comum. A evolução, a mudança dos ecossistemas e a diversidade de lugares. A diversidade é a mistura das espécies cruzamento de várias espécies com evolução. Atualmente a ciência e a tecnologia está avançada, com conhecimentos gerais de cada um os seres humanos ampliaram nossa diversidade, através da ciência e da evolução. A necessidade de evolução faz com que as espécies, evolua e se modifiquem e criassem essa grande diversidade. | A origem do nosso planeta foi possível através da explosão do Big Bang. A origem da vida ocorreu de forma natural pela evolução das espécies. No entanto o modelo de desenvolvimento econômico implementado pelo homem após a revolução industrial, trouxe por um lado grandes avanços tecnológicos, por outro comprometeu muito a natureza. Tais mudanças vêm afetando os seres vivos e o processo evolutivo natural, interferindo diretamente nos processos de seleção natural proposto por Charles Darwin. Após a revolução industrial iniciou-se a construção dos grandes aglomerados humanos provocando, em muitos casos, o crescimento desordenado das cidades. Com o passar do tempo o acúmulo de detritos produzidos, poluiu o ar, a água e o solo. Essa poluição já ocasiona alterações planetárias, como, por exemplo, o aquecimento global que resulta do acúmulo de gases de efeito estufa, como o CO <sub>2</sub> na atmosfera. Esse gás é produzido em grande quantidade por queimas do petróleo e do carvão mineral. Estudiosos do tema afirmam que esse aquecimento já está causando profundas mudanças ambientais, afetando a adaptabilidade dos seres vivos, há também a contaminação ambiental com substâncias mutagênicas como o mercúrio, que causam mutações nos seres vivos e liberação de grande quantidade de resíduos de mineração, como vem ocorrendo nas barragens de mineradoras no Brasil. Certamente essas |

|  |   |
|--|---|
|  | <p>ações têm consequências enormes sobre o ambiente, provocam extinções de muitas espécies e afetam os mecanismos evolutivos naturais, alterando a história evolutiva dos seres vivos. Além disso, os processos de seleção artificial, já utilizados pelo homem há muito tempo e que foi uma das bases para os estudos evolutivos de Charles Darwin, agora, atinge os microrganismos. Ações como o uso indiscriminado de antibióticos que modifica o ambiente em que vivem as bactérias, promovendo a eliminação das mais sensíveis e selecionando positivamente as mais resistentes, tem promovido o surgimento de bactérias cada vez mais resistentes e com alto grau de letalidade. As tecnologias de modificação do DNA de algumas espécies (transgenia), tem produzido espécies com novas sequencias de DNA, que não existiam na natureza, trazendo riscos de mudanças bruscas nos genomas das espécies naturais, caso haja reprodução entre indivíduos transgênicos e naturais. Dessa forma seja com ações locais ou ações globais o homem vem interferindo nos processos naturais responsáveis pela história evolutiva. Promovendo grandes alterações ambientais, modificando os processos naturais de surgimento da variabilidade genética (mutação e recombinação gênica) e interferindo na seleção natural que seleciona características mais adaptadas ao acaso. A ação humana é comparada, por alguns cientistas, a intensos fenômenos geológicos como glaciação, grandes erupções e até choques com outros corpos celestes como cometas, que foram responsáveis por alterações ambientais drásticas, modificando o processo evolutivo em curso. Diante dessa constatação há uma proposta de se mudar o nome da era geológica atual de holoceno para antropoceno, ou seja, era geológica em que o homem promove imensas modificações no planeta afetando o curso natural da evolução dos seres vivos, alterando assim a história evolutiva.</p> |
|--|---|

O (DSC - 3) expresso pelos estudantes do terceiro ano também apresenta a referência a origem do universo, ao Big Bang, e são feitas referências ao surgimento e evolução dos seres vivos, a ancestralidade comum e as mudanças ambientais. A ciência e tecnologia também são citadas como responsáveis pela ampliação da diversidade. Há referências a modificações de ecossistemas e as influências de diferentes ambientes. Não há referência direta a associação da degradação ambiental provocada pela sociedade contemporânea e a evolução.

No terceiro ano parece que o distanciamento entre o estudo da evolução dos seres vivos, realizado no primeiro ano apenas, comprometeu a construção de um conhecimento sequenciado como se pode observar no primeiro e no segundo ano. Assim a proposta de utilizar a origem e evolução dos seres vivos como tema estruturador pode facilitar esse sequenciamento e melhorar a compreensão dos estudantes e também facilitar a associação da degradação ambiental aos processos evolutivos.

#### 8.4 ANÁLISE COMPARATIVA DOS DISCURSOS DE ANCORAGEM CIENTÍFICA DOS ESTUDANTES QUE REALIZARAM A SEQUÊNCIA DIDÁTICA E DEMAIS ESTUDANTES

Quadro nº 35 - Análise comparativa entre o Discursos de ancoragem científica (DSC -3) Turma 1 A e demais turmas do primeiro ano.

| Turma 1 A   | Demais turmas do primeiro ano   |
|---|---|
| <p>Através de uma explosão “Big Bang”. A teoria da evolução, onde os seres foram se evoluindo das moléculas mais simples, em ambiente ideal houve o grande começo da vida. Foi feito através dos átomos por anos e originando a vida no planeta Terra. A partir de um organismo simples que ao longo dos anos foi se desenvolvendo. A origem da vida veio da reprodução entre os seres. Através de mistura de genes de cada espécie até criar o primeiro ser vivo no planeta Terra. A grande diversidade dos seres vivos veio da reprodução e da migração dos seres. Aqueles organismos simples foram se desenvolvendo em diferentes habitats dando origem a diferentes espécies e evoluindo por caminhos diferentes, se transformando, ou seja, evoluindo para poderem se apropriar de acordo com as mudanças que ocorrem no ambiente, essas evoluções foram dando origem as diferentes espécies dos seres vivos e então formando a diversidade. Através da evolução química, diversidade química de cada ser. E através da genética do DNA formando cada dia um novo ser. A grande diversidade é por conta das espécies e dos gêneros. Concordamos com Darwin, apesar de sua teoria ser um pouco incompleta, pois ela não explicava o que causa a variação da população, mas a teoria neodarwinista é sua aprimoração é mais completa, mas há sempre o que melhorar, como a explicação para mutação de DNA. Concordo com a teoria neodarwinista que diz que a mutação e troca genética são as causas das grandes diversidades. De acordo com o que foi dito em sala nós todos somos parentes do macaco.</p> | <p>Com o decorrer do tempo, as espécies foram nascendo, evoluindo através de um ser primordial. A grande diversidade de vida é recorrente da reprodução sexuada, u seja, da mistura de genes, A partir dessa mistura, são formados diversos seres com características distintas, mesmos esses seres sendo da mesma espécie. Graças a junção de espécies diferentes, isso não é normal de acontece mas quando ocorre surge a famosa espécie, isso pode variar com o meio ambiente. Adaptações que os seres vivos fizeram ao longo dos séculos, eles foram evoluindo e ganhando a capacidade de sobreviverem e perpetuar sua espécie, ocorrendo também o surgimento de novas espécies, onde há milhões ou bilhões de anos atrás não havia nada. A diversidade de espécies e da vida. A diversidade enriquece o planeta e é necessária pois se fossemos todos da mesma espécie, gênero não existiria variedade e evolução.</p> |

O discurso da turma 1 A, que realizou a sequência didática apresenta referências aos fenômenos da origem do universo, origem do planeta Terra, origem do primeiro ser vivo. A seguir cita os processos de transformação dos seres vivos, destacando a mutação, diferenças genéticas, importância da migração, também é feita referência a evolução química, ao processo de adaptação em diferentes habitats. Há ainda citação das teorias de Darwin e o Neodarwinismo, destacando-se suas diferenças.

O discurso dos estudantes das demais turmas faz referências ao tempo, a reprodução sexuada, mistura de genes, ao meio ambiente e adaptações. No entanto, essas informações

encontram-se desarticuladas, pois os conceitos não se encontram relacionados, demonstrando um discurso frágil se comparado ao discurso da turma 1 A.

Quadro nº 36 – Análise comparativa entre o Discurso de ancoragem científica (DSC- 3) da Turma 2 A e demais turmas do segundo ano.

| Turma 2A  | Demais turmas do segundo ano   |
|---|--|
| <p>Acredito na teoria do Big Bang com bilhões e bilhões de vida surgindo no planeta a partir do processo de evolução química. Com milhões e milhões de anos acabou surgindo um ponto de vida, micros seres vivos da terra que evolui e foi criando a vida em todo planeta. Acreditamos que seja uma coisa muito complexa, a vida veio de outro planeta ou alguma coisa que originou um ser e sofreu um processo evolutivo. Através da mutação e com as mudanças no planeta e no clima. Deste primeiro ser vivo, foi aparecendo seres unicelulares, pluricelulares, heterótrofos. A diversidade vem através da evolução dos seres vivos um processo evolutivo longo e demorado de acordo com as transformações dinâmicas do planeta, da seleção natural e mutação. Fomos moléculas orgânicas e depois as primeiras e mais simples formas de vida. Uma espécie se separou geograficamente e cada um se adaptou no seu ambiente. Eles se originaram há muito tempo. A partir do cruzamento de espécies diferentes umas com as outras e evolução.</p> | <p>Interessante, várias espécies uma diferente da outra. É importante a diversidade de espécies para a reprodução. Existem muitos tipos de animais terrestres, aquáticos. Que o mundo tem várias espécies e que devem ser muito importantes para a cadeia alimentar. muito grande. É importante existir a diversidade de espécies para a reprodução. Pois misturou muito na reprodução, como índios, negros, brancos. Importante para a vida na terra. é de uma grande importância para o nosso planeta e para nós. A diversidade da vida é essencial para diversidade de espécies, fundamental para evolução dos seres vivos e mostra que nem todas as coisas são iguais. O ser humano tem colaborado para a minoria de diversidades da vida na natureza. e lamento que esteja cada vez mais negligenciando a importância desse fator e esteja acabando com toda essa diversidade, levando em consideração a inúmeras espécies em extinção. As buscas por recursos estão sempre maiores e isso prejudica de certa forma o bioma e a flora, por conta do desmatamento. Eu acho incrível, porém acredito que daqui a alguns anos não vai ter mais tanta diversidade já que muitos animais estão entrando em extinção.</p> |

O discurso da turma 2 A faz referência a origem do universo, origem do planeta, o surgimento dos seres vivos. Em sequência cita as transformações sofridas pelos seres vivos ao longo do tempo, fazendo referência a dinâmica do planeta.

O discurso expresso pelos estudantes das demais turmas faz referência sobre a importância da diversidade, mas não apresenta diretamente a articulação da diversidade com o surgimento e diversificação da vida. Ao invés disso há relação dela com outros fatores como cadeia alimentar, reprodução, evolução.

Quadro 37 - Análise comparativa entre o Discurso de ancoragem científica (DSC - 3) da Turma 3 A e demais turmas do segundo ano.

| DSC - 3 Turma 3 A  | Demais turmas do terceiro ano   |
|--|---|
| <p>A origem do nosso planeta foi possível através da explosão do Big Bang. A origem da vida ocorreu de forma natural pela evolução das espécies. A origem da vida a partir dos primeiros microrganismos no planeta. Evolução adaptativa com o passar dos anos os seres vivos foram evoluindo e assim teve o surgimento de novas espécies com a seleção natural e a evolução dos animais, de acordo com o ambiente em que estavam inseridos. Evolução e adaptação a diferentes territórios, ocasionando diferentes tipos de seres</p> | <p>Minha opinião é que toda esta pluralidade biológica é muito grandiosa em sentido genético. O mundo é um lugar para muitas espécies. E que estão constantemente em evolução, todos vieram de um único ancestral que gerou espécies diferentes adaptadas para cada dificuldade. Ela é importante para o equilíbrio do nosso planeta, porque como sabemos o processo evolutivo existe e é necessário. Ao longo do tempo muitas espécies foram evoluindo, assim como muitos outros entraram em extinção. Com</p> |

|  |  |
|--|--|
| <p>regionais, mas que vieram de um ancestral comum. A evolução, a mudança dos ecossistemas e a diversidade de lugares. A diversidade é a mistura das espécies cruzamento de várias espécies com evolução. Atualmente a ciência e a tecnologia está avançada, com conhecimentos gerais de cada um os seres humanos ampliaram nossa diversidade, através da ciência e da evolução. A necessidade de evolução faz com que as espécies, evolua e se modifiquem e criassem essa grande diversidade.</p> | <p>a diversidade cada espécie se reproduz de uma maneira e vive de um jeito mesmo sendo descendente da mesma espécie no decorrer do tempo, a modificação genética. Novas espécies foram geradas através da junção de outras espécies ou seja cruzamentos de espécies diferentes, gera uma nova espécie. É uma doideira, pois nos cachorros por exemplo em uma única espécie há várias raças e ambos ocorrem em outros seres.</p> |
|--|--|

No discurso da turma 3 A há referências sequenciadas sobre a origem do universo, dos seres vivos e a seleção natural e a ancestralidade comum. O discurso apresentado pelas demais turmas faz referência a transformação dos seres vivos ao longo do tempo. Embora semelhantes, o discurso da turma 3 A traz referências mais sequenciadas.

Analisando a comparação entre as turmas investigadas e demais turmas, evidencia-se que no primeiro ano, temos um discurso muito mais completo e com os conceitos mais articulados. No segundo ano também há um discurso mais articulado apresentando uma sequência de conceitos sobre o tema. Já no terceiro ano, encontramos um discurso com maior semelhança entre a turma investigada e as demais. Isso evidencia que a articulação do tema aos conteúdos favorece um sequenciamento dos conhecimentos, pois os estudantes do segundo ano, mantiveram seu contato com a teoria da evolução dos seres vivos, uma vez que estudaram o tema no primeiro ano. Já os estudantes do primeiro ano, através da sequência didática, tiveram mais referências sobre a origem e evolução dos seres vivos, em seus estudos sobre o tema se comparada as demais turmas do primeiro ano.

Já os estudantes do terceiro ano, estudaram o tema apenas no primeiro ano, tiveram uma lacuna no segundo e voltaram a ter referências no terceiro ano, isso comprometeu o sequenciamento de suas referências sobre o tema.

Conclui-se, a partir dos dados analisados, que o ensino de Biologia sendo estruturado pelo tema origem e evolução dos seres vivo, contribui para que os estudantes possam ter uma melhor compreensão desse tema no decorrer do Ensino Médio.

## 9 CONCLUSÕES

A pesquisa aqui relatada teve por base a reflexão sobre resultados anteriores de investigações que apontaram fracassos no ensino da Biologia e dos fenômenos evolutivos. Entre os problemas encontrados estão a dificuldade de compreensão conceitual e, por vezes, a delicada convivência das explicações religiosas e científicas. Assim, os estudantes não enfocavam a articulação entre conceitos biológicos e teoria da evolução dos seres vivos. Esses eram vistos como termos separados, pois a teoria da evolução era ensinada como um conteúdo isolado em um determinado período de tempo do Ensino Médio.

Levei em conta as particularidades dos estudantes do Ensino Médio, que vivenciam um processo de amadurecimento e de transformações. São adolescentes que estão em contato, na escola, com os conhecimentos científicos, que possuem uma metodologia e uma construção própria, diferente de outros como o religioso, por exemplo. Nesse aspecto o reconhecimento dessas diferenças permitem uma visão consensual entre essas duas construções humanas: ciência e religião.

Decidi investigar esse estado de coisas e foquei a pesquisa justamente na teoria da evolução como estruturadora dos temas e conceitos da Biologia. Sendo assim, esse conhecimento deveria estar presente nos três anos do Ensino Médio, como preconizam os documentos oficiais de ensino. A partir do diagnóstico de aprendizagem dos estudantes da escola investigada, obtido no início dessa pesquisa, o curso de Biologia foi replanejado com a participação das professoras de Biologia responsáveis pelas turmas de Ensino Médio.

É importante destacar que o objetivo central da pesquisa foi investigar como a visão científica dos fenômenos da vida se incorporam de forma positiva no imaginário dos estudantes, portanto não se valoriza apenas a resposta “certa” esperada. Para esse objetivo a identificação das Representações Sociais é apropriada.

As atividades eram integradas, participativas e os resultados se revelaram promissores ainda que com limitações ligadas às condições do colégio e às exigências curriculares oficiais. Os estudantes, a cada atividade proposta, se envolviam com os temas, as questões e com a ótica da ciência. Crenças religiosas dos estudantes eventualmente se manifestaram, mas não se mostraram um obstáculo especial a compreensão do tema, os estudantes se envolveram com a ciência na maior parte do tempo..

As representações sociais colhidas mostraram ganho de aprendizagem, se comparadas ao diagnóstico e as representações sociais dos estudantes das turmas que não desenvolveram o projeto. A aprovação dos estudantes foi expressiva.

É pontual dizer ainda que mesmo que se considere as limitações, os estudantes adquiriram as visões científicas dos fenômenos da vida.

Finalizo ressaltando a importância da integração da teoria da evolução aos conteúdos (conceitos) ao longo dos três anos do Ensino Médio, associada a atividades participativas dos estudantes e a práticas da ciência. Assim, os estudantes poderão se aproximar mais desse conhecimento, aumentando a plausibilidade da explicação científica para a origem e a evolução dos seres vivos.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRANTE, P., ALMEIDA, F.P.L. Criacionismo e darwinismo confrontam-se nos tribunais: da razão e do direito. **Epistem**, v. 11, 24, p. 357-402, jul. 2006.

ALMEIDA, D. F. Concepções de alunos do ensino médio sobre a origem das espécies. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 18, n. 1, p.143-154, 2012.

ANDERSON, D. L., FISHER, K. M., NORMAN, G. J. Development and evaluation of the conceptual inventory of natural selection. **Journal of Research in Science Teaching**, n. 39, p. 952-978, 2002.

ARNOLD, S. J., PFRENDER, M. E., JONES, A. G. The adaptive landscape as a conceptual bridge between micro and macroevolution. **Genética**, v.112-113, n.1, p.9-32, 2001.

BERGMAN, J. D. Darwin plagiarize his evolution theory? **Technical Journals**, New York, v. 16, n. 3, p. 58-63, 2002.

BLACKBURN, T. M., GASTON, K. J. Macroecology. **Basic and Applied Ecology**, Berlin, v. 5, n. 1, p. 385-387, 2004.

BLANCKE, S., BOUDRY, M., BRAECKMAN, J., SMEDT, J., CRUZ, H. Dealing with creationist challenges. What European biology teachers might expect in the classroom. **Journal of Biological Education**, v. 45, n. 4, p. 176-182, 2011.

BOUJAOUDE, S., WILES, J. R., ASGHAR, A., ALTERS, B. Muslim Egyptian and Lebanese Students' Conceptions of Biological Evolution. **Science & Education**, v. 20, p. 895-915, 2011.

BOWLER, P. J. **Evolution: The History of an Idea**. University of California Press. 2003.

BRANCH, G., MEAD, L. S. "Theory". *In: Theory and Practice. Evolution: Education and Outreach*, p. 287-289, 2008.

BRANCH, G., SCOTT, E. C. Peking, Piltdown and Palusay: creationist legends about paleoanthropology. **Evolution: Education and Outreach**, 6:27, 2013.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. **Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias (Orientações Curriculares para o Ensino Médio)**; v.2, Brasília: 2006. Disponível em: <[http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/book\\_volume\\_02\\_internet.pdf](http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/book_volume_02_internet.pdf)>. Acesso em: 15 out. 2017.

BRASIL. Ministério da Educação. **Orientações curriculares do ensino médio**. Brasília, DF: MEC, 2004.

BRASIL. **Orientações Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais- PCN+**, 1999. Disponível em: [www.portal.mec.gov.br](http://www.portal.mec.gov.br). Acesso em 12 out. 2017.

BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros curriculares nacionais: Ciências Naturais**. Brasília: MEC, SEF, 1998.

BUSH, G. L. et al. Rapid speciation and chromosomal evolution in mammals *Genetics, Bethesda*, v. 9, n. 9, p. 3942-3946, 1970.

CAMPBELL, A., OTREL-CASS, K. Teaching Evolution in New Zealand's Schools- Reviewing Changes in the New Zealand science curriculum. *Research in Science Education*, v.41, p. 441-451, 2011.

CERQUEIRA, A. V., COSTA, G. S., falcão, E. B. M. Origem do ser humano: visões de dois grupos de estudantes do ensino médio. **In: Anais do VI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (VI ENPEC)**, Florianópolis, 2007

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*. v.11, n.11, p. 1-29, 2016.

CHARLESWORTH, B., LANDE, R., SLATKIN, M. A neo-Darwinian commentary on macroevolution. *Evolution*, Boston. v. 36, n. 3, p. 474-498, 1982.

COLLEY, E., FISCHER, M. L. Especiação e seus mecanismos: histórico conceitual e avanços recentes. **Revista História, Ciência e Saúde**. v.20, n.2, abr.-jun., 2013.

COYNE, J.A. Ernst Mayr and the origin of species. *Evolution*, Boston, v. 48, n. 1, p. 19-31, 1994.

COYNE, J. A., ORR, H. A. *Speciation*, Sunderland: Sinauer Associates 2004.

CUNNINGHAM, D. L., WESCOTT, D. J. Still More “Fancy” and “Myth” than “Fact” in Students’ Conceptions of Evolution. **Evolution Education and Outreach**, v.2, n.3, p. 505-517, 2009.

DARWIN, C. **On the Origin of Species: By Means of Natural Selection, or The Preservation of Favoured Races in the Struggle for Life.** London. 1859.

DOBZHANSKY, T. H. **Nothing in Biology sense except in the light of evolution.** *American Biology Teacher*, v. 35, p. 125-129, 1973.

DONNELLY, L. A., KAZEMPOUR, M., AMIRSHOKOOHI, A. High School Students’ Perceptions of Evolution Instruction: Acceptance and Evolution Learning Experiences. **Research Science Education**, v.39, p. 643–660, 2009.

ELDREDGE, N. **Unfinished synthesis: biological hierarchies and modern evolutionary thought.** New York: Oxford University. 1985.

ELDREDGE, N., GOULD, S. J. **Punctuated equilibria: an alternative to phyletic gradualism.** **In: Schopf, Thomas J.M. (Ed.). Models in paleobiology**, San Francisco: Freeman, Cooper and Company, p. 82 - 115. 1972.

ERWIN, D. H. Macroevolution is more than repeated rounds of microevolution. *Evolution & Development*, s.l., v. 2, n. 2, p. 78 - 84. 2000.

FALCÃO, E. B. M., SANTOS, A. G., RAGGIO, R. Conhecendo o mundo social dos estudantes: encontrando a ciência e a religião. **Revista Eletrônica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 7, n. 2, p. 420-438. 2008.

FALCÃO, E. B. M., TRIGO, E.D. Origem do universo, diversidade das espécies e fenômenos da natureza: ciência e religião no ensino médio. **Revista Brasileira de Ensino de C&T**, v. 8, n. 1, jan-abr, 2015.

FALCÃO, E. B. M., Laicidade e Ensino de Ciências: Reflexões sobre o Estudo dos Fenômenos da Vida no Ensino Médio. *In*: LEVY, Claudia Masini d'Avila; Luiz Antonio Cunha. (Org.). **Embates do Em Torno do ESTADO LAICO**. 1ed. São Paulo: SBPC, p. 163-182, 2018.

FUTUYMA, D. J. **Evolution, science and society: evolutionary Biology and the national research agenda**. The State University of New Jersey, New Brunswick, NJ, 1999.

FUTUYMA, D.J. **Biologia Evolutiva**. Ribeirão Preto, FUNPEC, 2009.

GOULD, S. J. Is a new and general theory of Evolution emerging? *Paleontological Journal*, Moscow, v. 6, n. 1, p. 119–130, 1980.

GOULD, S. J., ELDREDGE, N. Punctuated equilibria: the tempo and mode of evolution reconsidered. *Paleontological Journal*, Moscow, v. 3, n. 2, p. 115–151, 1977.

GUALTIERI, R.C.E. **Evolucionismo no Brasil – Ciência e educação nos museus**. São Paulo, 2003. <[http://abrapecnet.org.br/atas\\_enpec/ixenpec/atas/listaresumos.htm](http://abrapecnet.org.br/atas_enpec/ixenpec/atas/listaresumos.htm)>. Acesso em: 17 jan. 2018.

HUXLEY, J. **Evolution: The Modern Synthesis**. London : George Allen & Unwin, 1942.

INEP. **O Censo Escolar da Educação Básica**. Disponível em: <[http://download.inep.gov.br/educacao\\_basica/centso\\_escolar/notas\\_estatisticas/2018/notas\\_estatisticas\\_censo\\_escolar\\_2018.pdf](http://download.inep.gov.br/educacao_basica/centso_escolar/notas_estatisticas/2018/notas_estatisticas_censo_escolar_2018.pdf)>. Acesso em: 06 jun. 2018.

JABLONSKI, D. Scale and hierarchy in macroevolution. **Paleontology, Aberystwyth**, v.50, n.1, p. 87-109, 2007.

LANDE, R. The fixation of chromosomal rearrangements in a subdivided population with local extinction and colonization. *Heredity*, Oxford. v. 54, n. 3, p. 323 - 332. 1985.

LEFÈVRE, F., LEFÈVRE A. M. C. **Princípios básicos e conceitos fundamentais do Discurso do Sujeito Coletivo: um novo enfoque em pesquisa qualitativa (desdobramentos)**. Caxias do Sul: EDUSC, 2003.

LEWIN, K. Action research and minority problems. **Journal of Social Issues**, v. 2, n. 4, p. 34-46. 1946.

LOFEU, L., KOHLSDORF, T. Mais que seleção: o papel do ambiente na origem e evolução da diversidade fenotípica. **Genética na Escola**, v. 10, n. 1, p. 10-19, 2015.

LOMBROZO, T., THANUKOS, A., WEISBERG, M. The Importance of Understanding the Nature of Science for Accepting Evolution. **Evolution Education and Outreach**, n. 1, p. 290–298. 2008.

MAYR, E. **80 years of Watching the Evolutionary Scenery**. Resonance Journal of Science Education, V. 10 n. 7, p. 89-94, 2005.

MAYR, E. **Biologia, ciência única**. São Paulo : Companhia das Letras, 2006.

MEGLHIORATTI, F.A., BORTOLOZZI, J., CALDEIRA, A.M.A. **História da Biologia: aproximações possíveis entre as categorias históricas e as concepções sobre ciência e evolução apresentadas pelos professores de biologia**. In: Ana Maria de Andrade Caldeira; João José Caluzi. (Org.). Filosofia e História da Ciência - Contribuições para o Ensino de Ciência. Ribeirão Preto: Kayrós - Editora & Gráfica, , p. 11-28, 2005.

MOSCOVICI, S. **Representações sociais: investigações em psicologia social**. 5 ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2007.

OLIVEIRA, G. S. **Estudantes e evolução biológica: conhecimento e aceitação no Brasil e Itália**. Tese do Programa de Pós-Graduação em Educação, Área de concentração: Ensino de Ciências e Matemática. Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo, 2015.

OLIVEIRA, G. S., BIZZO, N. Aceitação da evolução biológica: atitudes de estudantes do ensino médio de duas regiões brasileiras. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, São Paulo, v. 11, n. 1, p. 57-79, 2011.

OYAMA, S., GRIFFITHS, P., GRAY, E., RUSSELL, D., STERELNY, K., WILSON, R. (orgs.). **Ciclo de Contingência: Sistemas de Desenvolvimento e Evolução**. MIT Press, 2001.

PEKER, D., CÖMERT, G. G., KENCE, A. Three Decades of Anti-Evolution Campaign and its Results: Turkish Undergraduates' Acceptance and Understanding of the Biological Evolution Theory. **Science & Education**, v.19, p. 739–755, 2010.

PORTO, P. R. A., FALCÃO, E. B. M. Teorias da origem e evolução da vida: dilemas e desafio no ensino médio. **Revista Ensaio**, v. 12, n. 3, p. 13-30. 2011.

RICHARDS, R. Philosophical Challenges in Teaching Evolution. **Evolution: Education and Outreach**, v. 1, p. 158–164. 2008.

RIDLEY, M. **Evolução**. 3ª. edição, 2006.

RIDLEY, M. **O que nos faz humanos: genes, natureza e experiência**. Rio de Janeiro: Record. 2004.

SANTOS, C. M. D., CALOR, A. R. Using the logical basis of phylogenetics as the framework for teaching biology. **Papéis Avulsos de Zoologia**, v.48, n.18, p.199-211, 2008.

SANTOS, F. S., AGUILAR, J. B. V., OLIVEIRA, M. M. A. **Biologia Ser protagonista**. 1ª ed. São Paulo: SM, 2010.

SANTOS, S. **Evolução Biológica: ensino e aprendizagem no cotidiano de sala de aula.** FAPESP, São Paulo: Annablume, 2002.

SCHEID, N. M. J., FERRARI, N. A história da ciência como aliada no ensino de genética. **Genética na Escola**, v.1, n.1, p.17-18, 2006.

SEEDUC. **Currículo Mínimo: Biologia.** 2012. Disponível em <<http://www.rj.gov.br/web/seeduc/exibeconteudo?article-id=759820>>. Acesso em: 09 jan. 2018.

SELLES, S. E., FERREIRA, M. S. Disciplina Escolar Biologia: entre a retórica unificadora e as questões sociais. *In*: MARANDINO, M.; SELLES, S. E.; FERREIRA, M. S.; AMORIM, A. C. (Orgs.). **Ensino de Biologia: conhecimentos e valores em disputa.** Niterói: EDUFF, 2005.

SEPULVEDA, C., EL-HANI, C.N. Quando visões de mundo se encontram: religião e ciência na trajetória de formação de alunos protestantes de uma licenciatura em Ciências Biológicas. **Investigações em Ensino de Ciências**. v. 9, n. 2, 2004.

TAVARES, M. L. **Argumentação em salas de aula de biologia sobre a teorias sintéticas da evolução.** Tese de doutorado. Universidade Federal de Minas Gerais, 2009.

TEIXEIRA, R. R. P. Argumentação e estilo em "A origem das espécies". *Revista de Educação, Ciência e Cultura*. v. 14, n. 1, p. 11-27, 2009.

THIOLLENT, M. **Metodologia da Pesquisa-ação.** 7. ed. São Paulo. Cortez, 1996.

THIOLLENT, M. **Metodologia Ação Da Pesquisa.** São Paulo: Cortez, 2005.

THIOLLENT, M. **Pesquisa nas organizações.** 2ª ed. São Paulo: Atlas, 2008.

TIDON, R., LEWONTIN, R.C. Teaching evolutionary biology. **Genetics and Molecular Biology**, n. 27, p. 1-8, 2004.

UFMG. **Sequência didática.** Disponível em: <<http://ceale.fae.ufmg.br/app/webroot/glosarioceale/verbetes/sequencia-didatica>>. Acesso em: 19 mai. 2019.

VALENÇA, C. R.; FALCÃO, E. B. M. **Diálogo entre crenças religiosas e conceitos científicos: como pensa um grupo de cientistas.** *In*: IV Encontro Nacional de Ciências da Saúde e do Ambiente, Niterói, v. 1, 2014..

VIEIRA, V. FALCÃO, E. B. M. Laicidade e ensino de ciências: a necessária reflexão na escola privada. **Revista Alexandria: revista em Educação em Ciência e Tecnologia**, v. 5, n. 3, p. 83-100, nov., 2012b.

VIEIRA, V. FALCÃO, E. B. M. **Visões sobre a teoria evolutiva: pressões institucionais.** *In*: IV Encontro Nacional de Ensino de Ciências da Saúde e do Ambiente, Niterói, v. 1, 2014.

VIEIRA, V., VALENÇA, C. R., FALCÃO, E. B. M. **Representações Sociais de Origem da Vida: Formação Científica e Crenças Religiosas em Duas Instituições Federais de Ensino.** *In*: VII EREBIO, 2015, Niterói, 2015.

VIEIRA, V., FALCÃO, E. B. M. “Eu não confio na evolução, mas no resto eu confio quase que às cegas”. Evolução biológica: o limite entre a ciência e a crença religiosa. **Revista Ensino, Saúde e Ambiente**, v. 5, n. 2, p. 138-148, ago. 2012.

## APÊNDICES

## APENDICE A:

**CRONOGRAMA DE AÇÕES**

| AÇÕES   | PARTICIPANTES   | DATA                       |
|---|---|----------------------------|
| Contato com a direção do colégio  | Pesquisador e diretora.   | Outubro/2016.              |
| 1ª reunião com as professoras de Biologia do colégio. Apresentação do projeto de pesquisa.  | Pesquisador, professoras de Biologia do colégio, orientadora escolar.                       | Novembro/2016.             |
| Elaboração do questionário para realização do diagnóstico do curso de Biologia do colégio.  | Pesquisador.  | Novembro/2016.             |
| Aplicação do questionário para obter diagnóstico do curso de Biologia.  | Pesquisador.  | Fevereiro/2017.            |
| 2ª reunião com as professoras de Biologia. Análise dos resultados do diagnóstico. Proposta de reformulação do plano de curso de Biologia. | Pesquisador e professoras de Biologia do colégio investigado.                               | Fevereiro/2017.            |
| Elaboração dos textos propostos como referência de domínio da compreensão científica dos estudantes sobre o tema.                         | Pesquisador, professoras de Biologia do colégio investigado e Prof. Dr. Flávio Silva Faria. | Fevereiro a Março/2017.    |
| Elaboração das atividades da sequência didática   | Pesquisador, professoras de Biologia do colégio investigado.                                | Fevereiro a Outubro/ 2017. |
| Aplicação da sequência didática nas turmas do primeiro, segundo e terceiro ano.   | Pesquisador e professora Janaina.   | Março a Novembro de 2017.  |
| *Visita ao Museu do amanhã com as turmas que realizaram a sequência didática.   | Pesquisador, professora Janaína e estudantes.   | Novembro de 2017.          |
| Finalização das atividades e apresentação dos resultados para a comunidade escolar.   | Pesquisador, professoras de Biologia, diretoras do colégio, Orientadora Educacional.        | Março de 2018.             |

\*Devido a falta de recursos financeiros não foi possível realizar a visita ao Museu do Amanha

**APÊNDICE B****QUESTIONÁRIO DIAGNÓSTICO****Questionário para o primeiro ano.**

**Caros estudantes,**

**Participo de uma pesquisa da Universidade Federal do Rio de Janeiro e gostaria de contar com a colaboração de vocês. Queremos conhecer melhor os estudantes e apenas eu lidarei com os questionários e os dados obtidos. Este questionário não está relacionado com qualquer atividade desta escola. Esta unidade escolar apenas permitiu que a pesquisa fosse realizada. O questionário é anônimo. Não há respostas certas ou erradas, o importante é você responder de acordo com seu pensamento. Caso tenha alguma dúvida fique à vontade para perguntar. Agradecemos muito a sua participação. Fevereiro 2017**

**ANO: 2017 TURMA: \_\_\_\_\_ TURNO: \_\_\_\_\_**

**1.a - Sexo: feminino ( ) masculino ( )**

**1.b - Idade: \_\_\_\_\_**

**2- Há quanto tempo você estuda nesta escola?**

- ( ) Fiz todo ensino fundamental nessa escola. ( ) Estudo desde o 7º ano nessa escola  
( ) Estudo desde o 8º ano nessa escola ( ) Estudo desde o 9º ano nessa escola.  
( ) Comecei a estudar aqui a partir do ensino médio.

**3) Na sua opinião como surgiu o universo?**

---

---

**4) Na sua opinião, o planeta Terra sempre foi como se apresenta hoje com rios, montanhas, mares, geleiras, desertos, matas, animais, bactérias, fungos, etc? Justifique sua resposta.**

---

---

**5)Faça um breve resumo sobre seu pensamento a respeito do surgimento da vida em nosso planeta.**

**R: \_\_\_\_\_**

---

---

**6) Existem na natureza seres vivos diferentes, por exemplo, pássaros, gatos, ursos, insetos, árvore, gente. Como você explicaria a origem de toda essa diversidade dos seres vivos)**

**R:** \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

**7-a) Faça um breve resumo sobre seu pensamento a respeito do surgimento da vida em nosso planeta.**

**R:** \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

**7-b) Faça um breve resumo sobre seu pensamento a respeito do surgimento da diversidade dos seres vivos atuais.**

**R:** \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

**8) Com relação ao grau de escolaridade, sua mãe:**

- estudou até o primeiro grau (ensino fundamental) –  completo  incompleto.  
 estudou até o segundo grau (ensino médio) –  completo  incompleto.  
 tem nível universitário (incompleto).  tem nível universitário (completo).  
 possui pós-graduação.

**9) Qual é a profissão de sua mãe? (era, caso falecida)**

**R:** \_\_\_\_\_

**9- a) Sua mãe tem (ou tinha) crença religiosa?  sim.  não.**

**9-b) Frequenta (ou frequentava) alguma igreja, templo, terreiro?** ( ) sim. ( ) não.

**Qual?** \_\_\_\_\_

**10) Com relação ao grau de escolaridade, seu pai:**

( ) não frequentou escola.

( ) estudou até o primeiro grau (ensino fundamental) ( ) completo ( ) incompleto

( ) estudou até o segundo grau (ensino médio) ( ) completo ( ) incompleto.

( ) tem nível universitário (incompleto). ( ) tem nível universitário (completo).

( ) possui pós-graduação.

**11) Qual é a profissão de seu pai? (era, caso falecido):**

\_\_\_\_\_

**11- a) Seu pai tem (ou tinha) crença religiosa?** ( ) sim. ( ) não.

**11- b) Frequenta (ou frequentava) alguma igreja, templo, terreiro?** ( ) sim. ( ) não.

**Qual?** \_\_\_\_\_

**12) Você acredita em Deus?**

( ) sim. ( ) não. ( ) tenho dúvidas.

**13)- Se você acredita em Deus, como o descreveria ou definiria?**

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**14) Você tem religião?**

( ) sim. ( ) não.

**15) Caso você tenha religião, marque a qual você pertence:**

( ) Budista. ( ) Candomblé. ( ) Católica ( ) Espírita Kardecista ( ) Wicca.

( ) Evangélica. Qual Igreja? \_\_\_\_\_ ( ) Judaica. ( ) Messiânica.

( ) Mórmon. ( ) Umbanda.

( ) Outra. Qual? \_\_\_\_\_

**16) Você frequenta, por vontade própria, alguma atividade religiosa (culto, missa, sessão, reuniões ou equivalente)?**

sim.  não.

Qual? \_\_\_\_\_

**17) Se você frequenta, por vontade própria, alguma atividade religiosa (cultos, missas, sessões, reuniões, etc.), qual a frequência?**

Uma vez por semana.  Mais de uma vez por semana.  Uma vez por mês, em média.

Só em ocasiões especiais (casamento, batismo, enterro, etc.)

Outra . \_\_\_\_\_

**18) Você participa de outras atividades ligadas à sua religião (além das missas, cultos, sessões, reuniões, etc.) como catecismos, encontros pastorais, grupo de jovens, reuniões espíritas, etc.?**

Sim. Qual (ais)? \_\_\_\_\_

Não.

**19)- Você acredita que suas crenças ou religião possam contribuir ou interferir de algum modo na aprendizagem dos conteúdos de Biologia? Explique sua resposta.**

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

**20)- Escreva o que você quiser: em relação á escola, a esse questionário, etc.**

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

## APÊNDICE C

## QUESTIONÁRIO FINAL APÓS A SEQUÊNCIA DIDÁTICA

Nome : \_\_\_\_\_ Turma : \_\_\_\_\_

Nas questões abaixo você poderá preencher os parênteses utilizando os números 0 a 5, sendo que o número 0 significa que você ficou insatisfeito pois a proposta não atendeu as suas expectativas e o número 5 que você ficou muito satisfeito pois a proposta atendeu totalmente as suas expectativas. Os números de 1 a 4 condiciona graus de satisfação variados em ordem crescente para a satisfação total.

Com relação as atividades realizadas pelo professor Paulo Roberto e a professora Janaína , gostaríamos de ter sua opinião sobre:

1º) O tempo de duração das atividades:

( ) 1                      ( ) 2                      ( ) 3                      ( ) 4                      ( ) 5

2º) Clareza nas informações dadas :

( ) 1                      ( ) 2                      ( ) 3                      ( ) 4                      ( ) 5

3º) As atividades foram criativas?

( ) 1                      ( ) 2                      ( ) 3                      ( ) 4                      ( ) 5

4º) As atividades foram dinâmicas?

( ) 1                      ( ) 2                      ( ) 3                      ( ) 4                      ( ) 5

5º) Você se sentiu a vontade para falar, discordar, questionar e participar ativamente durante a realização das atividades ?

( ) 1                      ( ) 2                      ( ) 3                      ( ) 4                      ( ) 5

6º) Com relação aos exercícios propostos no final das atividades, você acha que eles eram coerentes com a atividade apresentada e de fácil resolução? :

( ) 1                      ( ) 2                      ( ) 3                      ( ) 4                      ( ) 5

7º) Dê algumas sugestões que poderiam contribuir para deixar nossas atividades mais atrativas.

R: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

8º) Na sua opinião como se explica a origem da vida no nosso planeta?

R: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

9º) Na sua opinião qual é a origem da grande diversidade de seres vivos encontrada no nosso planeta atualmente?

R: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

10º) Espaço livre para você fazer algum comentário sobre as atividades realizadas pelos professores Janaina e Paulo Roberto no ano de 2017.

R: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Com relação as atividades realizadas pelo professor Paulo Roberto e a professora Janaína , gostaríamos de ter sua opinião sobre:

1003

1º) O tempo de duração das atividades:

1                       2                       3                       4                       5

2º) Clareza nas informações dadas :

1                       2                       3                       4                       5

3º) As atividades foram criativas?

1                       2                       3                       4                       5

4º) As atividades foram dinâmicas?

1                       2                       3                       4                       5

5º) Você se sentiu a vontade para falar, discordar, questionar e participar ativamente durante a realização das atividades ?

1                       2                       3                       4                       5

6º) Com relação aos exercícios propostos no final das atividades, você acha que eles eram coerentes com a atividade apresentada e de fácil resolução? :

1                       2                       3                       4                       5

## APÊNDICE D

Primeiro ano

Atividade 2 De onde veio a vida?

Figura 8 - Explicação religiosa



<https://ilmg.org.br/wp-content/uploads/2017/02/1-QinJHw2Oh6kvXVYapWdfw-870x405.jpeg>

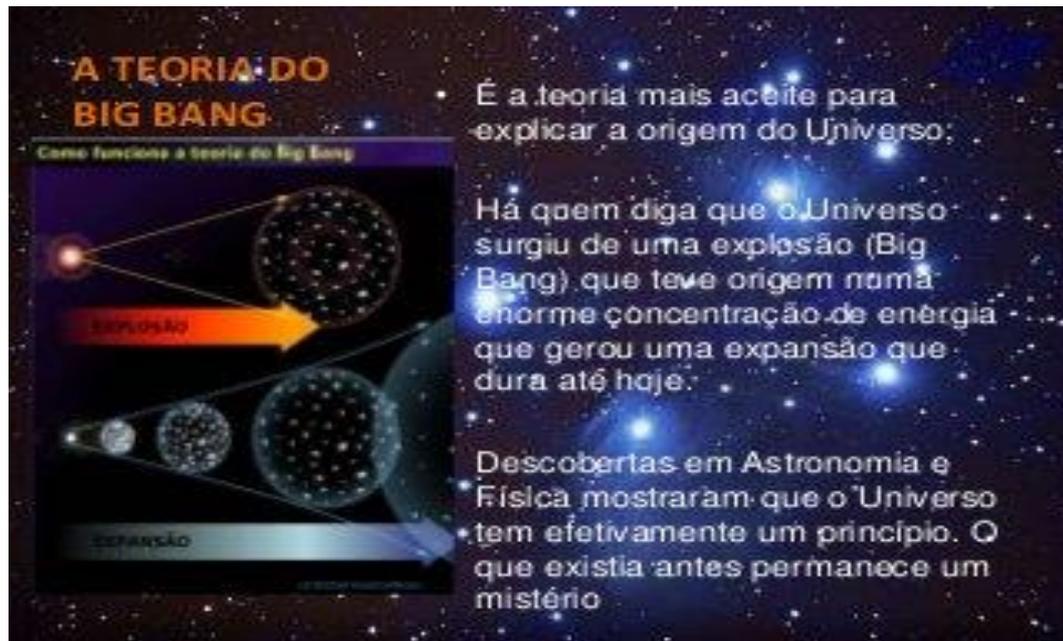
Figura 9 - Explicação mitológica

### Mitos de criação

- Para os antigos gregos, que há mais de 2 mil anos habitavam a região da Grécia atual e terras vizinhas, no início, a terra e o céu estavam misturados, mas houve uma separação que originou Urano, representante do céu, e Gaia, deusa primordial que representa a terra e é a geradora de plantas e animais.
- Já os povos indígenas do Alto Xingu, que vivem na Terra Indígena do Xingu, no Mato Grosso, explicam a própria origem assim: no começo, havia Mavutsinim, que vivia sozinho. Um dia, de uma concha, Mavutsinim fez uma mulher, com a qual se casou e teve um filho. Todos os indígenas do Alto Xingu seriam netos do filho de Mavutsinim.

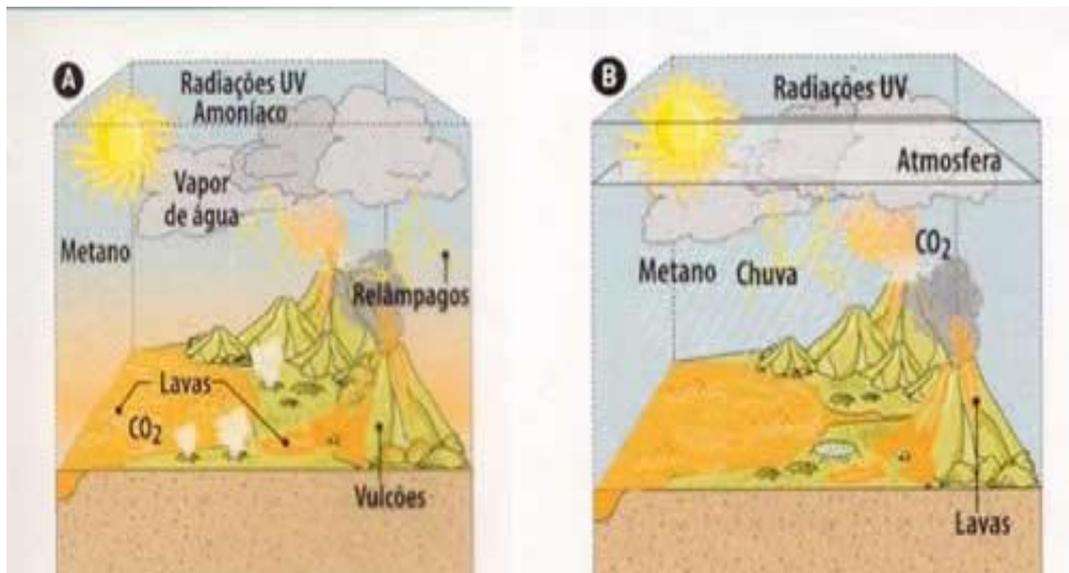
<https://pt.slideshare.net/profleonardokaplan/aula-7-ano-origem-da-vida-na-terra-45942864>

Figura 10 - Origem do universo



<https://pt.slideshare.net/SaraMarquesQueiroz/origem-do-universo-teoria-do-big-bang-44891422>

Figura 11 - Ambiente Terra Primitiva



<https://www.sobiologia.com.br/conteudos/Evolucao/evolucao4.php>

Figura 12 - Composição atmosfera primitiva

**Oparin , A I (1894-1980)**  
**Haldane, J.B.S (1892-1964)**

**Década de 1920- hipóteses semelhantes**

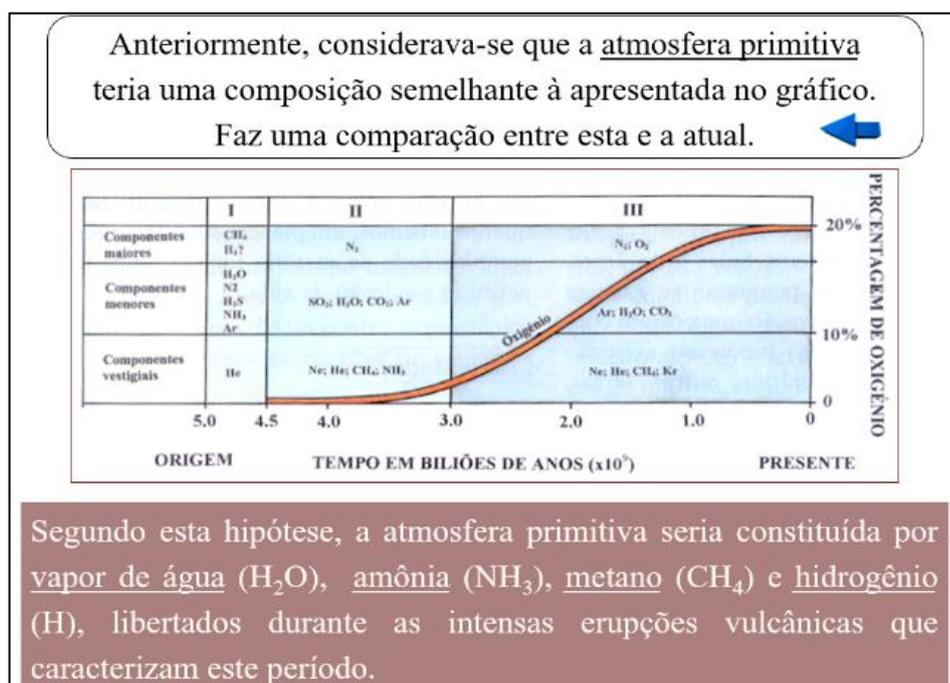
**Os primeiros seres vivos**  
**Moléculas orgânicas que teriam se formado na atmosfera primitiva e depois nos mares a partir de substâncias inorgânicas.**

**Metano CH<sub>4</sub>**  
**Amônia NH<sub>3</sub>**  
**Hidrogênio H<sub>2</sub>**  
**Vapor de H<sub>2</sub>O**

**Composição química da atmosfera primitiva**

<https://slideplayer.com.br/slide/1670846/6/images/5/3- Ahipótese de Oparin e Haldane Evolução Química.jpg>

Figura 13 - Atmosfera primitiva e a atual



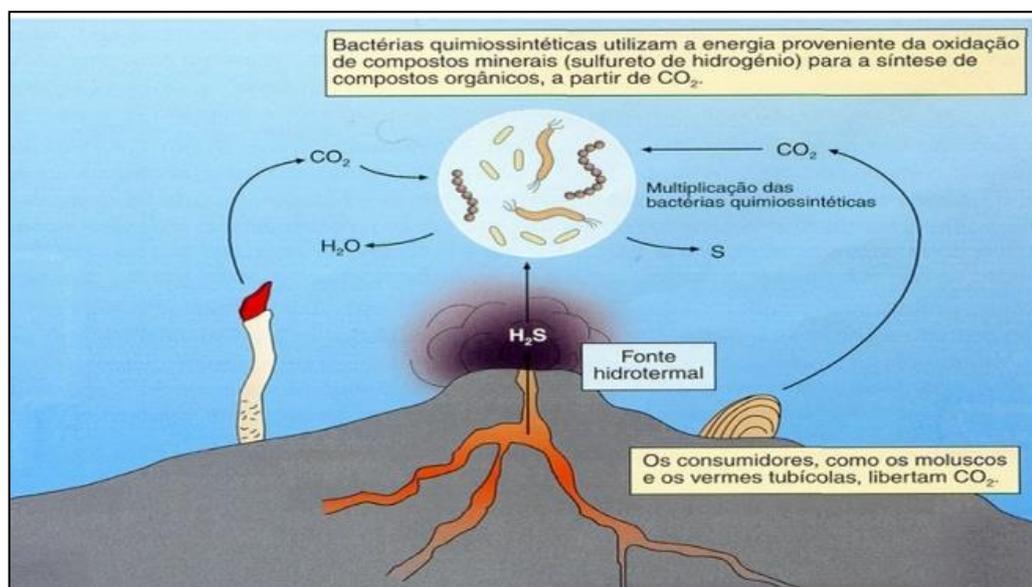
[https://images.slideplayer.com.br/33/10438959/slides/slide\\_6.jpg](https://images.slideplayer.com.br/33/10438959/slides/slide_6.jpg)

Figura 14 - Hipótese heterótrofa



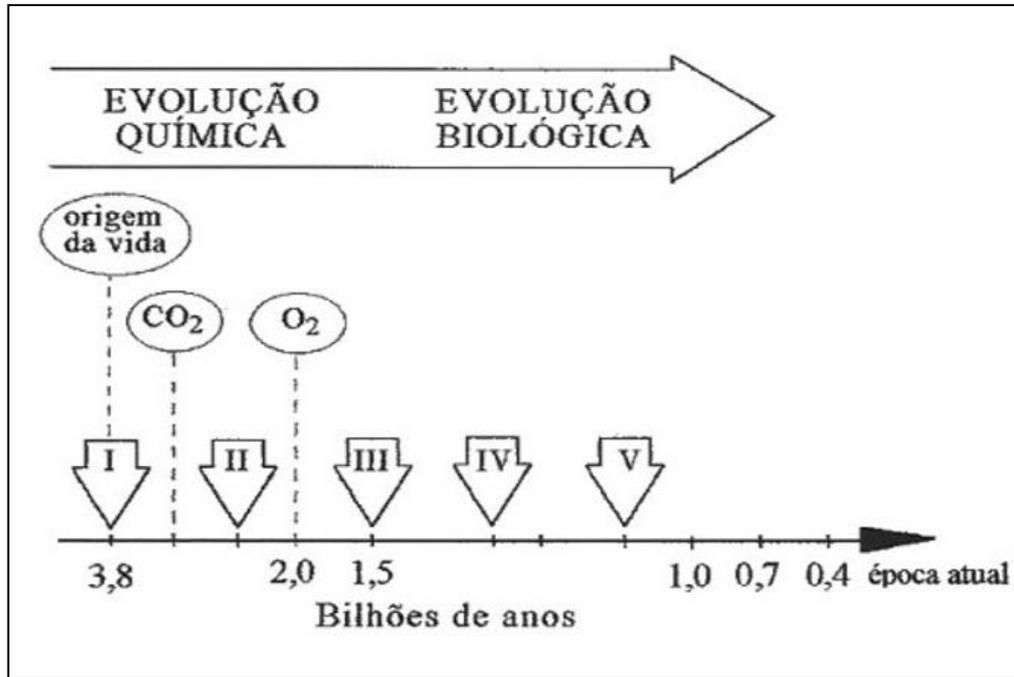
<https://image.slidesharecdn.com/aula-01-origem-da-vida-110326094522-phapp02/95/aula-01origemdavida-23-728.jpg-1301132788>

Figura 15 - Hipótese Autotrófica



<https://www.gestaoeducacional.com.br/quimiossintese-o-que-e>

Figura nº 16 - Evolução química e evolução biológica



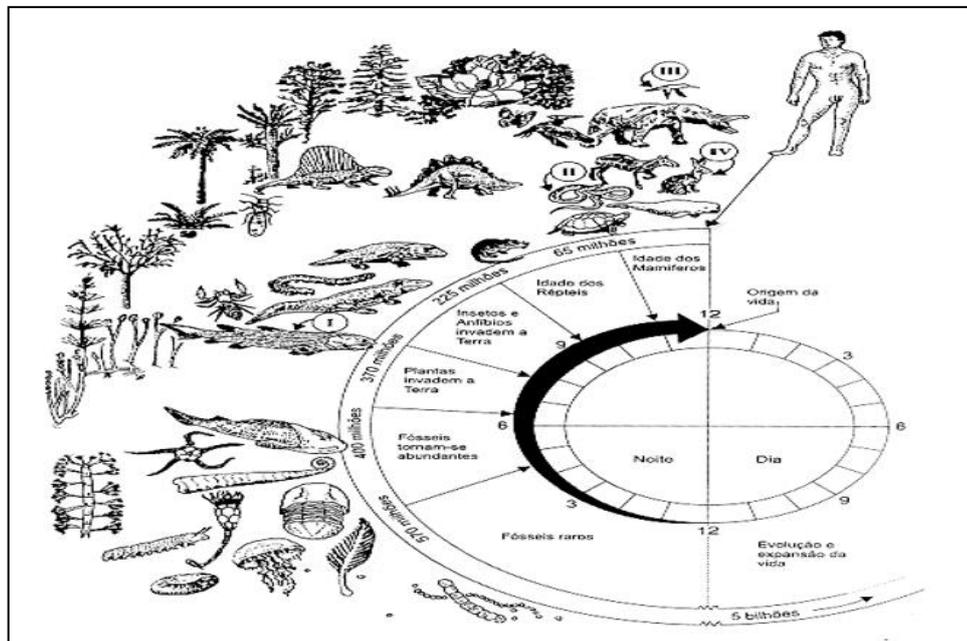
<https://djalmasantos.files.wordpress.com/2015/12/195.jpg?w=500&h=310>  
<https://image.slidesharecdn.com/microscpio-141124044710-conversion-gate02/95/o-microscpio-2-638.jpg?cb=1416804476>

Figura 17 - Árvore da vida



[http://s3.amazonaws.com/magoo/ABAAfu\\_0AL-0.jpg](http://s3.amazonaws.com/magoo/ABAAfu_0AL-0.jpg)

Figura 18 - História evolutiva



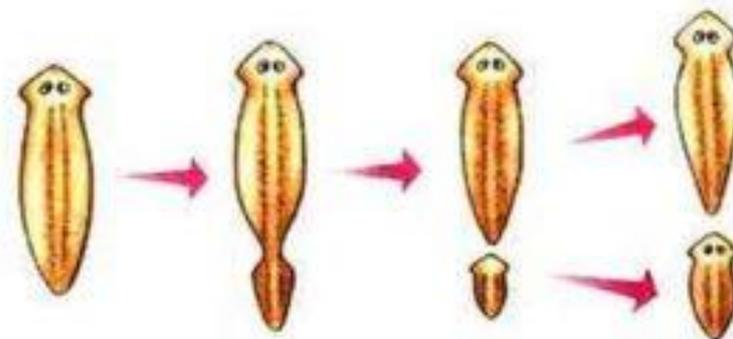
<https://www.yumpu.com/pt/document/read/18650097/fosseis-como-evidencia-de-evolucao/14>

## APENDICE E

### Primeiro ano

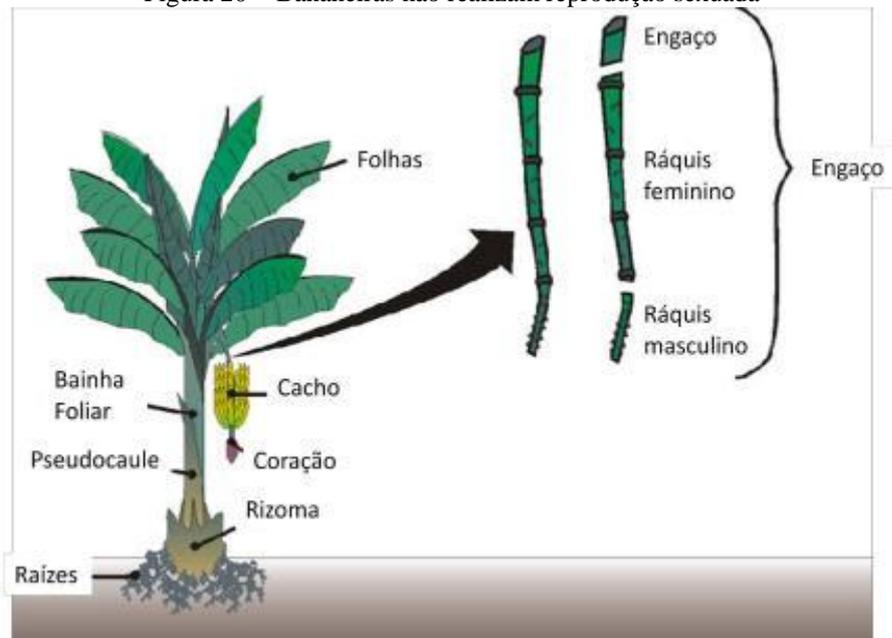
Atividade 3 - Causas das diferenças entre os seres vivos.

Figura 19 - Reprodução assexuada não origina variabilidade genética



<https://planetabiologia.com/o-que-e-reproducao-assexuada-tipos>

Figura 20 - Bananeiras não realizam reprodução sexuada



<https://www.mundoecologia.com.br/plantas/partes-da-bananeira/>

Figura 21 - Reprodução sexuada dá origem a variabilidade genética

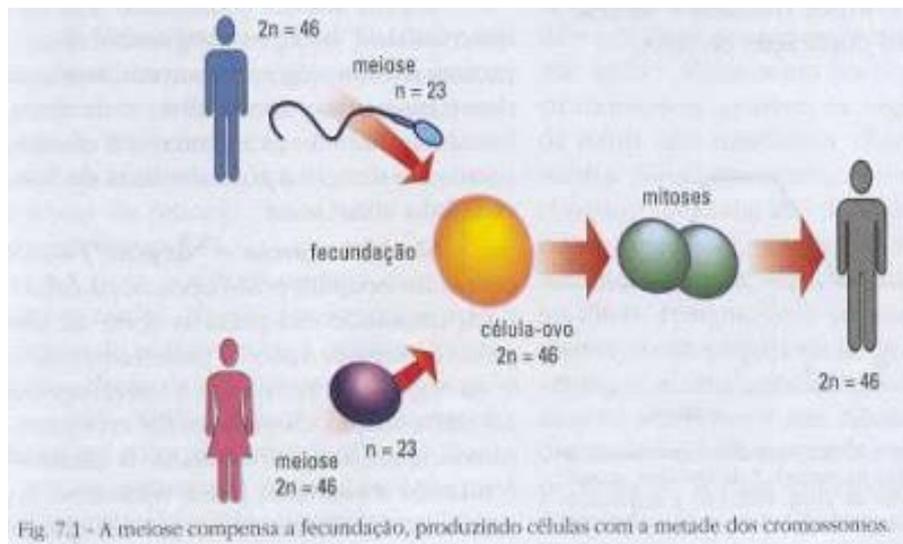
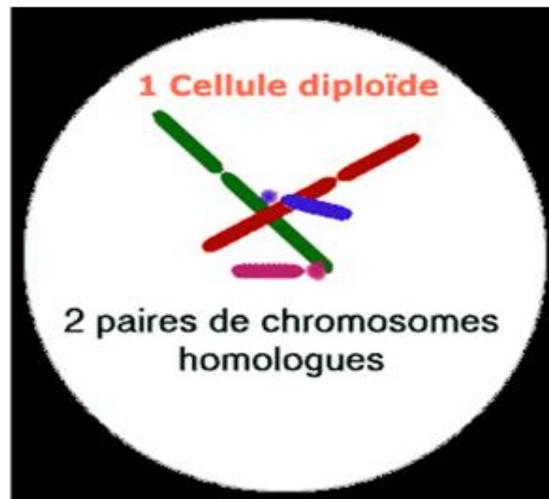


Fig. 7.1 - A meiose compensa a fecundação, produzindo células com a metade dos cromossomos.

<http://terra-online.blogspot.com/2009/11/reproducao-sexuada.htm>

Figura 22 - Meiose I

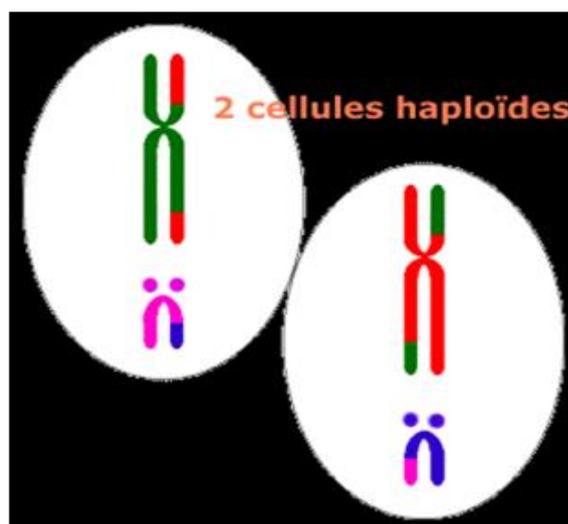
## MEIOSE I



<https://11bg.files.wordpress.com/2010/09/divisao-celular.ppt>

Figura 23 - Meiose II

## MEIOSE II



<https://11bg.files.wordpress.com/2010/09/divisao-celular.ppt>

Figura 24 - Diversidade entre indivíduos da mesma espécie

### Diversidade genética

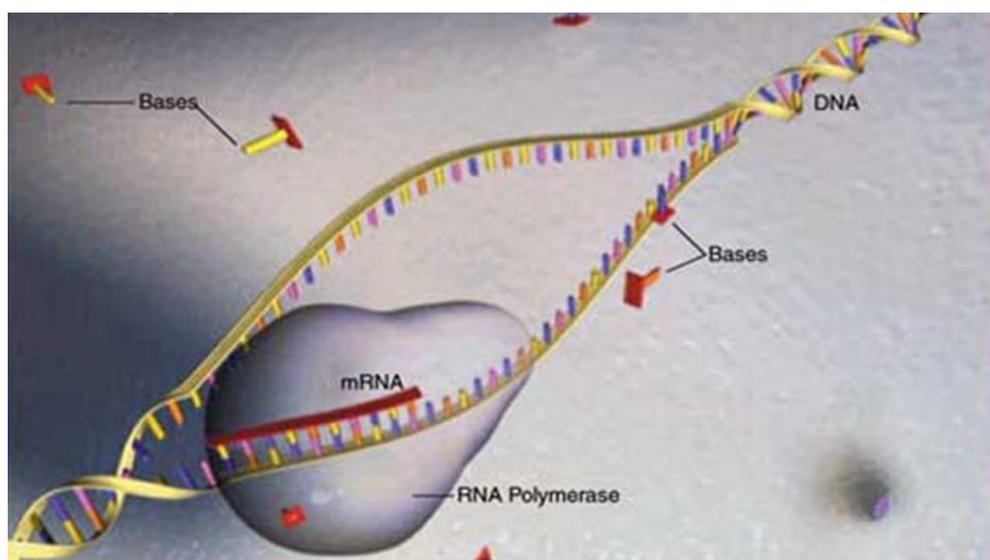


<http://totesunjoc.blog.cat/2012/03/21/sushi-fluorescent>

<http://souvegetariano.com/sem-categoria/bebes-e-filhotes-101-provas-de-que-a-fofura-nao-tem-especie>

[https://istoe.com.br/442988\\_estudo+desvenda+origem+dos+caes+domesticos](https://istoe.com.br/442988_estudo+desvenda+origem+dos+caes+domesticos)

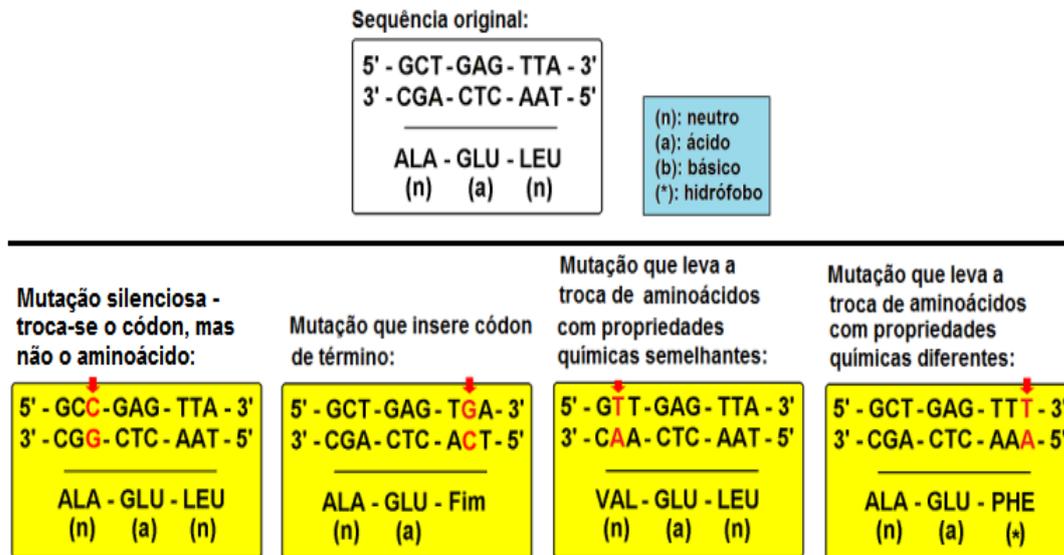
Figura 25 - Molécula de DNA e síntese proteica.



Síntese proteica : os genes em ação.

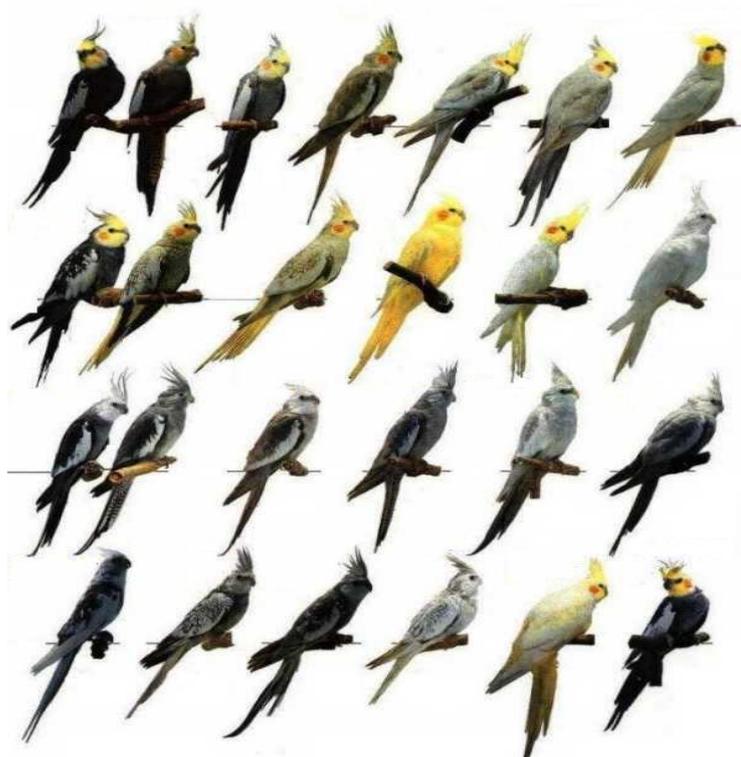
Fonte: CD comemorativo da conclusão do mapeamento do genoma humano. Revista Nature,2001

Figura 26 - Mutações gênicas



[http://www.uel.br/pessoal/rogerio/genetica/respostas/pratica\\_04.html](http://www.uel.br/pessoal/rogerio/genetica/respostas/pratica_04.html)

Figura 27 - Exemplo de mutação e diversidade genética



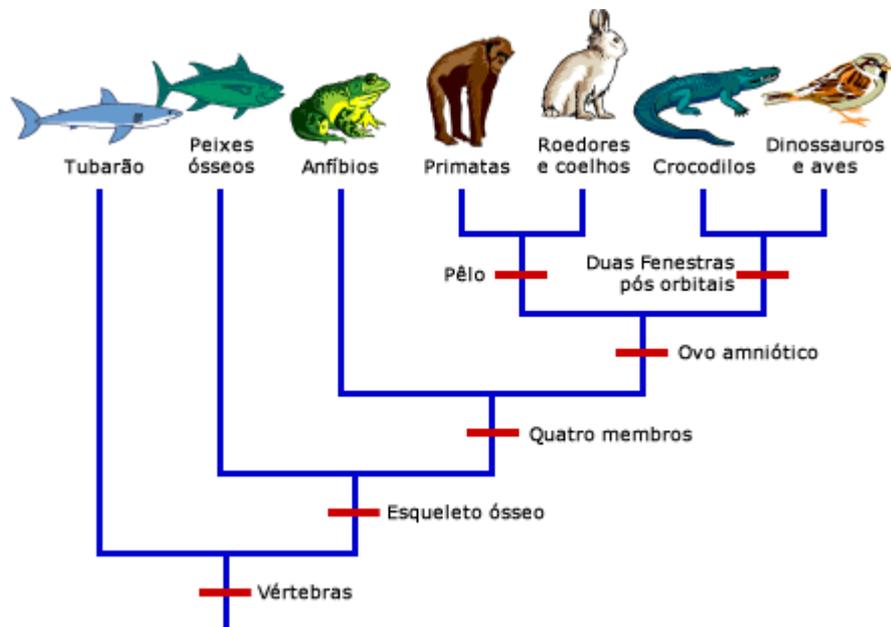
<https://calopsitasvr.files.wordpress.com/2013/06/mutacoes.jpg>

Figura 28 - Importância dos fósseis



[https://www.educabras.com/ensino\\_medio/materia/biologia/evolucao/aulas/evidencias\\_da\\_evolucao](https://www.educabras.com/ensino_medio/materia/biologia/evolucao/aulas/evidencias_da_evolucao)

Figura 29 - Cladogramas



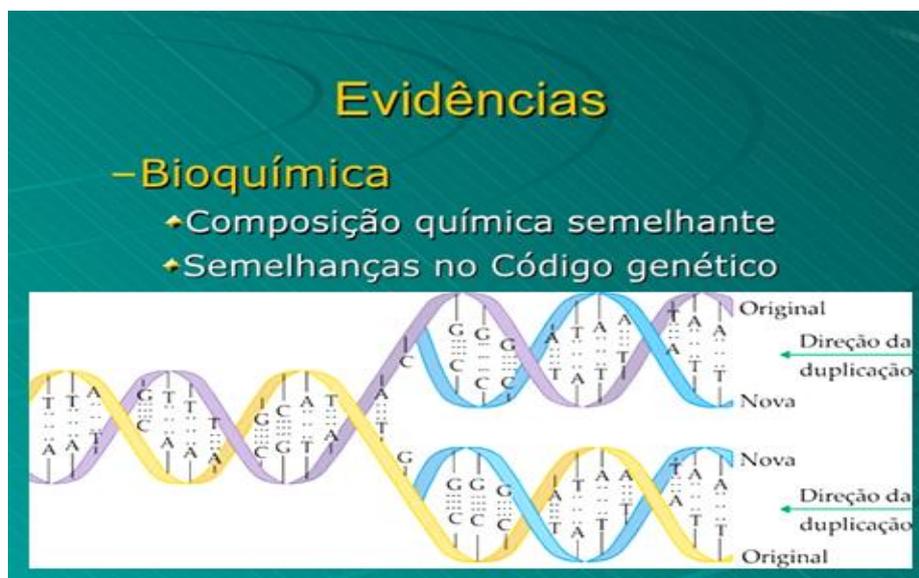
<http://www.ib.usp.br/evosite/evo101/IIHistory.sh>

## APÊNDICE F

Primeiro ano

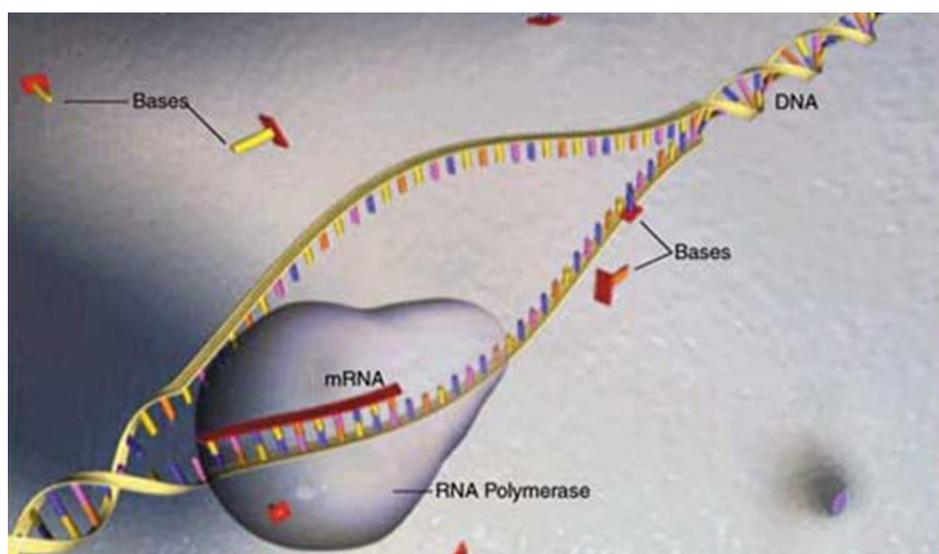
### Atividade 4: Evidências da evolução dos seres vivos

Figura 30 - Replicação do DNA



<https://www.sobiologia.com.br/conteudos/Citologia2/AcNucleico3.php>

Figura 31 - Síntese de proteínas



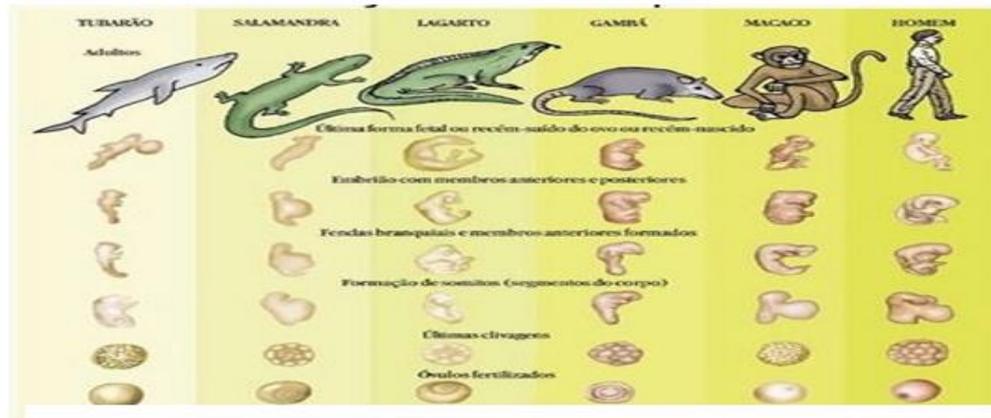
Síntese proteica : os genes em ação.

Fonte: CD comemorativo da conclusão do mapeamento do genoma humano. Revista Nature,2001

Figura 32 - Embriologia comparada

## Embriologia comparada

Na comparação do desenvolvimento embrionário de algumas classes de animais vertebrados, encontramos similaridades.

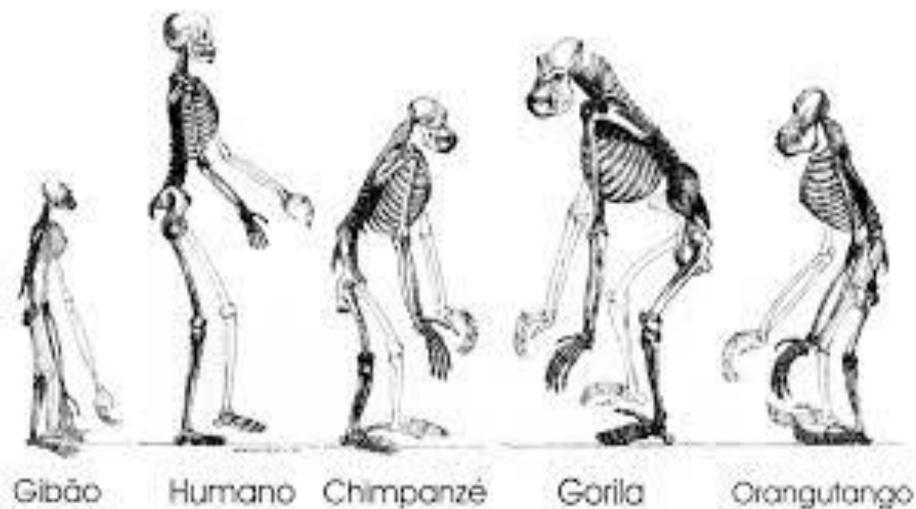


<http://evolucaopura.blogspot.com/2014/07/a-filogenia-e-as-evidencias-evolutivas.html>

Figura 33 - Anatomia comparada

## ANATOMIA COMPARADA

Comparação de esqueletos de alguns primatas

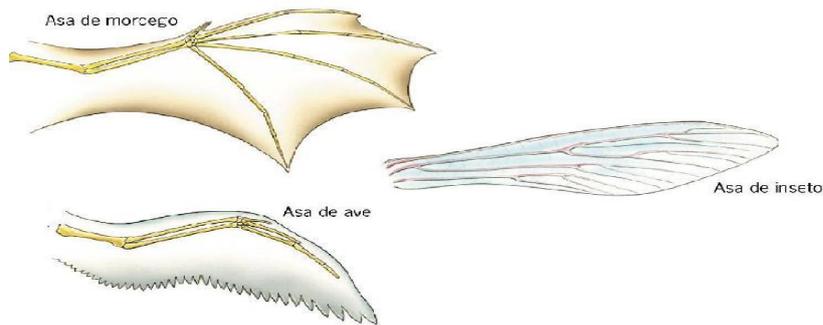


<http://cienciahoje.org.br/coluna/a-evolucao-cosmica>

Figura 34 - órgãos análogos

## ÓRGÃOS ANÁLOGOS

Podem exercer a mesma função, mas possuem origens e características anatômicas e fisiológicas diferentes.

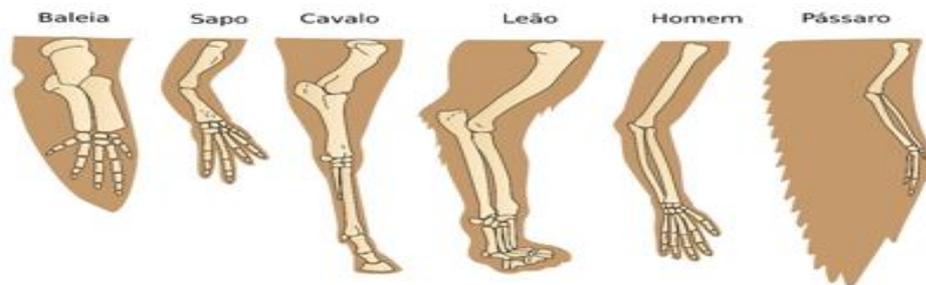


[http://www.biowiki.com.br/doku.php?id=orgaos\\_analogos](http://www.biowiki.com.br/doku.php?id=orgaos_analogos)

Figura 35 – Órgãos homólogos

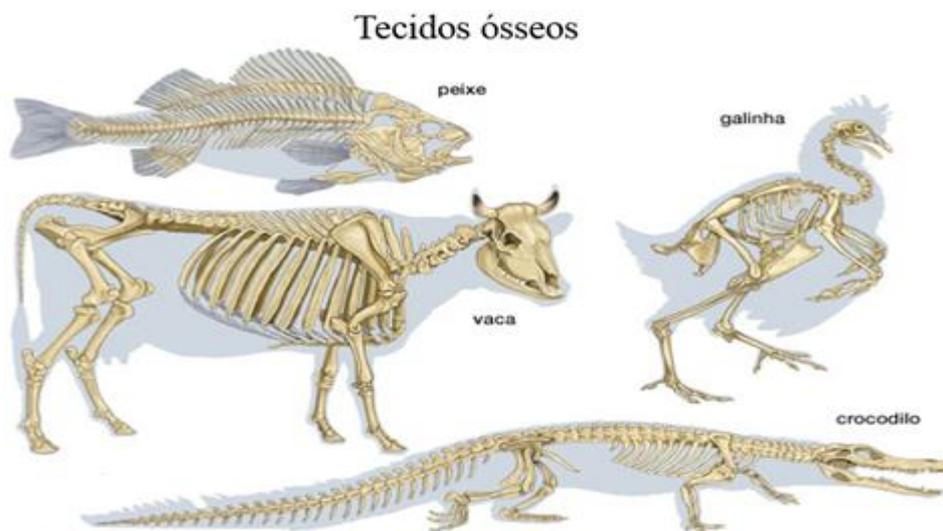
## ÓRGÃOS HOMÓLOGOS

Possuem a mesma estrutura, a mesma origem embriológica e podem ou não desempenhar a mesma função.



[https://www.google.com/search?q=semelhancaentreasdiferentespecies&rlz=1C1AVFB\\_enBR826BR826&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwji2frKqOfiAhV8ILkGHVo\\_Cg4Q\\_AUIESgC&biw=1448&bih=738&dpr=0.9#imgrc=m-aeK0TWwNKAYM](https://www.google.com/search?q=semelhancaentreasdiferentespecies&rlz=1C1AVFB_enBR826BR826&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwji2frKqOfiAhV8ILkGHVo_Cg4Q_AUIESgC&biw=1448&bih=738&dpr=0.9#imgrc=m-aeK0TWwNKAYM)

Figura 36 - Tecidos ósseos



2010, Encyclopaedia Britannica, Inc

Figura 37 - Estudo dos fósseis.

## O ESTUDO DOS FÓSSEIS

O estudo dos fósseis permite compreender a evolução dos seres vivos, ao se desvendar como as espécies se modificaram ao longo do tempo. Assim é possível remontar a história evolutiva dos grandes grupos de seres vivos atuais (macroevolução)

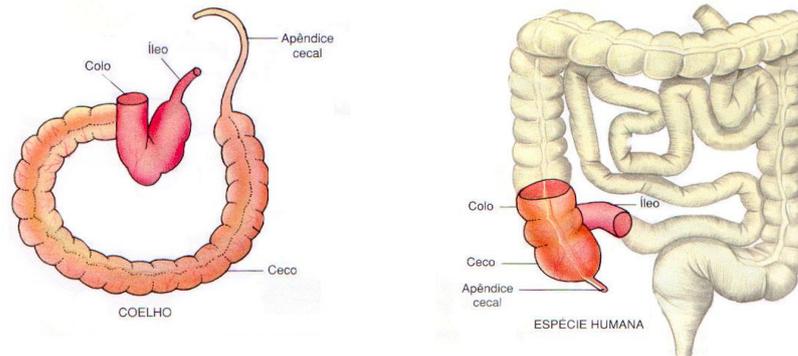


<https://mundoeducacao.bol.uol.com.br/biologia/evidencias-evolucao.htm>

Figura - 38 Órgãos Vestigiais

## ÓRGÃOS VESTIGIAIS

### Estruturas atrofiadas e sem função evidente



<https://slideplayer.com.br/slide/1852028>

Figura 39 - Diversidade genética

## Diversidade genética (diversidade de genes)

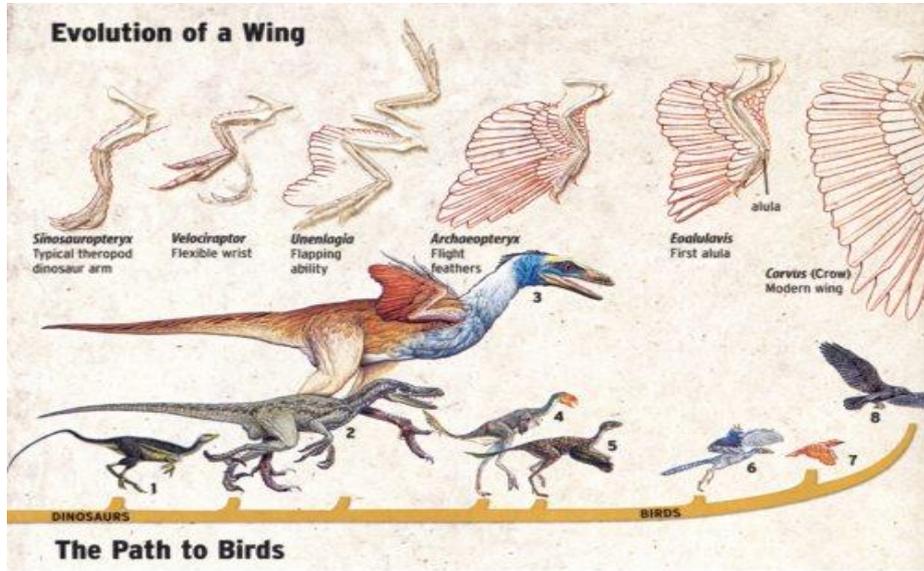
### IRRADIAÇÃO ADAPTATIVA DOS MAMÍFEROS



<http://aneste.org/irradiaco-adaptativa-homologia.html>

Figura 40 - Algumas histórias evolutivas

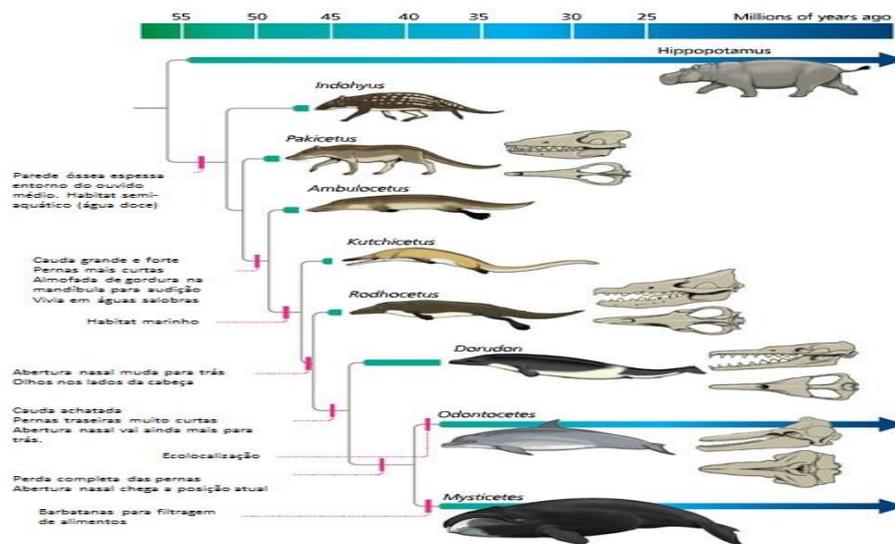
### ALGUMAS HISTÓRIAS EVOLUTIVAS



<https://thejackelcolumn.wordpress.com/2014/08/02/evolution-wings-of-the-modern-bird>

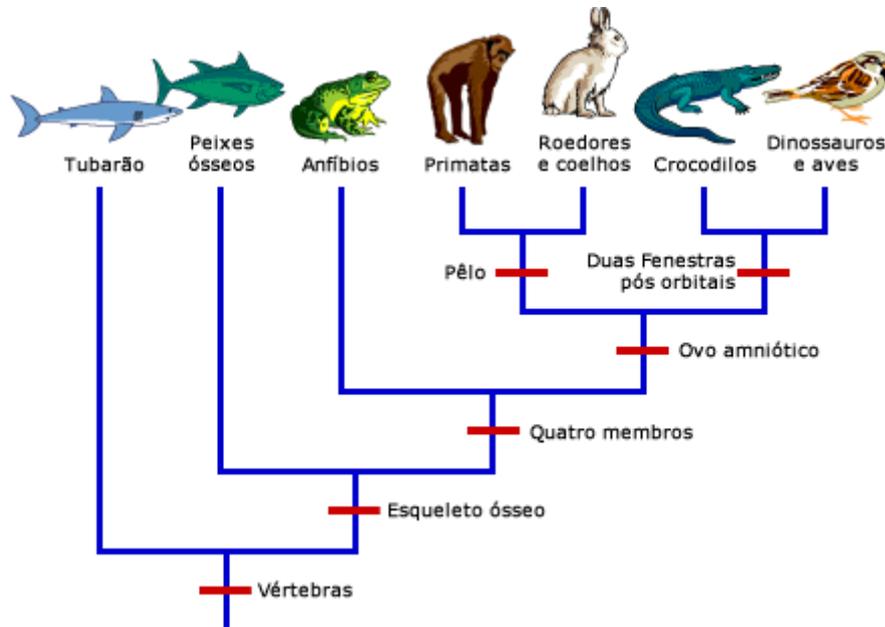
Figura 41 - Macroevolução do grupo das baleias

### Macroevolução surgem novas espécies



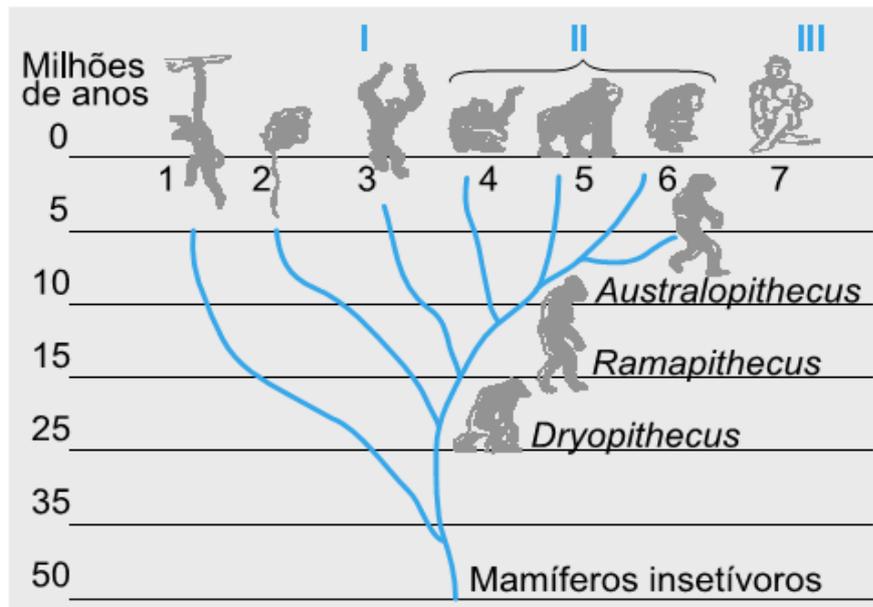
<http://2.bp.blogspot.com/-YR-CpCellz8/VPjrnTE6oI/AAAAAAAAAACK/V6NfmU5ZgaI/s1600>

Figura 42 - cladograma vertebrados



<http://www.ib.usp.br/evosite/evo101/IIHistory.sh>

Figura 43 - Evolução humana



Árvore filogenética provável dos antropóides

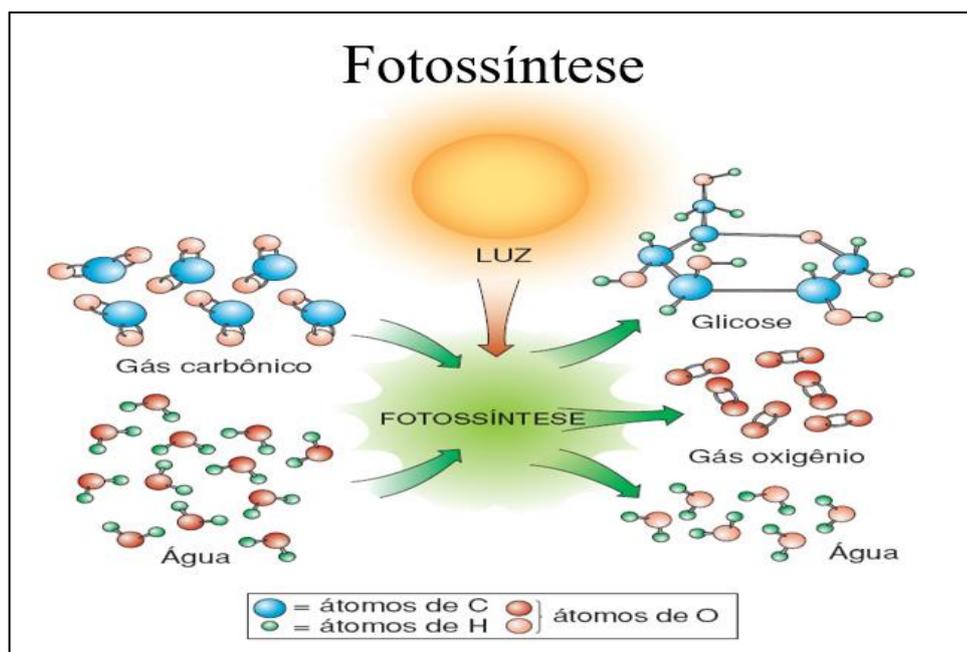
<https://djalmasantos.wordpress.com/2011/03/12/testes-sobre-evolucao-humana>

## APÊNDICE G

Segundo ano

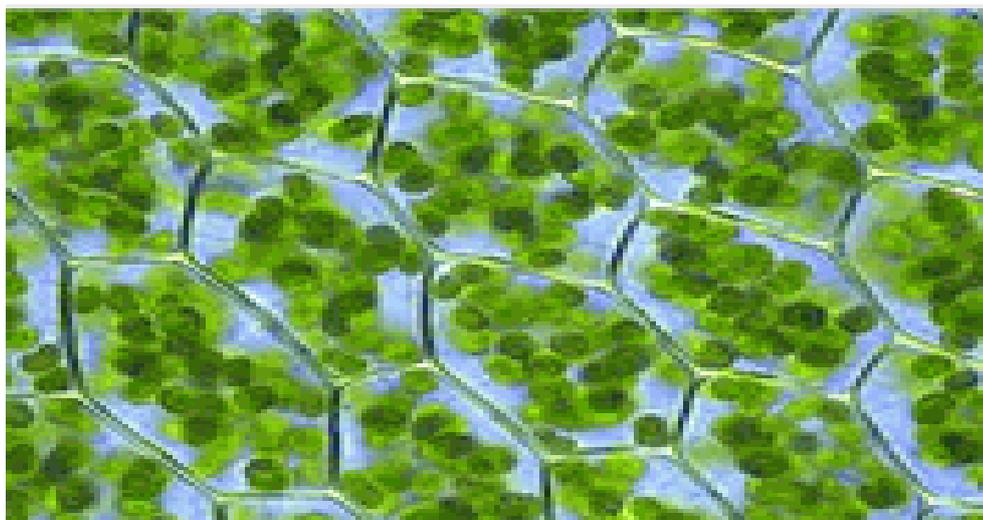
Atividade 1 - De onde vem a energia utilizada pelos seres vivos

Figura 44 - Fotossíntese



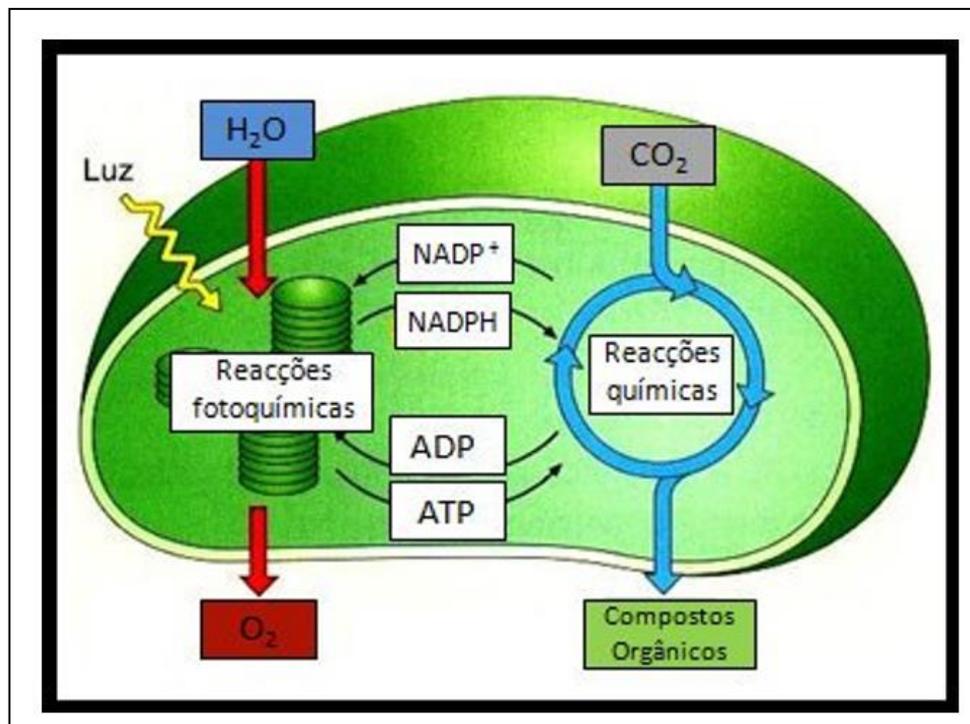
<https://slideplayer.com.br/slide/3330766>

Figura 45 - Cloroplasto



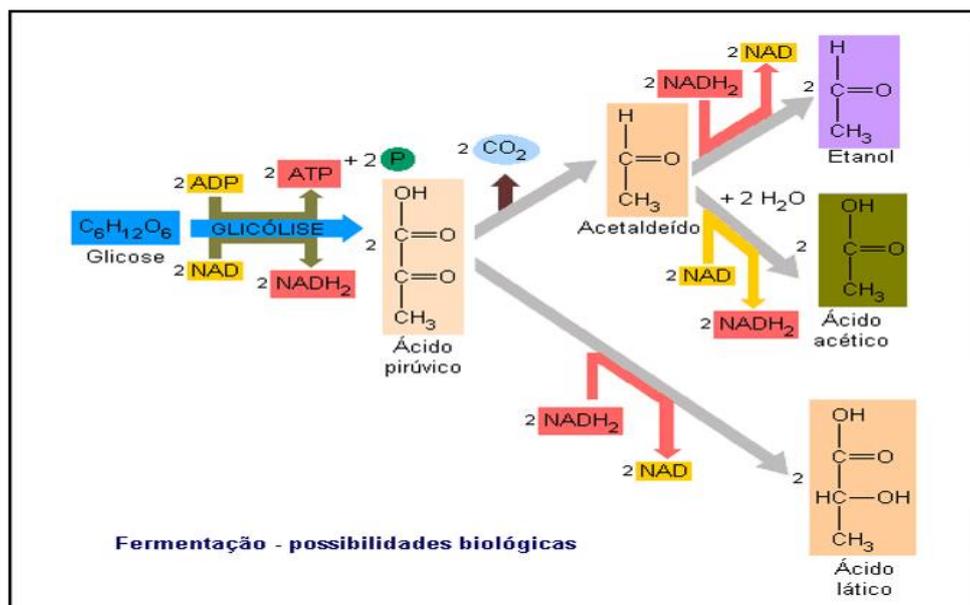
<https://www.todabiologia.com/botanica/cloroplastos.htm>

Figura 46 Cloroplasto x fotossíntese



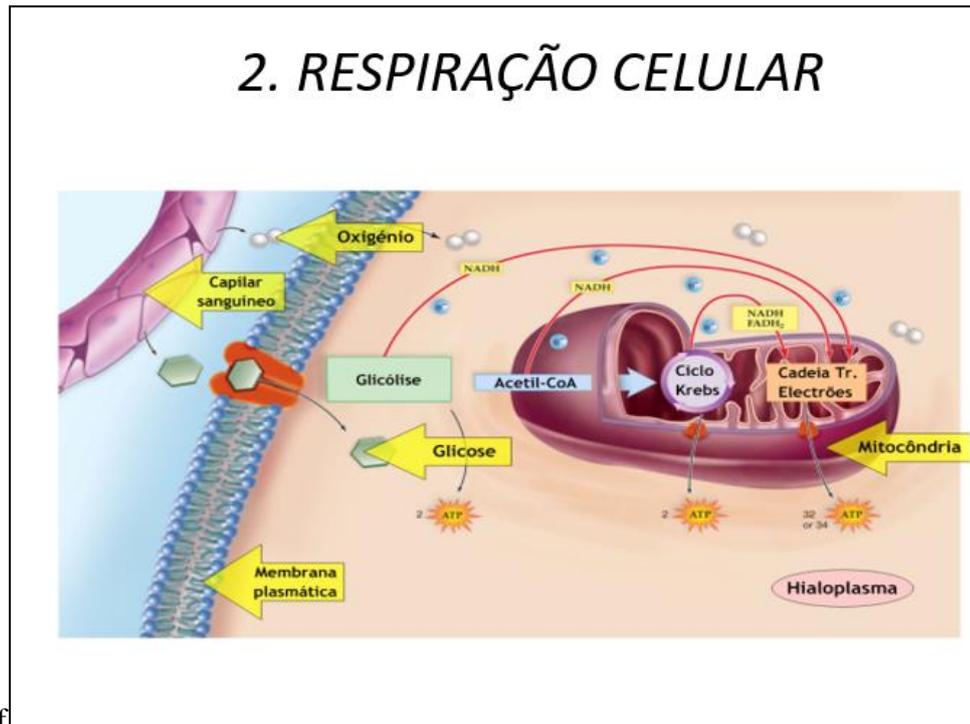
<http://www.euquerobiologia.com.br/site/wp-content/uploads/2011/12/FOTOSSINTESE-DONEE.jpg>

Figura 47 - Fermentação



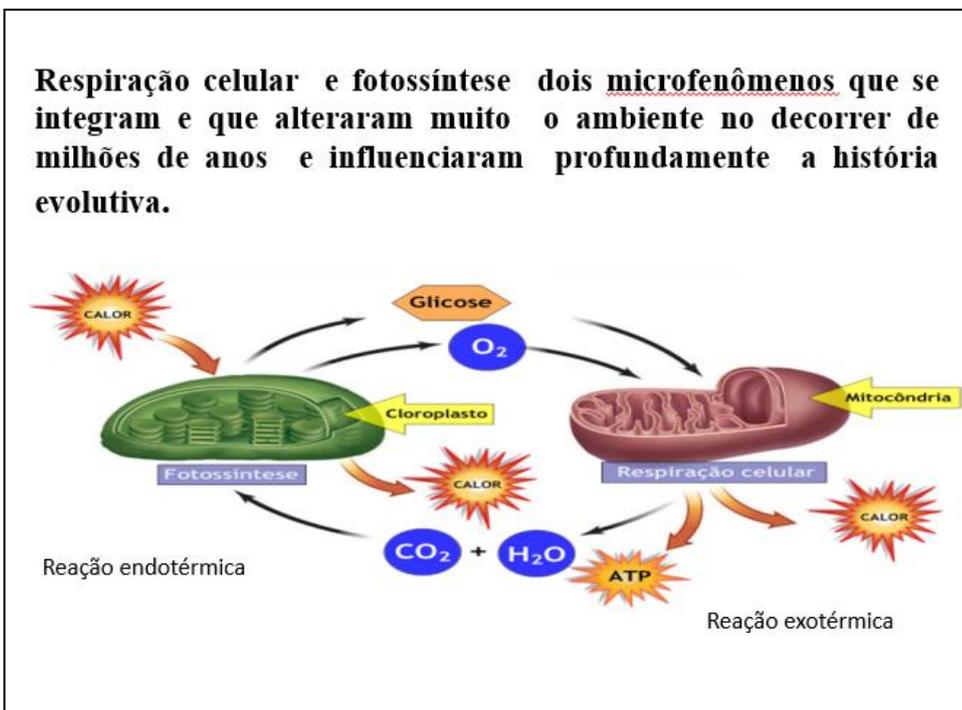
[https://www.educabras.com/ensino\\_medio/materia/biologia/citologia/aulas/fermentacao](https://www.educabras.com/ensino_medio/materia/biologia/citologia/aulas/fermentacao)

Figura 48 - Respiração celular



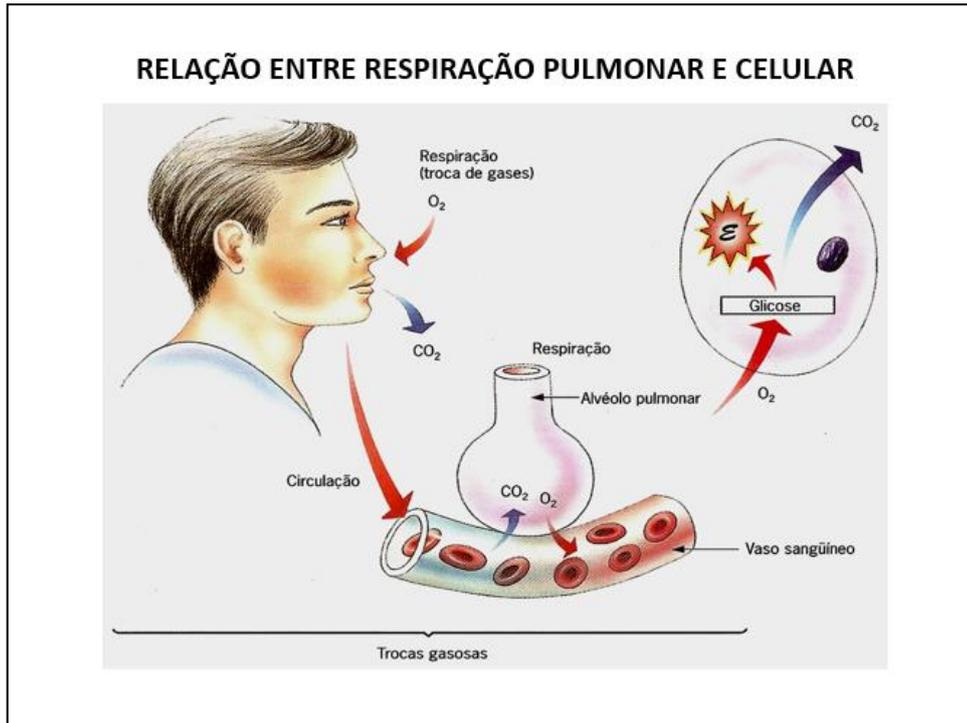
<https://blogdoenem.cobr/biologia-enem-respiracao-celular>

Figura 49 - Respiração x fotossíntese



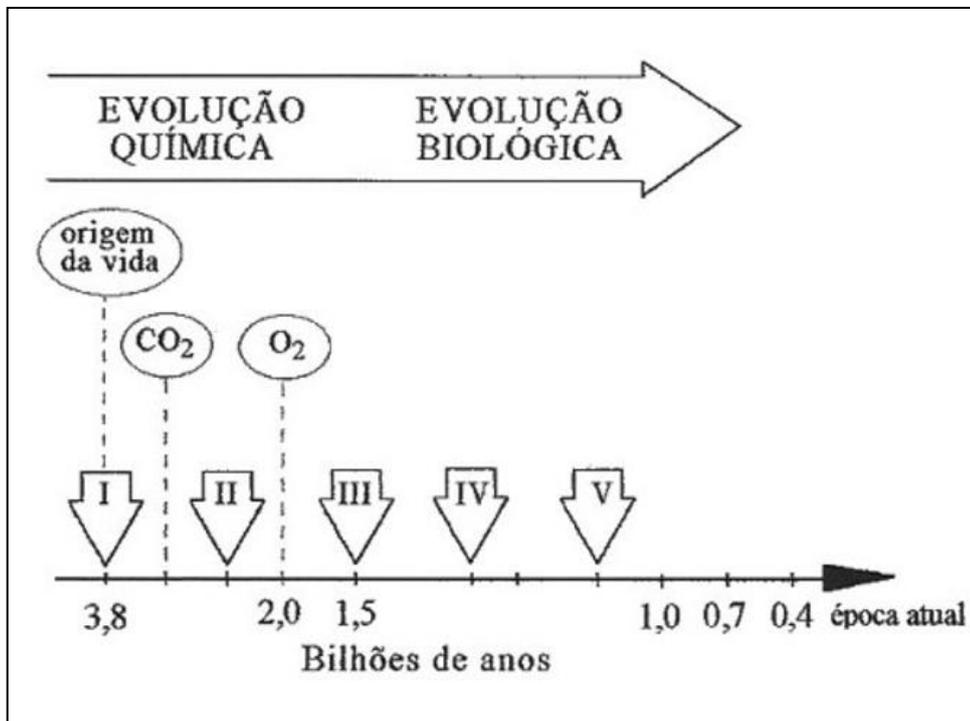
<http://biologiadaweb.blogspot.com/2013/07/respiracao-celular-vs-fotossintese.html>

Figura - 50 Respiração pulmonar



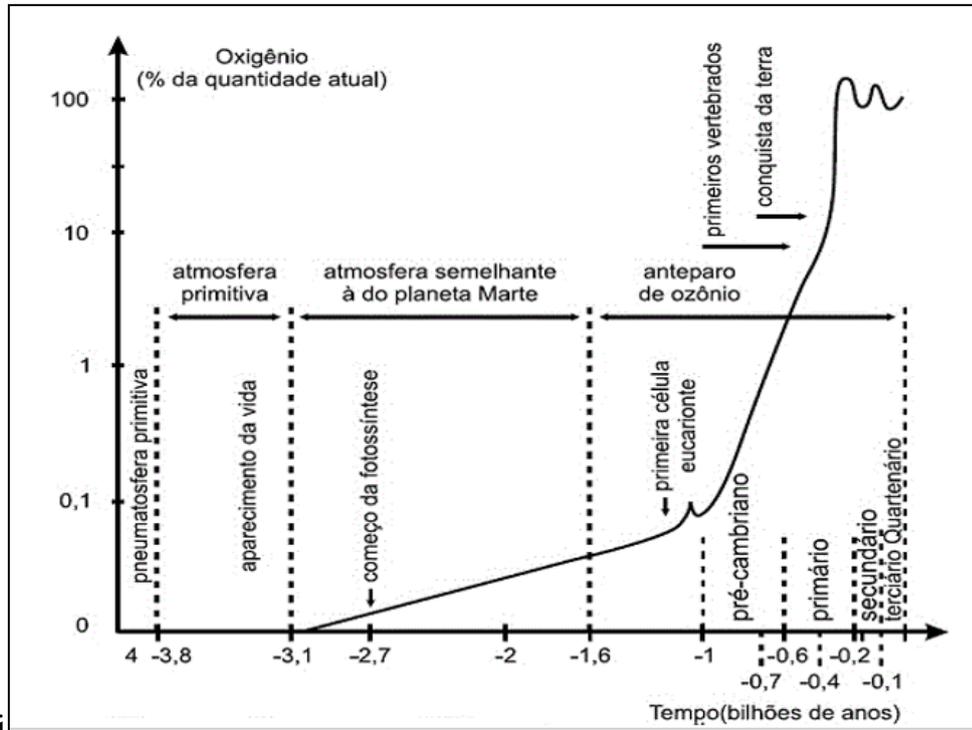
<https://pt.slideshare.net/elciotx/metabolismo-energetico-9907579>

Figura 51 - Evolução química e evolução biológica



<https://djalmasantos.files.wordpress.com/2015/12/195.jpg?w=500&h=310>

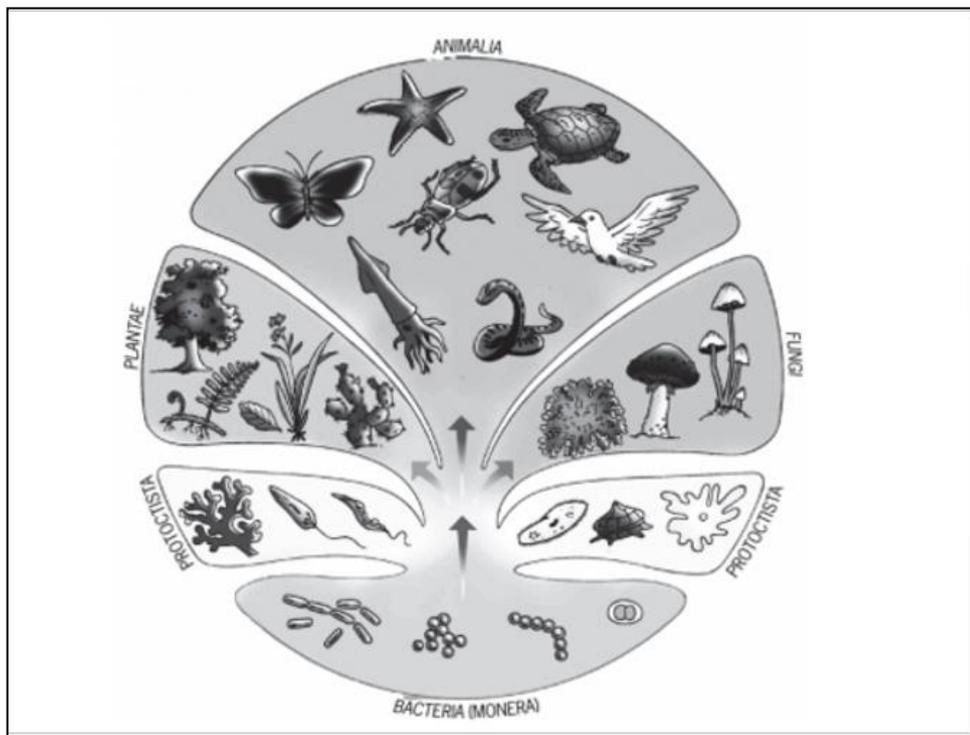
Figura 52 - Constituição da atmosfera com o passar do tempo.



Fi

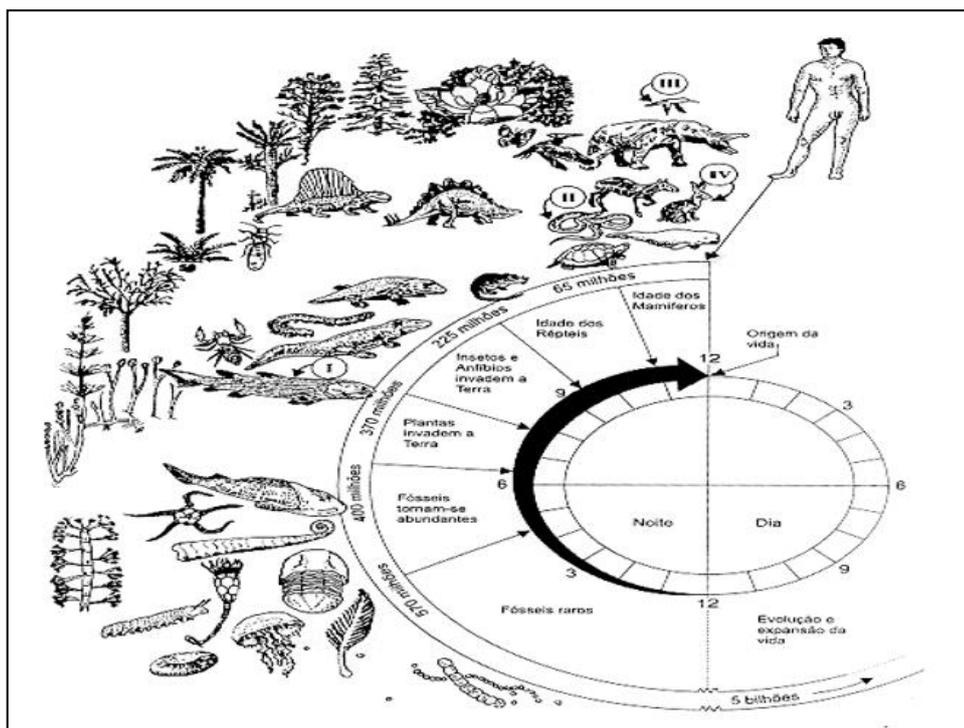
<https://www.vestibulandoweb.com.br/educacao/biologia/questoes-origem-da-vida>

Figura 53 – Biodiversidade



<https://rachacuca.com.br/educacao/vestibular/tags/biologia>

Figura 54 - História evolutiva



<https://www.yumpu.com/pt/document/read/18650097/fosseis-como-evidencia-de-evolucao/14>

## APÊNDICE H

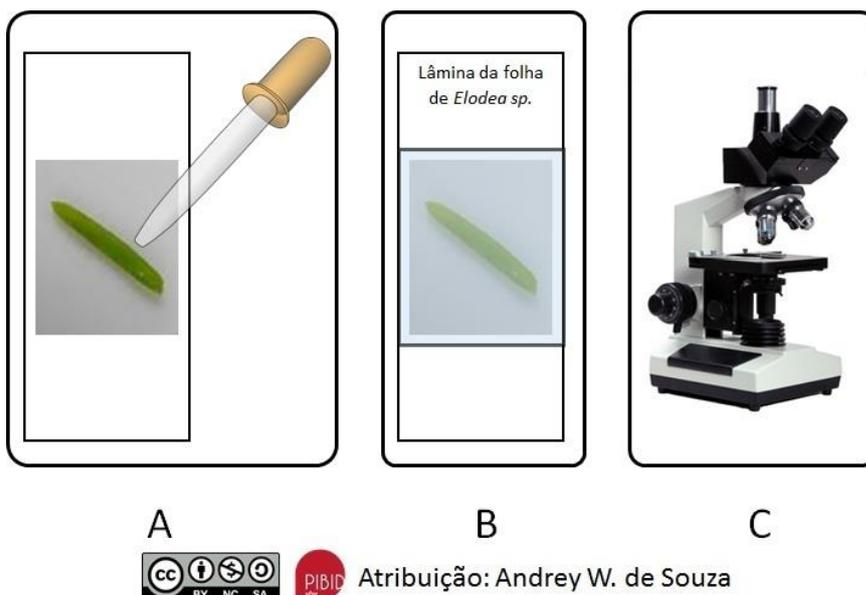
### Experimentos

Experimento 1: Observação ao microscópio de luz dos cloroplastos nas folhas de *Elodea sp.*

Os cloroplastos são plastídeos que se autorreplicam e que são os sítios de assimilação de CO<sub>2</sub>. Eles estão presentes em todos os tecidos verdes das plantas e das algas e são de fácil visualização sob microscopia de luz.

Para realizar o experimento:

- A) coloque uma folha da planta sobre uma lâmina,
- B) adicione algumas gotas de água e cubra com uma lamínula.
- C) coloque o preparado no microscópio e observe.



Atribuição: Andrey W. de Souza

[http://www.nuepe.ufpr.br/blog/?page\\_id=4419](http://www.nuepe.ufpr.br/blog/?page_id=4419), acessado em 14/03/2017.

Durante a observação pode-se aproximar uma fonte de luz da lâmina, o que provocará o movimento dos cloroplastos. Dessa forma fica evidente a importância da luz para a realização da fotossíntese.

## Experimento 2

Fotossíntese em *Elodea sp.*

Os organismos fotossintéticos capturam a energia solar e formam ATP e NADPH, que são usados como fonte de energia para sintetizar carboidratos e outros compostos orgânicos a partir de  $\text{CO}_2$  e  $\text{H}_2\text{O}$ . Os organismos heterotróficos se alimentam desses compostos orgânicos produzidos pelos vegetais, utilizando-os para a produção de energia através da degradação desses produtos orgânicos, ricos em energia da fotossíntese, em  $\text{CO}_2$  e  $\text{H}_2\text{O}$  com o auxílio do  $\text{O}_2$  que é liberado pela planta para a atmosfera durante a fotossíntese.

Como vimos, a energia solar, o dióxido de carbono e a água, são elementos essenciais para a fotossíntese, ou seja, para a produção de compostos orgânicos pelas plantas e liberação de oxigênio na atmosfera. Sendo assim, o experimento a seguir deve colaborar para o entendimento do aluno de como ocorre esse processo de fotossíntese e qual a importância dos elementos citados para sua ocorrência.

### PROCEDIMENTOS:

A) em um béquer de vidro de 600 ml colocar um ramo de *Elodea sp.* e cobri-lo completamente com um funil embocado.

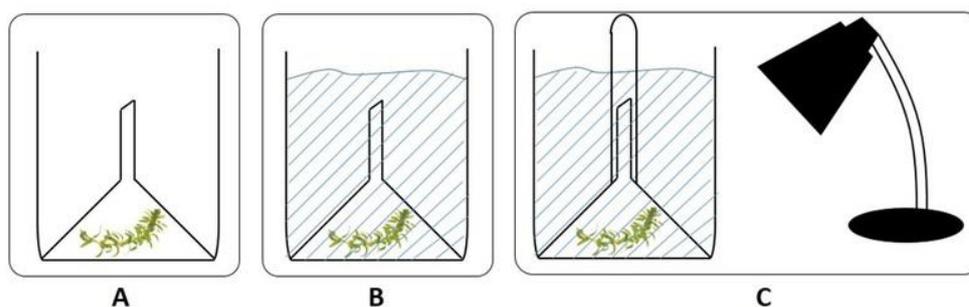
B) preencher o béquer com água contendo bicarbonato de sódio dissolvido, de tal forma que todo o funil fique submerso na solução.

C) colocar um tubo de ensaio encaixado na haste do funil, tomando cuidado para que não se formem bolhas.

Aproximar uma luminária acesa e aguardar cerca de 30 minutos para observar os resultados.

Observa-se a formação de bolhas que vão se acumulando no fundo do tubo de ensaio.

Qual será o gás que se formou durante esse fenômeno?



Atribuição: Andrey W. de Souza

([http://www.nuepe.ufpr.br/blog/?page\\_id=4419](http://www.nuepe.ufpr.br/blog/?page_id=4419), acessado em 14/03/2017).

### Experimento 3:

O processo fermentativo desenvolvido pelos fungos.

Material necessário

- uma bexiga (ou balão de festa);
- 100 ml de água morna;
- Três colheres de fermento biológico (usado para fazer pães, encontrado em supermercados e padarias);
- Três colheres de chá de açúcar
- uma garrafa de plástico, tipo pet, com capacidade para 500 ml.

\*Ao invés da garrafa podem ser utilizados tubos de ensaio. Nesse caso as proporções de água morna, fermento biológico e açúcar devem ser proporcionais.

Procedimentos:

Misturar em um recipiente a água morna, o açúcar e o fermento biológico. Colocar a mistura na garrafa ou nos tubos de ensaio e em seguida colocar o balão na abertura da garrafa ou do tubo. Após algum tempo serão formadas bolhas de gás que se acumularão no interior do balão, conforme se observa na figura abaixo.

Qual será esse gás ?



Fonte: Valdete F.dos Santos Souza

<http://valdeteciencias.blogspot.com.br/2011/09/no-dia-13092011>

Os experimentos 02 e 03 caracterizam-se pela formação de gases. Podemos identificar esses gases através de procedimentos simples.

Para o experimento 02 deve-se retirar o tubo de ensaio com cuidado e vira-lo bem devagar, fazendo com que o gás produzido se aproxime de sua abertura. Deve-se aproximar uma piaçava em brasa e liberar o gás lentamente e aproximar a brasa. A chama irá aumentar, demonstrando que se trata de um gás comburente, ou seja, o oxigênio.

Para o experimento 03 deve-se utilizar uma solução alcalina (água de cal) que será colocada em um tubo de ensaio. Em seguida utilizando o indicador de pH fenolftaleína tornara a solução de cor avermelhada. Sabe-se que o  $\text{CO}_2$  misturado com a água forma o ácido carbônico e deixa o pH da solução ácido.

Para comprovar que dentro do balão há  $\text{CO}_2$ , deve-se recolher o balão com cuidado prendendo o gás do seu interior. Em seguida coloca-se o balão em um tubo de ensaio com solução de água de cal e fenolftaleína. Emborca-se o tubo e a solução de cor avermelhada vai para dentro do balão. Faz-se uma mistura rápida entre solução e o gás presente no interior do balão. Ao retornar para o tubo de ensaio a solução agora está incolor o que demonstra que dentro do balão havia  $\text{CO}_2$  que deixou o pH da solução ácido que torna a fenolftaleína incolor.

Dessa forma conclui-se que a fotossíntese e a fermentação ao liberem o oxigênio e o gás carbônico respectivamente para o ambiente causaram mudanças, promovendo a seleção de características adaptativas positivas que gradualmente (microevolução), foram permitindo o surgimento de processos energéticos mais eficientes, que foram imprescindíveis para o surgimento dos grandes grupos de seres vivos atuais.(macroevolução).

## APÊNDICE I

Segundo ano

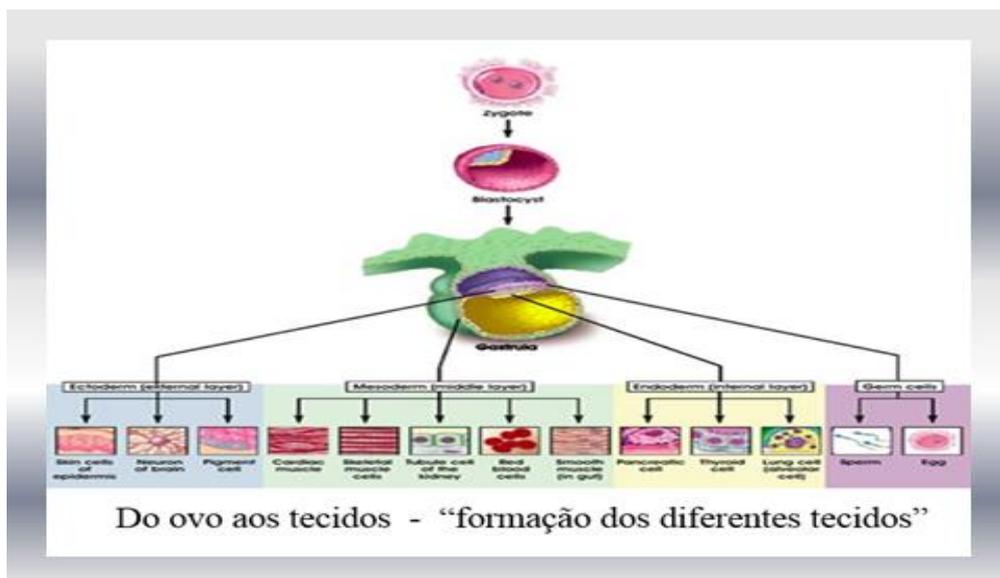
## Atividade 3 - Como as células funcionam

Figura - 55 Níveis de organização dos seres vivos.



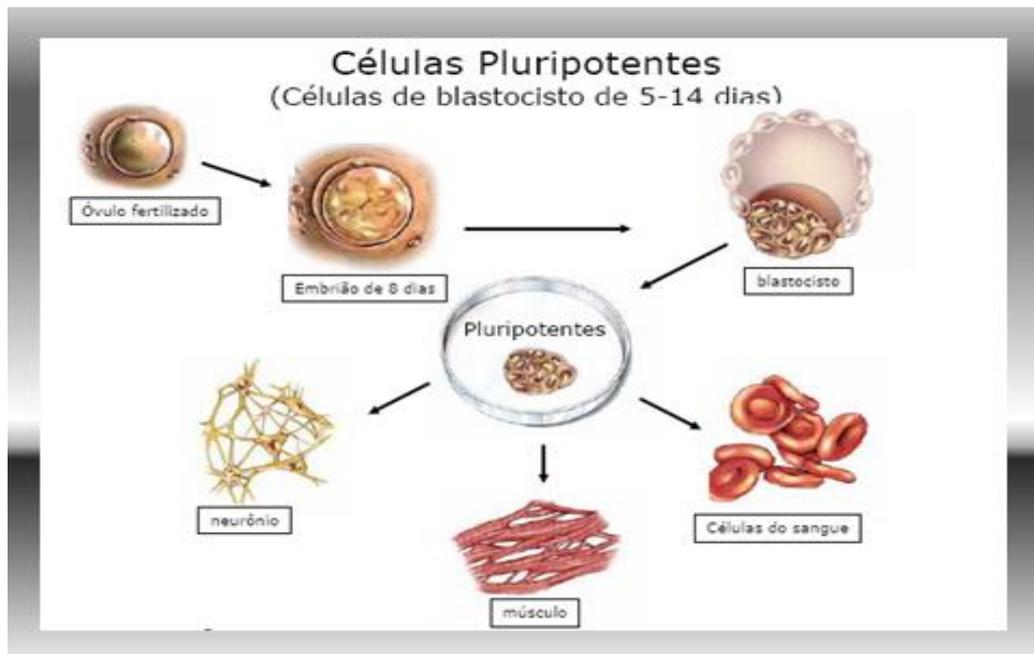
<https://illburnmymind.files.wordpress.com/2011/12/niveis1.jpg>

Figura 56 - Diferenciação celular



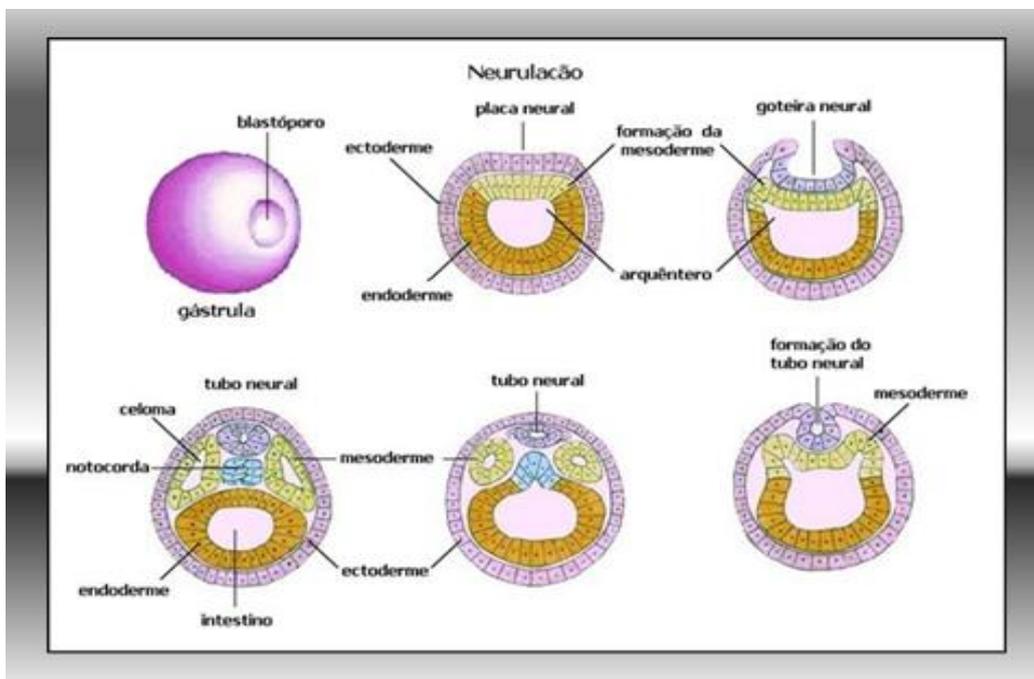
[https://stemcells.nih.gov/sites/all/themes/stemcells\\_theme/stemcell\\_includes/figure11.jpg](https://stemcells.nih.gov/sites/all/themes/stemcells_theme/stemcell_includes/figure11.jpg)

Figura 57 - Células tronco



<http://biocelulastronco.blogspot.com/2011/11/entenda-melhor-sobre-celulas-tronco.html>

Figura 58 - Desenvolvimento embrionário



<https://slideplayer.com.br/slide/380549/3/images/1/GASTRULAÇÃO-NEURULAÇÃO>

Figura 59 – Folhetos embrionários

| Evolução dos folhetos embrionário nos mamíferos |  |
|---|--|
| Folhetos Embrionários                           | Estruturas   |
| Ectoderme                                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>. Epiderme</li> <li>. Anexos epidérmicos (glândulas, unhas e pelos).</li> <li>. Esmalte dos dentes.</li> <li>. Revestimento da cavidade bucal, nasal e anal.</li> <li>. Encéfalo, gânglios, medula espinhal e nervos.</li> <li>. Cristalino, retina e córnea</li> </ul> |
| Mesoderme                                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>. Derme</li> <li>. Músculos estriados, lisos e cardíacos</li> <li>. Vértebra e esqueleto</li> <li>. Sistema urogenital</li> <li>. Tecidos conjuntivos.</li> <li>. Sistema cardiovascular e linfático.</li> <li>. Pericárdio, pleura e peritônio.</li> </ul>             |
| Endoderme                                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>. Epitélio do tubo digestivo (exceto boca e ânus) e suas glândulas anexas e revestimento da bexiga urinária e do sistema respiratório</li> </ul>  |

[https://images.slideplayer.com.br/38/10820452/slides/slide\\_15.jpg](https://images.slideplayer.com.br/38/10820452/slides/slide_15.jpg)

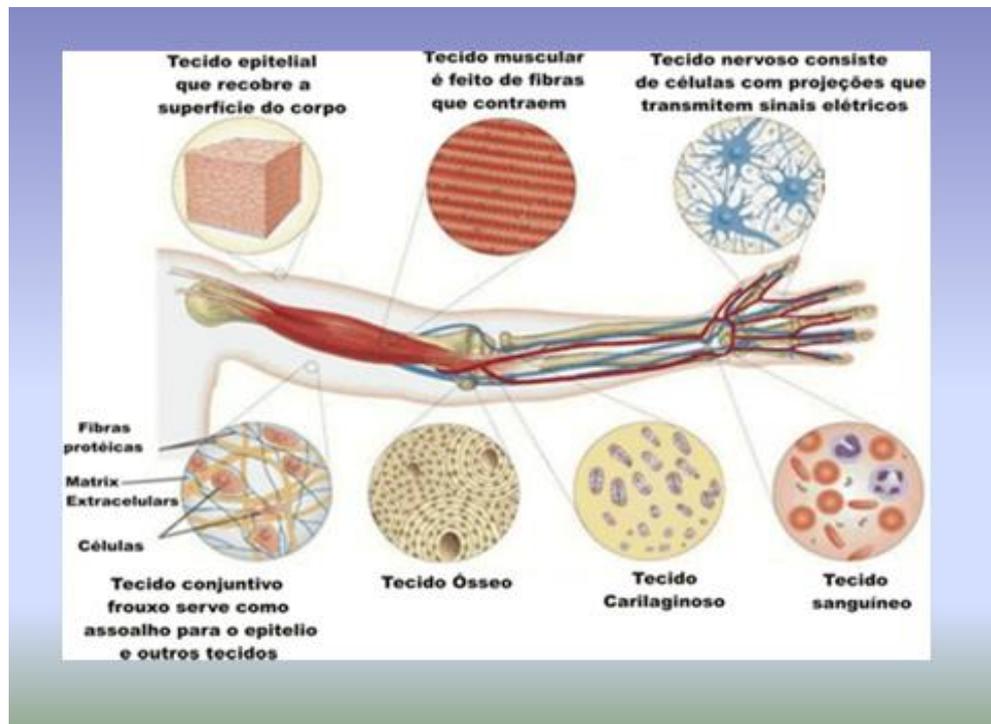
Figura 60 - Classificação animal com base na embriologia

**Classificação animal com base na embriologia**

- Folhetos germinativos
  - ✓ Diblásticos
  - ✓ Triblásticos
- Destino do blastóporo
  - ✓ Protostômios
  - ✓ Deuterostômios
- Celoma
  - ✓ Acelomados
  - ✓ Pseudocelomados
  - ✓ Celomados verdadeiros

<https://slideplayer.com.br/slide/10283644/33/images/7/Classificação animal com base na embriologia.j>

Figura 61 - Formação de tecidos



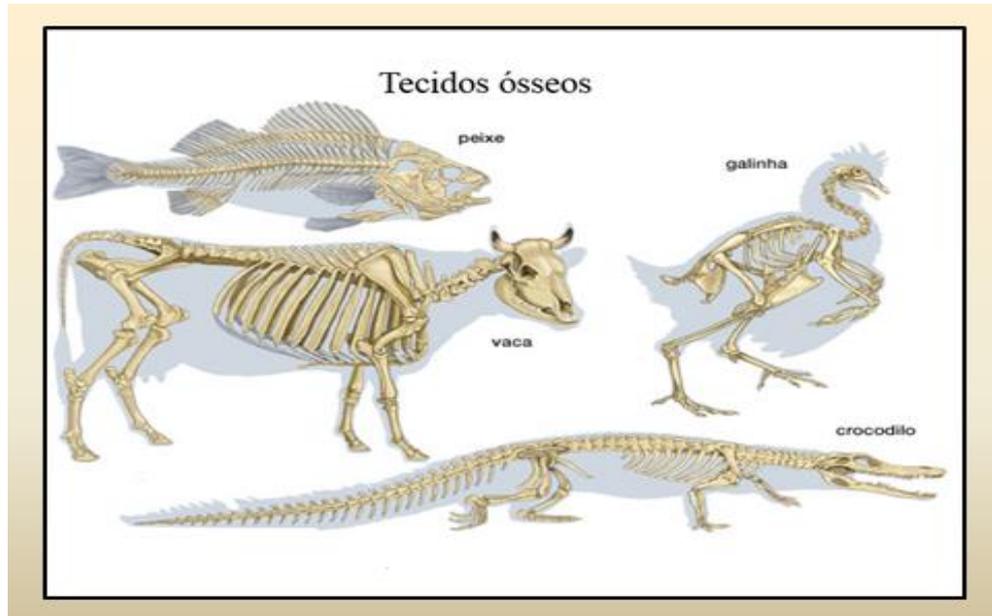
<http://educacao.globo.com/biologia/assunto/genetica/tecidos-animais.html>

## APÊNDICE J

Segundo ano

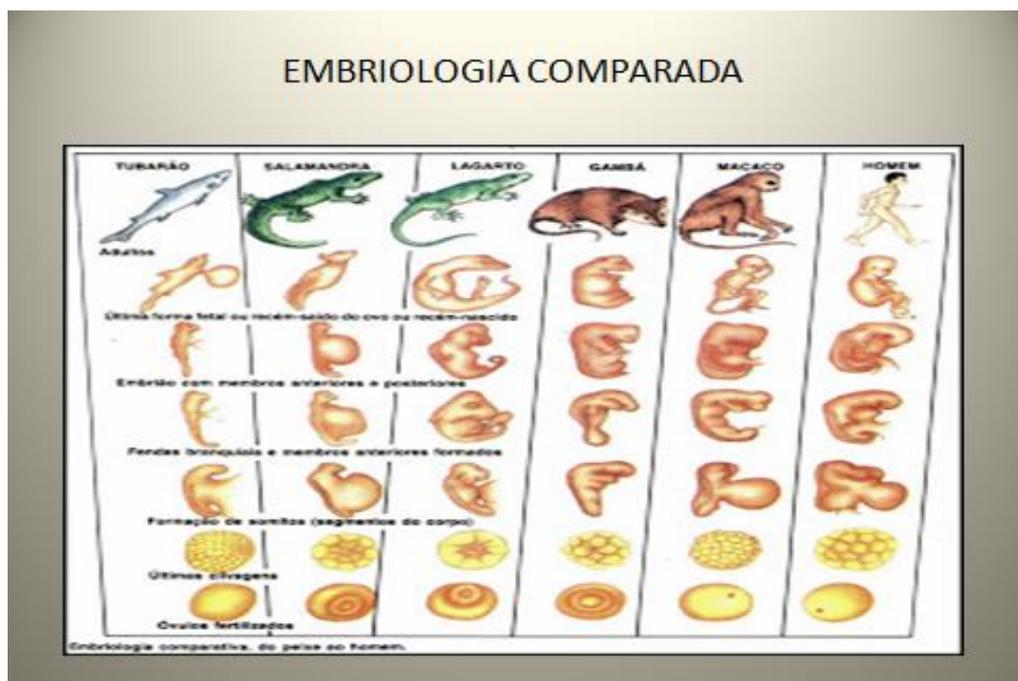
Atividade 4 Evidências da evolução

Figura 62 - Tecidos ósseos nos vertebrados



2010, Encyclopaedia Britannica, Inc

Figura 63 - Embriologia comparada



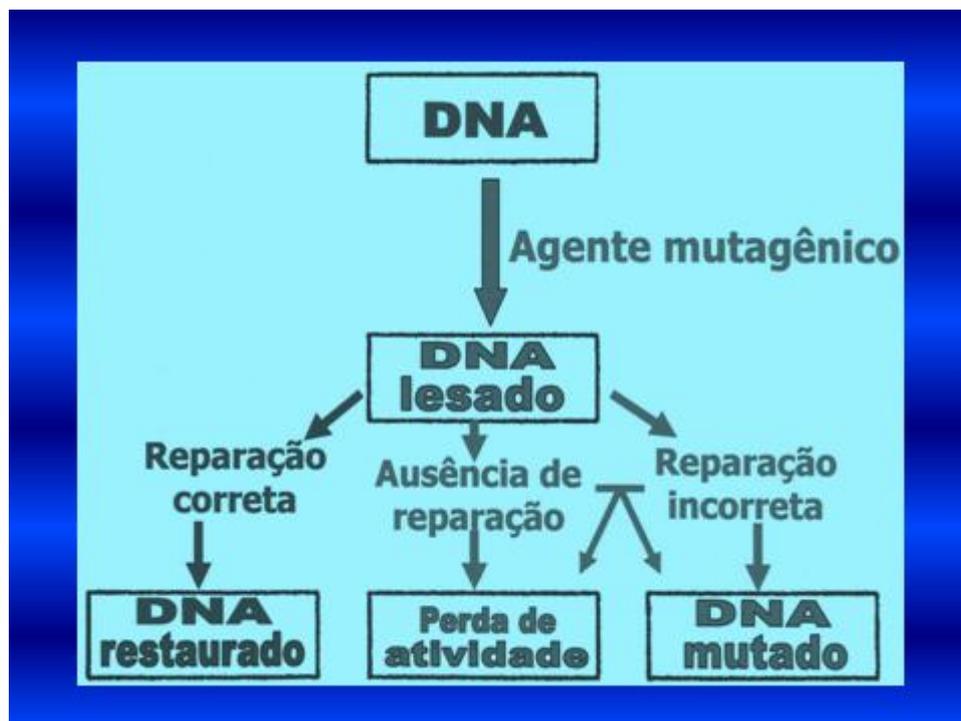
<http://coesvaevolucao.blogspot.com/2009/08/embriologia-comparada.html>

Figura 64 - Fases embrionárias



[https://images.slideplayer.com.br/33/10193663/slides/slide\\_11.jpg](https://images.slideplayer.com.br/33/10193663/slides/slide_11.jpg)

Figura 65 - DNA e mutação.



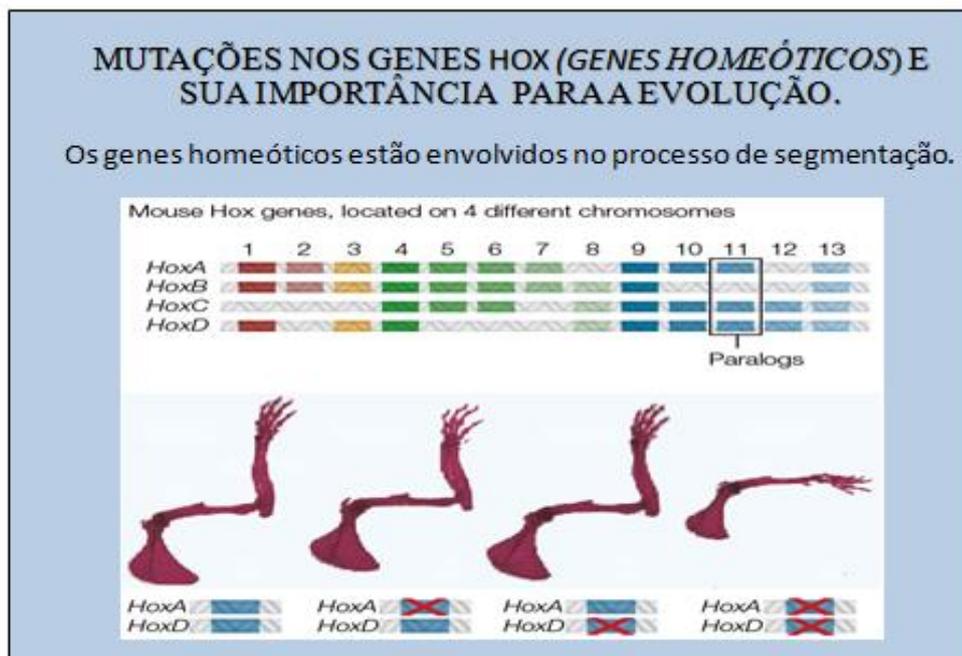
<https://djalmasantos.wordpress.com/2011/05/13/reparo-do-dna>

Figura 66 - Diferenciação celular



[https://slideplayer.com.br/slide/3690288/12/imagens/7/Base Genética do Desenvolvimento](https://slideplayer.com.br/slide/3690288/12/imagens/7/Base%20Gen%C3%A9tica%20do%20Desenvolvimento)

Figura 67 - Mutações e genes Hox



<https://learn.genetics.utah.edu/content/basics/hoxgenes/>

Figura 68 - Segmentações de Tagmas



<https://image.slidesharecdn.com/150824144838-lva1-app6891/95/artropodes-fisio-3-638.jpg?cb=1440428309>

Figura 69 - Mutações genes Hox (abelha)



<https://slideplayer.com.br/slide/3690288/12/images/22/MUTA O BITHORAX EM DROSOFILA.jpg>

Figura 70 - Mutação gene Hox (Mosca)



<https://learn.genetics.utah.edu/content/basics/hoxgenes/>

Figura 71 - Mutação gene Hox (Homem)



<https://slideplayer.com.br/slide/2570135/9/images/28/Mutação HOXD13 e Simpolidactilia.jpg>

Figura 72 - Evolução da baleia I



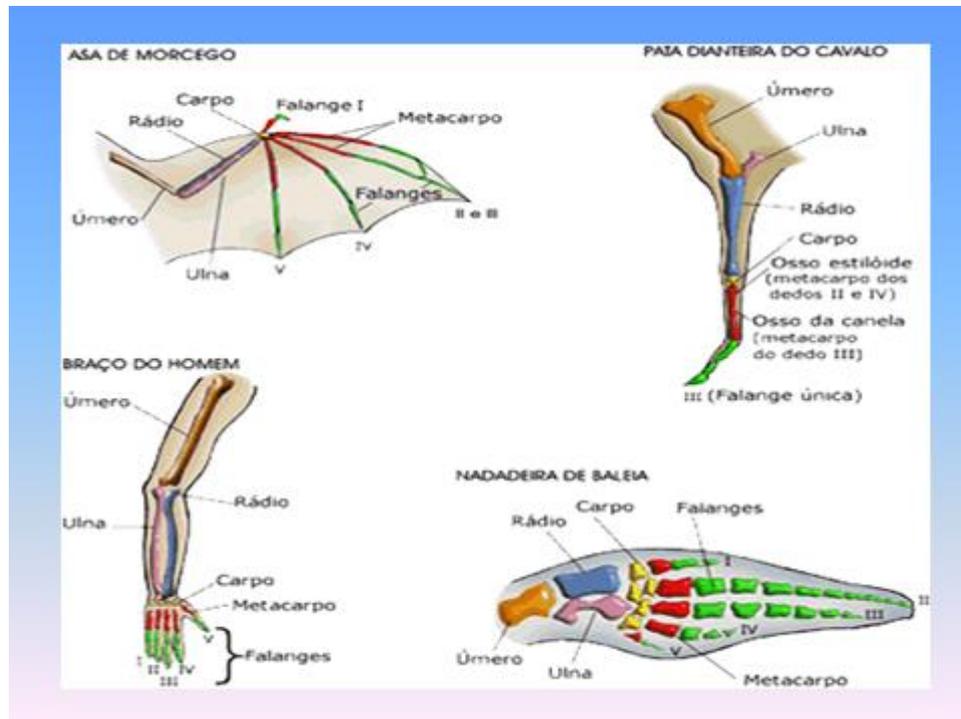
<http://2.bp.blogspot.com/-YR-CpCellz8/VPyjntE6oI/AAAAAAAAACK/V6NfmU5ZgaI/s1600>

Figura 73 - Evolução da baleia II



<https://www.bioorbis.org/2017/05/da-costa-para-o-mar-evolucao-das-baleias.html>

Figura 74 - Órgãos homólogos



<http://carolprofessorabiologia2013.blogspot.com/2013/09/anatomia-comparada-asa-de-uma-ave.html>

Figura 75 - Fósseis de baleia



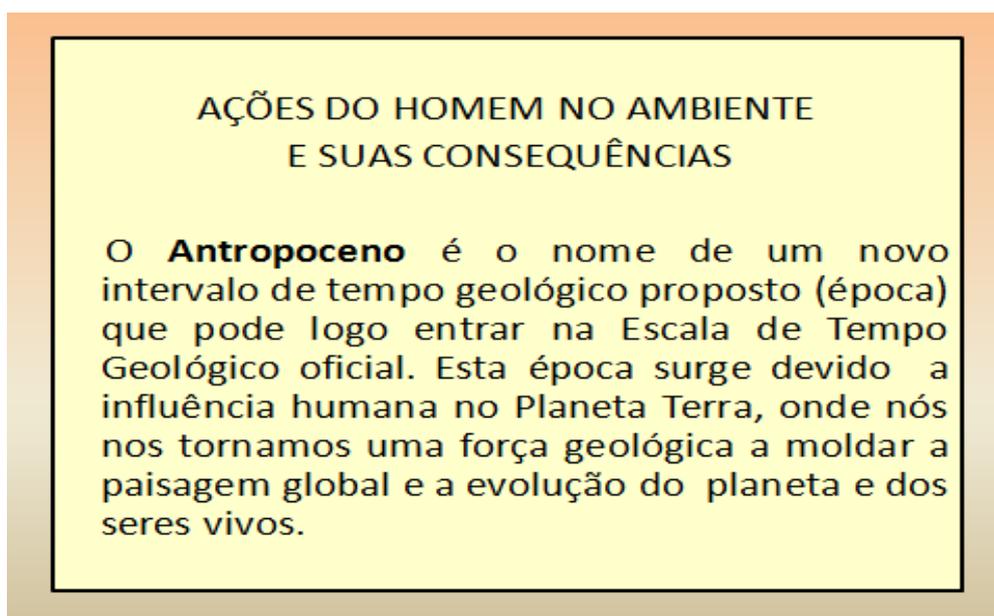
<https://www1.folha.uol.com.br/ciencia/2015/12/1718143-novo-museu-oceanografico-em-sc-expoe-ossos-de-baleias-e-golfinhos.shtml>

## APÊNDICE L

Terceiro ano

## Atividade 1 Ações humanas de impacto local e regional

Figura 76 - Ações do homem no ambiente



Fonte: <https://www.astrobio.net/retrospections/o-antropoceno-a-humanidade-como-um-ponto-de-mutacao-para-a-terra/>

Figura 77 - Fotos Volta Redonda - RJ I



Fonte: [https://www.google.com.br/webhp?sourceid=chromenstant&rlz=1C1AVNE\\_enBR724BR724&ion=1&espv=2&ie=UTF-8#q=fotos+antigas+de+volta+redonda&\\*](https://www.google.com.br/webhp?sourceid=chromenstant&rlz=1C1AVNE_enBR724BR724&ion=1&espv=2&ie=UTF-8#q=fotos+antigas+de+volta+redonda&*)

Figura 78 - Fotos Volta Redonda - RJ II



Fonte: [https://www.google.com.br/webhp?sourceid=chromestant&rlz=1C1AVNE\\_enBR724BR724&ion=1&espv=2&ie=UTF-8#q=fotos+antigas+de+volta+redonda&\\*](https://www.google.com.br/webhp?sourceid=chromestant&rlz=1C1AVNE_enBR724BR724&ion=1&espv=2&ie=UTF-8#q=fotos+antigas+de+volta+redonda&*)

Figura 79 – Foto Volta Redonda - RJ III



Fonte: [https://www.google.com.br/webhp?sourceid=chromestant&rlz=1C1AVNE\\_enBR724BR724&ion=1&espv=2&ie=UTF-8#q=fotos+antigas+de+volta+redonda&\\*](https://www.google.com.br/webhp?sourceid=chromestant&rlz=1C1AVNE_enBR724BR724&ion=1&espv=2&ie=UTF-8#q=fotos+antigas+de+volta+redonda&*)

Figura 80 - Fotos Volta Redonda – RJ IV



Fonte: [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/8/82/Av.\\_Beira\\_Rio\\_-\\_Volta\\_Redonda\\_-\\_panoramio.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/8/82/Av._Beira_Rio_-_Volta_Redonda_-_panoramio.jpg)

Figura 81 - Liberação de gases pela CSN - VR



Fonte: <http://www.centrosulnoticias.com.br/site/?p=14243>

Figura 82 - Vazamento de pesticida

Em 18 de novembro de 2008 , um vazamento do fatal pesticida endosulfan [en] no Rio Pirapetinga, um afluente do Rio Paraíba do Sul, matou milhares de peixes – mais de 80 toneladas – em Resende e outras cidades vizinhas. O incidente causou ainda a interrupção do fornecimento de água em sete cidades na área. A tragédia foi maior por ter acontecido durante a temporada de reprodução de muitas espécies, algumas das quais correm risco de extinção.

Fonte: <https://pt.globalvoices.org/2008/12/10/brasil-vazamento-de-pesticida-mata-80-ton-de-peixes-no-rj/>

Figura 83 - Mortandade de peixes



Fonte: [http://sosriodosbrasil.blogspot.com.br/2008\\_11\\_09\\_archive.html](http://sosriodosbrasil.blogspot.com.br/2008_11_09_archive.html)

Figura 84 – Rompimento da barragem de Fundão – Mariana - MG



Fonte: <https://www.pragmatismopolitico.com.br/2016/01/vale-e-samarco-sao-indiciadas-pela-policia-federal-por-rompimento-da-barragem-de-mariana.html>

Figura 85 - Impacto ambiental

Biólogos, geólogos e oceanógrafos que pesquisam a bacia do rio Doce, afirmam que o impacto ambiental ocorrido devido ao desastre do rompimento da barragem de Fundão, na região de Mariana (MG) é considerado o maior do país e ainda não é totalmente conhecido.



Fonte: <http://saudedomeio.com.br/cientistas-independentes-apuram-causas-e-consequencias-do-rompimento-das-barragens-em-mariana>



Figura 88 - Ações humanas de efeitos global



Fonte: <http://dialogos8b.blogspot.com.br/2013/10/a-grande-ilha-de-plastico-do-oceano.html>

Figura 89 - Poluição das águas 1



Fonte: <http://dialogos8b.blogspot.com.br/2013/10/a-grande-ilha-de-plastico-do-oceano.html>

Figura 90 - Poluição das águas 2



Fonte: <http://www.aquafluxus.com.br/o-inicio-do-fim-das-garrafinhas-de-agua/>

Figura 91 - Poluição das águas



Fonte: Rio Citarum, Indonésia <http://www.institutoecofaxina.org.br/2010/01/24012010-por-william-rodriguez-schepis.html>

Figura 92 - Mortandade de animais e poluição



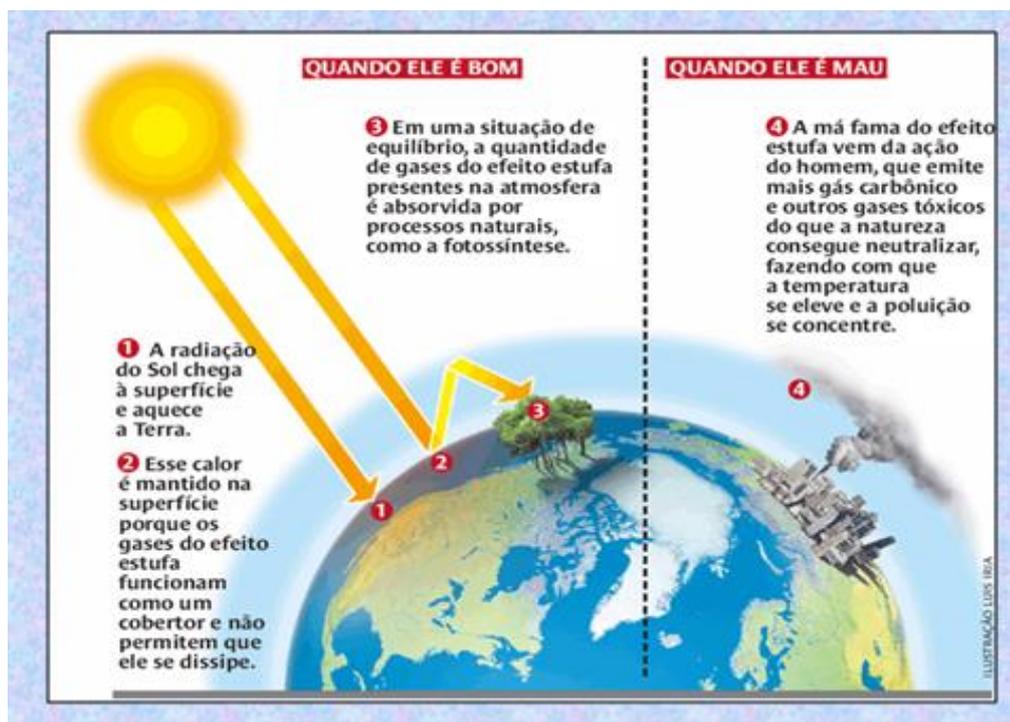
Fonte: [https://www.google.com.br/search?q=a+ilha+do+lixo+no+oceano+pacifico&rlz=1C1AVNE\\_enBR724BR724&espv=2&source=lnms&tbn=isch&sa=X&ved=0ahUKEwiqoY6FmujSAhUL](https://www.google.com.br/search?q=a+ilha+do+lixo+no+oceano+pacifico&rlz=1C1AVNE_enBR724BR724&espv=2&source=lnms&tbn=isch&sa=X&ved=0ahUKEwiqoY6FmujSAhUL)

Figura 93 - Aquecimento global



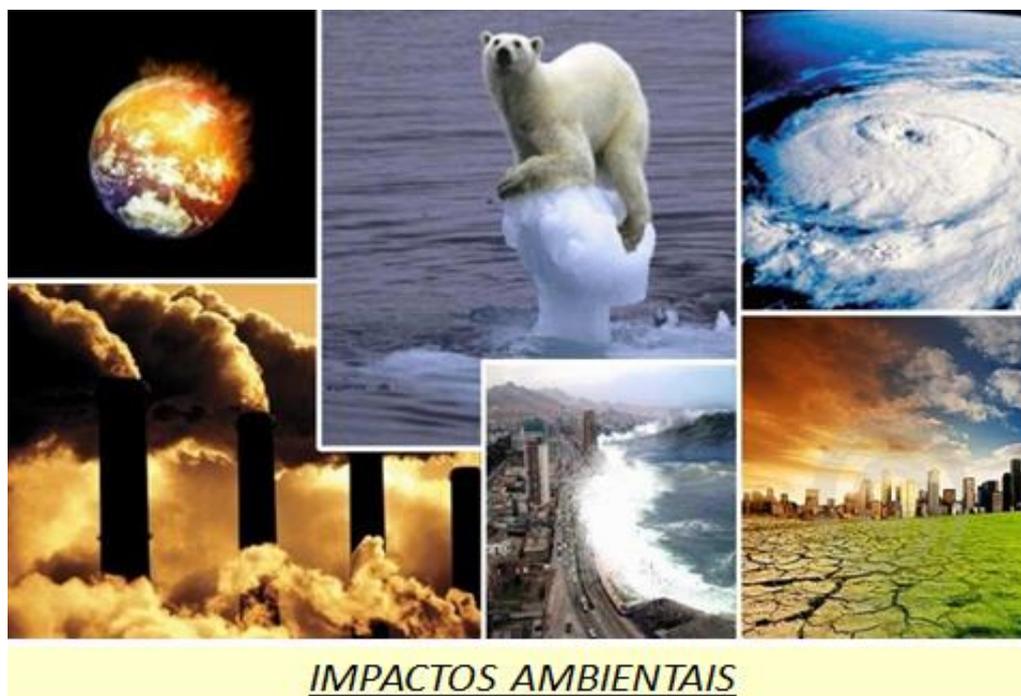
Fonte: [https://pt.wikipedia.org/wiki/Aquecimento\\_global](https://pt.wikipedia.org/wiki/Aquecimento_global)

Figura 94 - Efeito estufa



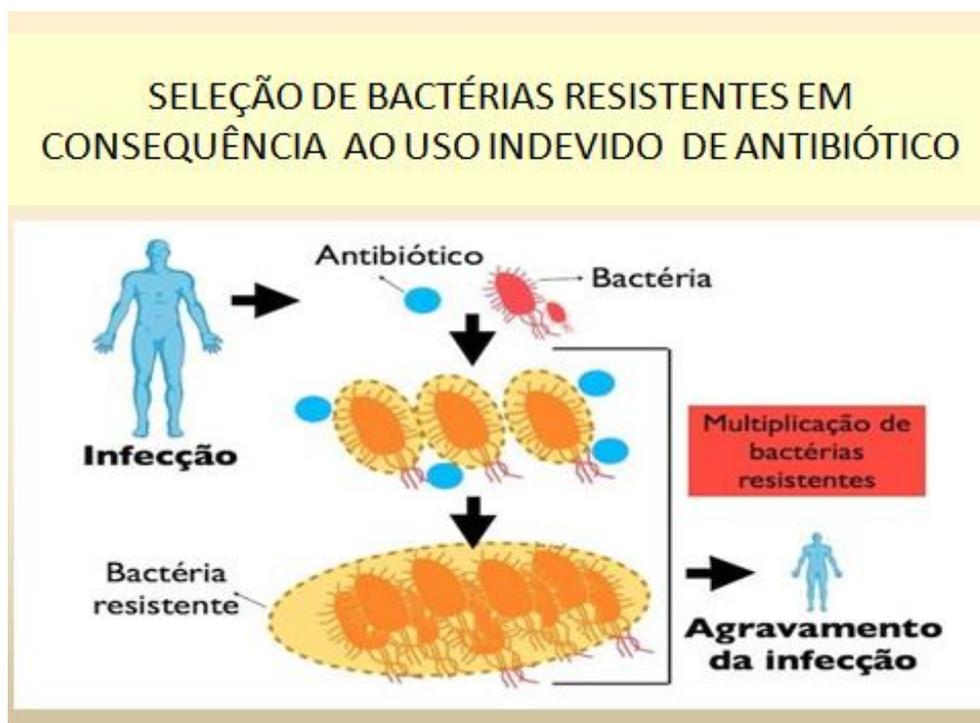
Fonte: <http://estudodosgases.blogspot.com.br/2012/11/efeito-estufa-e-aquecimento-global.html>

Figura 95 - Impactos ambientais



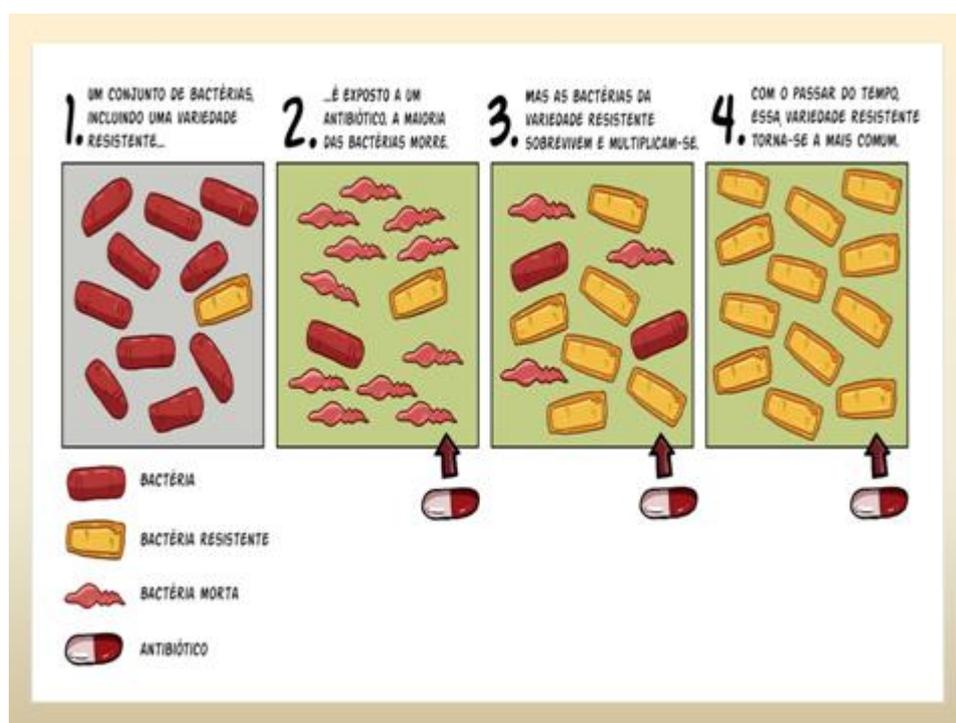
Fonte: <http://portalbrasil10.com.br/aquecimento-global>

Figura 96 - Seleção de bactérias



Fonte: <https://www.tuasaude.com/resistencia-bacteriana>

Figura 97 - Antibiótico e bactéria resistente



Fonte: <http://profissaobiotec.com.br/pesquisadores-desenvolvem-nova-arma-contrasuper-resistencias>

Figura 98 - Seleção natural e seleção artificial



Fonte: <https://slideplayer.com.br/slide/5620380>

Figura 99 - Resistência a inseticida

**DURO NA QUEDA**  
Mosquito *Aedes aegypti* ganha resistência a inseticida

**COMO FOI A PESQUISA**

- Os ovos dos mosquitos foram coletados em diferentes bairros de sete cidades paulistas e depois criados em laboratório
- A pesquisa analisou a resistência ao veneno, as características bioquímicas e a diversidade genética do mosquito

**DE ONDE VIERAM OS INSETOS ANALISADOS**

Araçatuba • São José do Rio Preto  
Presidente Prudente • Marília  
Campinas • São Sebastião  
Santos

**RESISTÊNCIA**  
> A resistência ao inseticida foi maior nos mosquitos vindos de cidades com mais casos confirmados de dengue (como Santos)  
> Isso sugere que o maior uso de inseticidas em cidades com mais confirmações de dengue levou o *Aedes* a se tornar mais resistente nesses locais

**ANÁLISE BIOQUÍMICA**  
Pesquisadores identificaram um grupo de enzimas mais ativas nas larvas que se tornaram resistentes

**ANÁLISE GENÉTICA**  
Os genes do *Aedes* eram diferentes em cada cidade, o que indica que o mosquito tende a desenvolver resistência de forma diferente em cada local

Fonte: pesquisadora Maria de Lourdes da Graça Macorli, baseada em dados da Suzen

Fonte: <http://www1.folha.uol.com.br/ciencia/2012/01/1030197-mosquito-da-dengue>

Figura 100 - Agentes mutagênicos

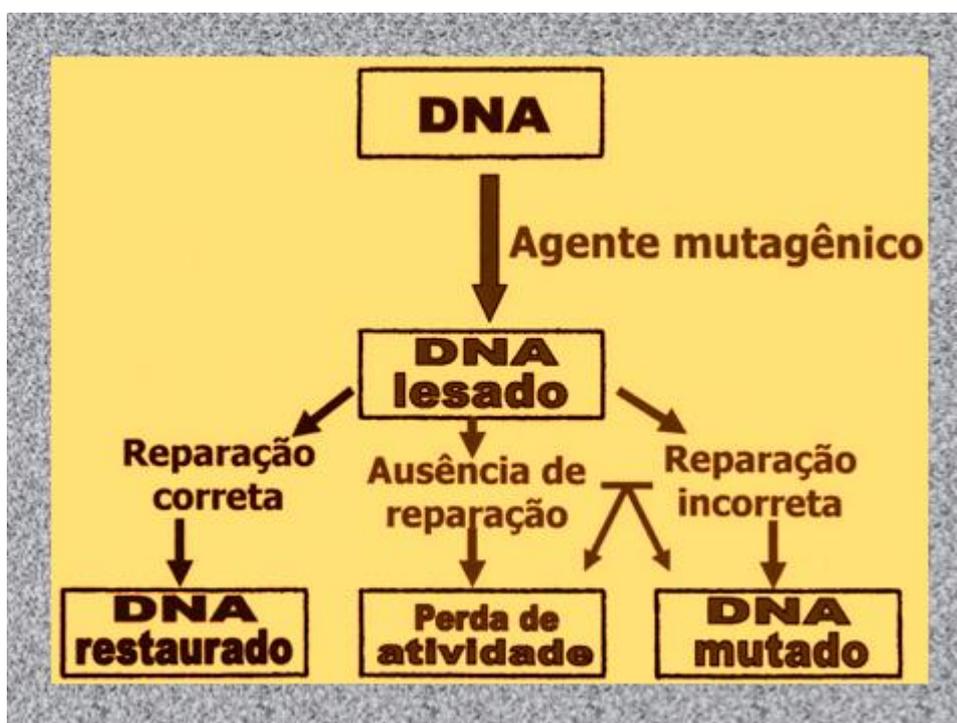
## AÇÃO DE AGENTES MUTAGÊNICOS

Uma pesquisa mostrou que a poluição tem afetado a vida dos caranguejos-uçá que vivem nos manguezais de cidades litorâneas do Estado de São Paulo. Alguns animais já nasceram com má formações devido a grande quantidade de metais pesados encontrados em cinco cidades da região.



Fonte: [g1.globo.com/sp/santos-regiao/noticia/2015/03/poluicao-provoca-o-aparecimento-de-caranguejos-mutantes-no-litoral-de-sp.htm](http://g1.globo.com/sp/santos-regiao/noticia/2015/03/poluicao-provoca-o-aparecimento-de-caranguejos-mutantes-no-litoral-de-sp.htm)

Figura 101 - DNA e mutação



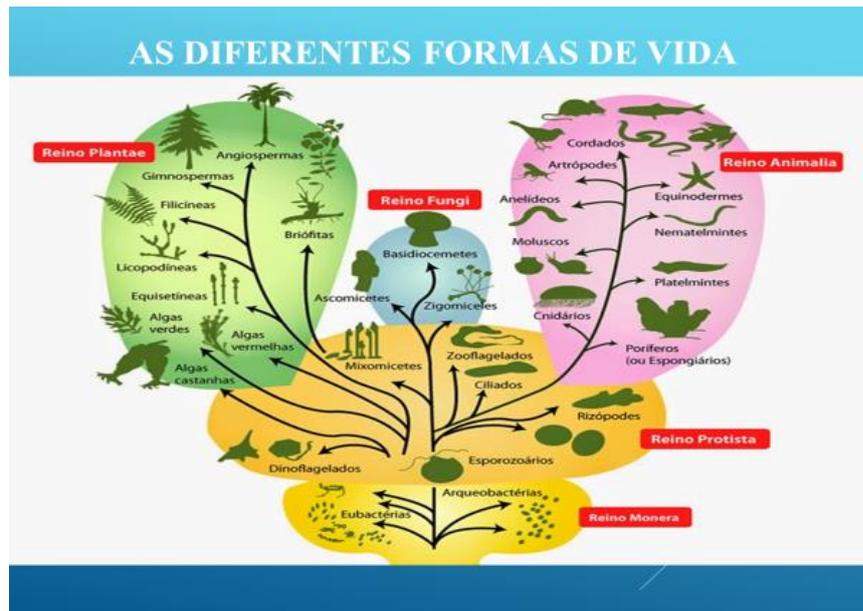
Fonte: <https://djalmasantos.wordpress.com/2011/05/13/reparo-do-dn>

## APÊNDICE N

Terceiro ano

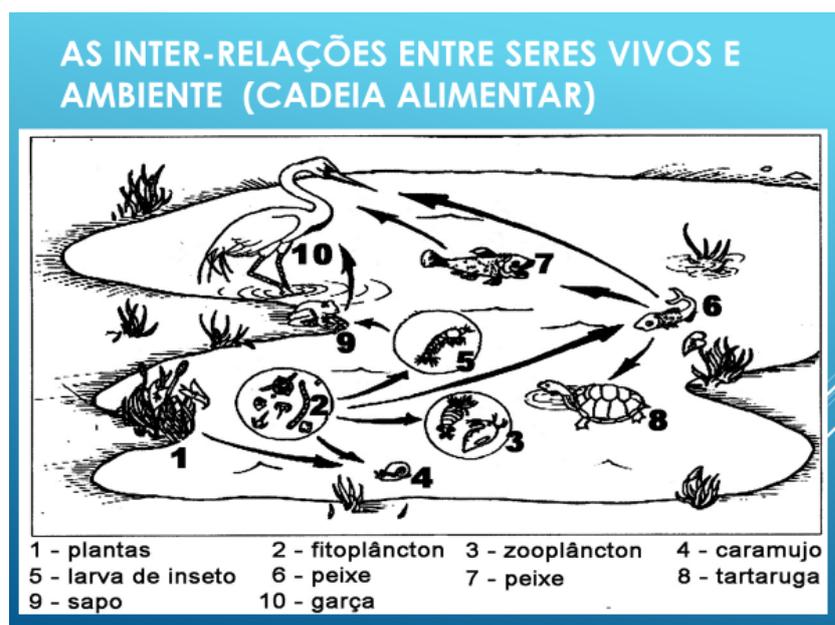
## Atividade 3 - Cadeias alimentares e processos evolutivos.

Figura 102 - As diferentes formas de vida



Fonte: <http://tapanabiologia.blogspot.com.br/2015/02/sistemica-classificacao-dos-seres.html>

Figura 103 - Cadeia alimentar 1



Fonte: <https://djalmasantos.wordpress.com/2013/03/05/testes-de-ecologia>

Figura 104 - Cadeia alimentar 2



Fonte: <https://www.significados.com.br/cadeia-alimentar>

Figura 105 - Relações harmônicas 1



Fonte: <https://www.mundoecologia.com.br/animais/abelha-tubuna-na-natureza>  
<https://rachacuca.com.br/educacao/biologia/relacoes-ecologicas>

Figura 106 - Relações harmônicas 2



Fonte: <https://planetabiologia.com/relacoes-ecologicas-entre-os-seres-vivos>  
<https://escolakids.uol.com.br/ciencias/inquilinismo.htm>  
<https://mundoeducacao.bol.uol.com.br/biologia/comensalismo-uma-relacao-ecologica-interespecifica.htm>  
<http://www.klimanaturali.org/2011/03/comensalismo-relacao-ecologica.html>

Figura 107 - Relações desarmônicas 1



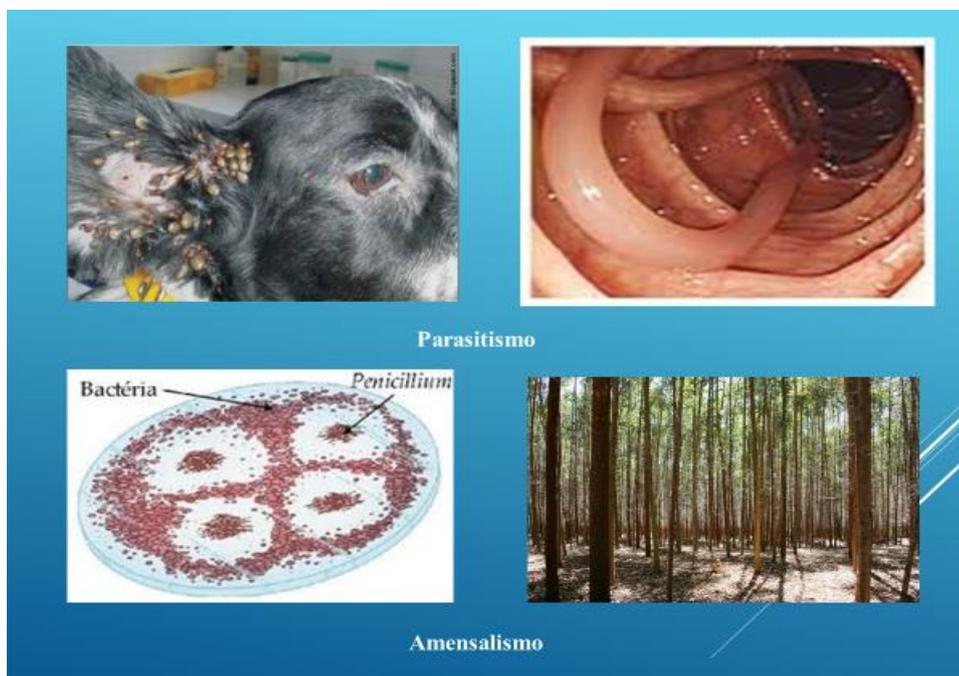
Fonte: <https://mundoeducacao.bol.uol.com.br/biologia/competicao.htm>  
[https://ciencias\\_8d.blogs.sapo.pt/4797.html](https://ciencias_8d.blogs.sapo.pt/4797.html)

Figura 108 - Relações desarmônicas 2



Fonte: <https://mundoeducacao.bol.uol.com.br/biologia/competicao.htm>  
[https://ciencias\\_8d.blogs.sapo.pt/4797.html](https://ciencias_8d.blogs.sapo.pt/4797.html)

Figura 109 - Relações desarmônicas 3



Fonte: <https://www.vivendociencias.com.br/2010/12/parasitismo.html>  
<https://planetabiologia.com/parasitismo-parasitoses-parasitas-e-hospedeiros>  
<https://interna.coceducacao.com.br/ebook/pages/1955.htm>  
<https://escolaeducacao.com.br/interacoes-intra-e-interespecificas/>

Figura 110 - Camuflagem



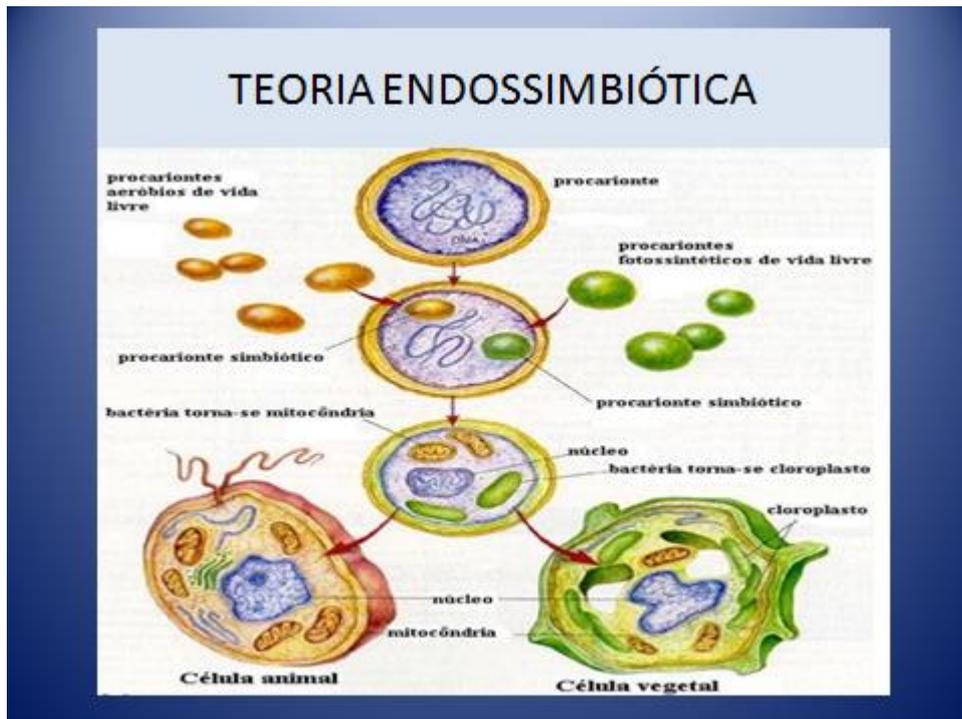
Fonte: [http://www.upvix.com.br/\\_public/ensinos/em/downloads/2016\\_Biologia\\_Juliana\\_Relacoes%20Ecologicas\\_2a%20serie\\_02-06.pdf](http://www.upvix.com.br/_public/ensinos/em/downloads/2016_Biologia_Juliana_Relacoes%20Ecologicas_2a%20serie_02-06.pdf)

Figura 111 - Mimetismo



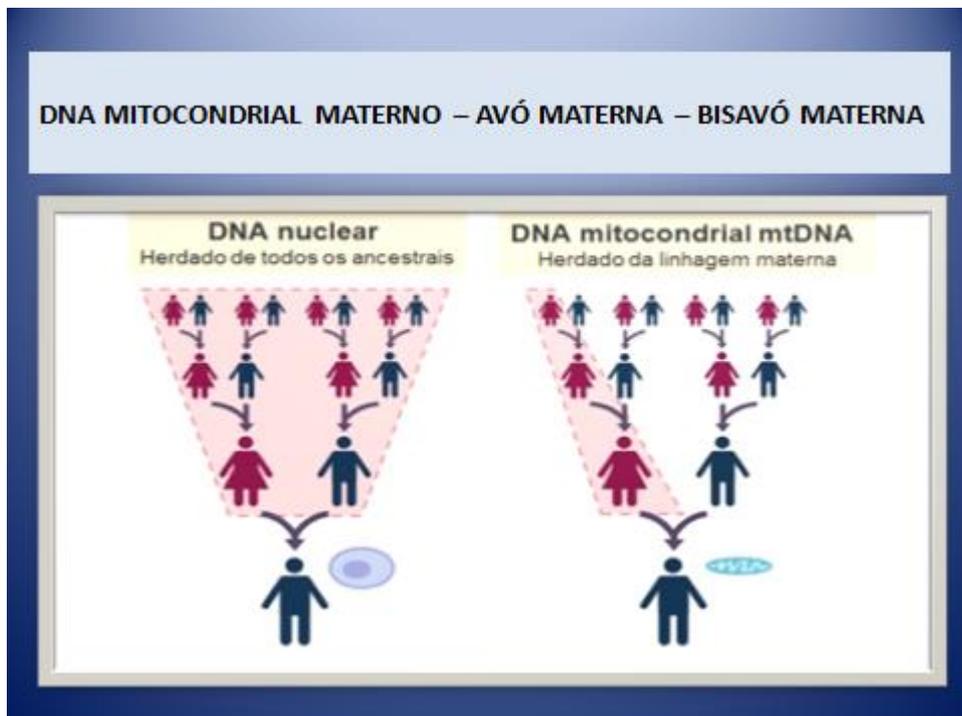
Fonte: [http://www.upvix.com.br/\\_public/ensinos/em/downloads/2016\\_Biologia\\_Juliana\\_Relacoes%20Ecologicas\\_2a%20serie\\_02-06.pdf](http://www.upvix.com.br/_public/ensinos/em/downloads/2016_Biologia_Juliana_Relacoes%20Ecologicas_2a%20serie_02-06.pdf)

Figura 112 - Teoria endossimbiótica



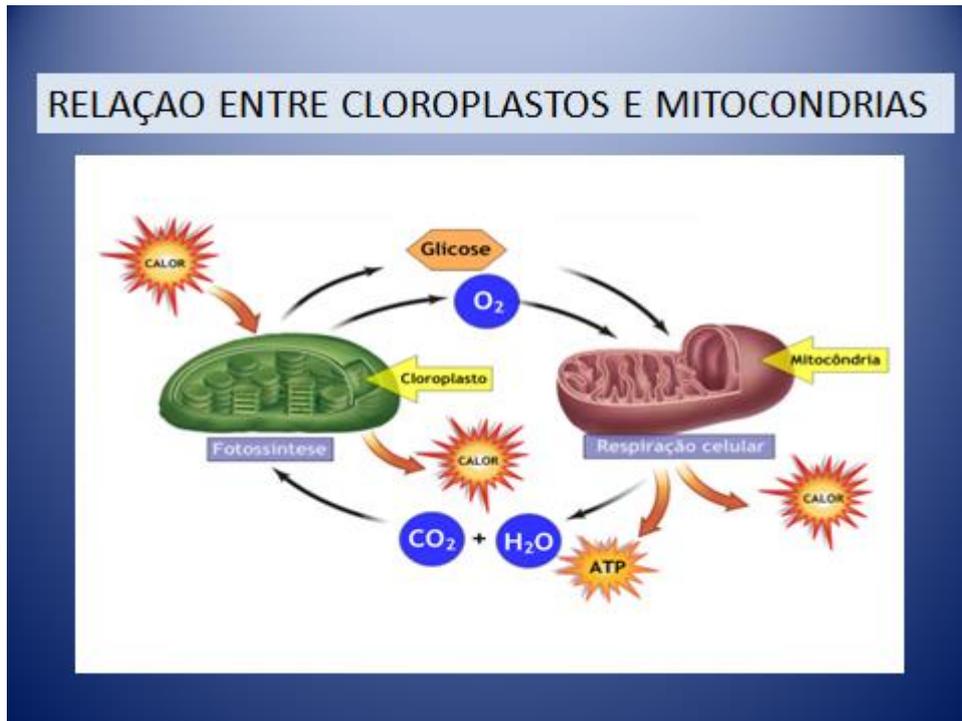
Fonte: <http://www.manualdabiologia.com.br/2016/09/enem-teoria-endossimbiotica.html>

Figura 113 - Transmissão de DNA mitocondrial



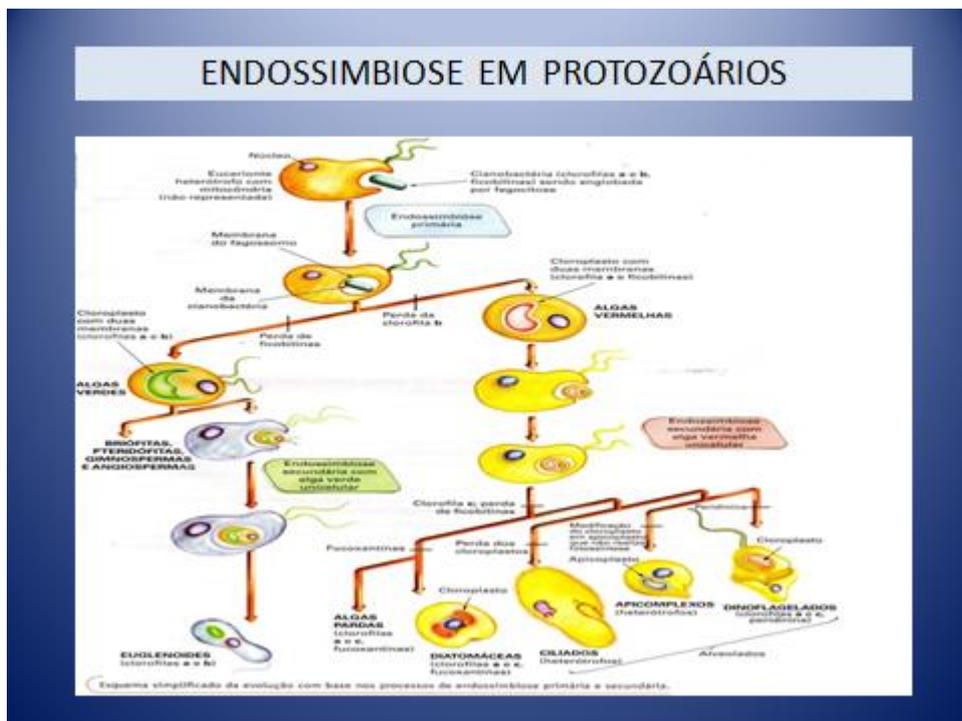
Fonte: <http://biologiapost123.blogspot.com/2012/06/caracteristicas-dos-seres-vivos.html>

Figura 114 - Relação entre cloroplastos e mitocôndrias



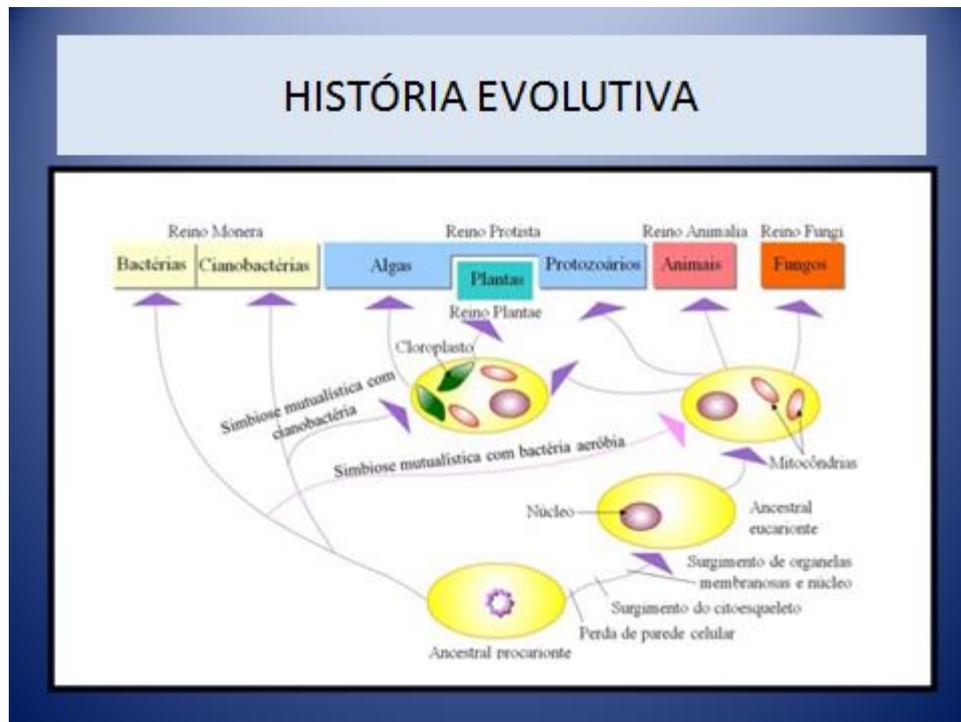
Fonte: <https://www.resumov.com.br/provas/enem-2013/para-a-identificacao-de-um-rapaz-vitima-de-acidente-fragmentos-de-tecidos-foram-retirados-e-submetidos-a-extracao-de-dna/>

Figura 115- Endossimbiose em protozoários



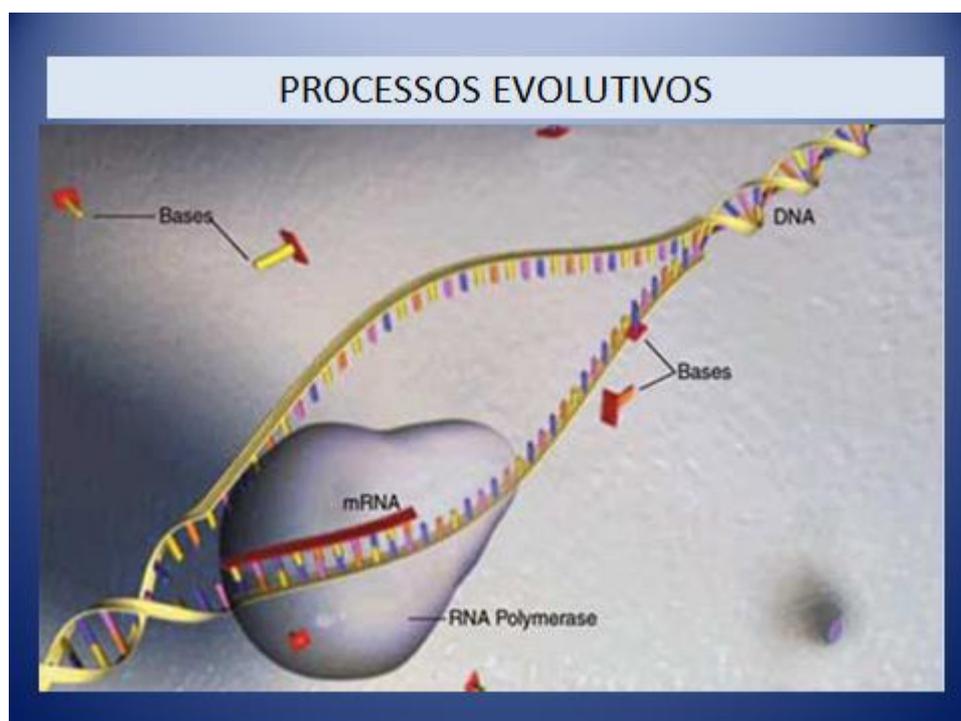
Fonte: <http://atricolinabiologa.blogspot.com/2017/07/reino-protocista-montando.html>

Figura 116 - História evolutiva



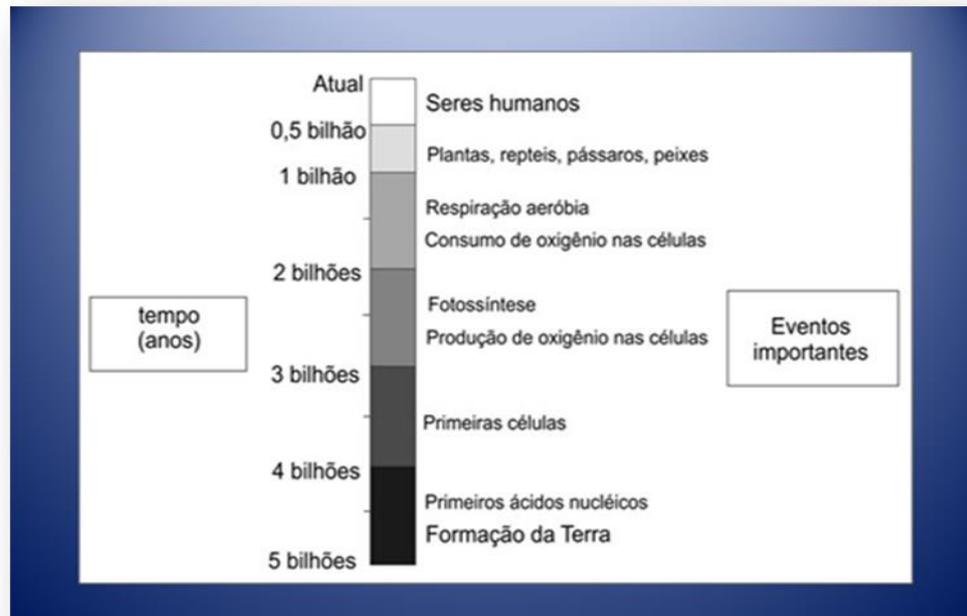
Fonte: <http://atricolinabiologa.blogspot.com/2017/07/reino-protocista-montando.html>

Figura 117 - DNA e processos evolutivos



Fonte: CD comemorativo da conclusão do mapeamento do genoma humano. Revista Nature, 2001

Figura 118 - Escala cronológica



Fonte: <http://educacao.globo.com/biologia/assunto/genetica/origem-e-evolucao-das-celulas-e-hipotese-de-endossimbiose.html>

Figura 119 - Reinos da natureza



Fonte: file:///C:/Users/Paulo/Downloads/Taxonomia%20e%20Reinos.pdf

## APÊNDICE O

Terceiro ano

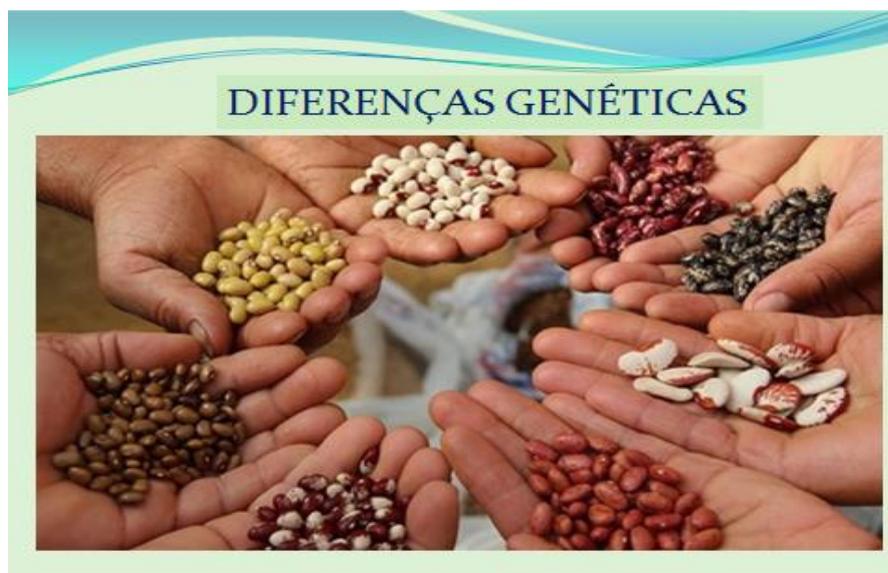
Atividade 4 - Diversidade genética, diversidade de espécies, diversidade de comunidades bióticas nos ecossistemas.

Figura 120 - Diversidade Genética (Tendilhões)



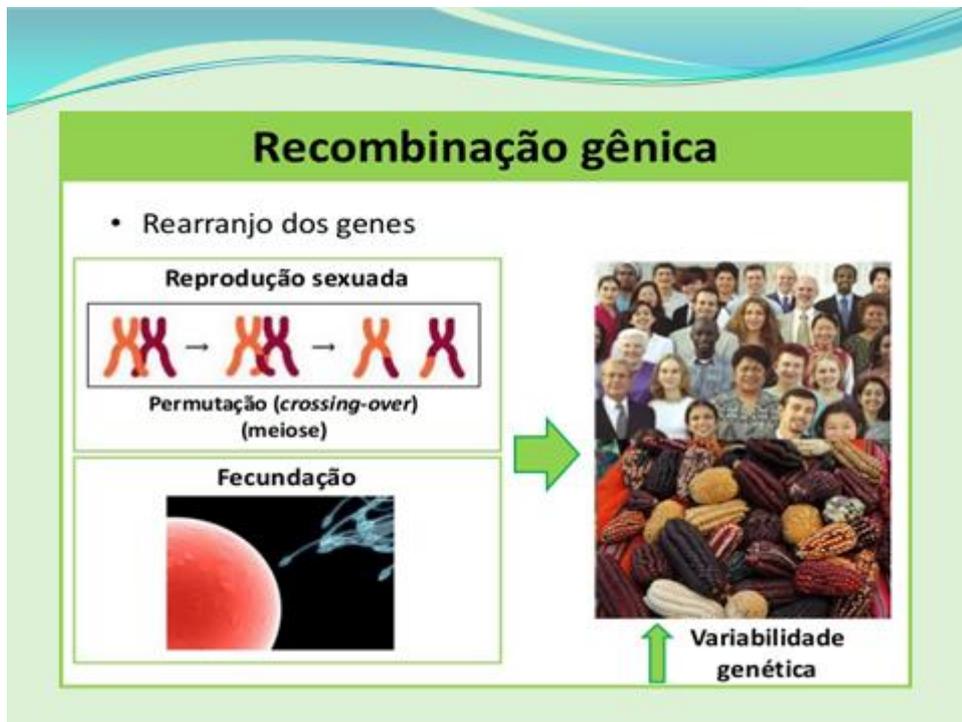
Fonte: <http://labs.icb.ufmg.br/lbem/aulas/grad/evol/darwin/tentilhoes.html>

Figura 121 - Diferenças genéticas



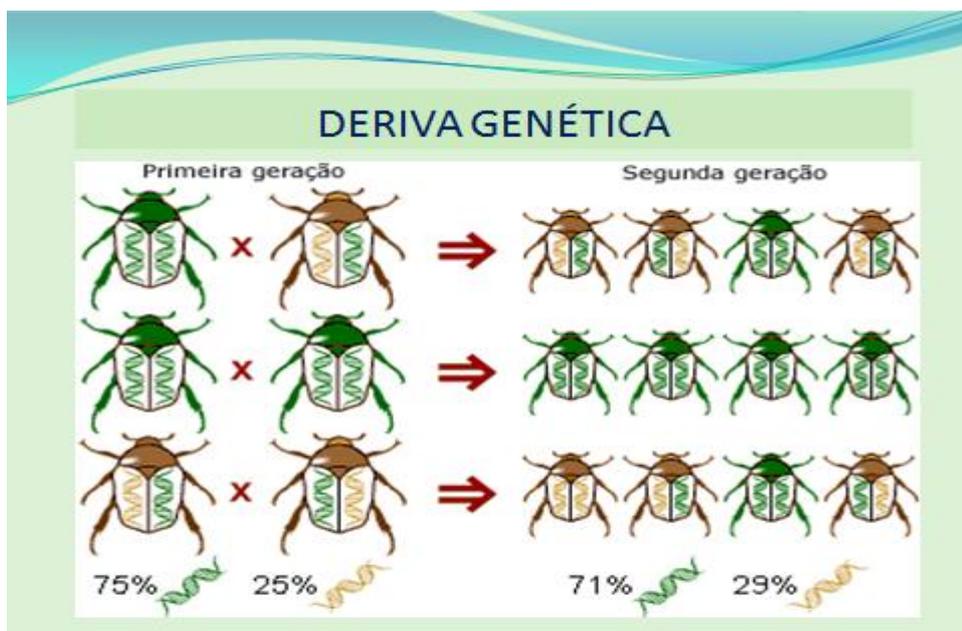
Fonte: <https://deolhonosruralistas.com.br/2016/09/24/lei-de-sementes-genetica-e-agroecologia/>

Figura 122 - Recombinação gênica



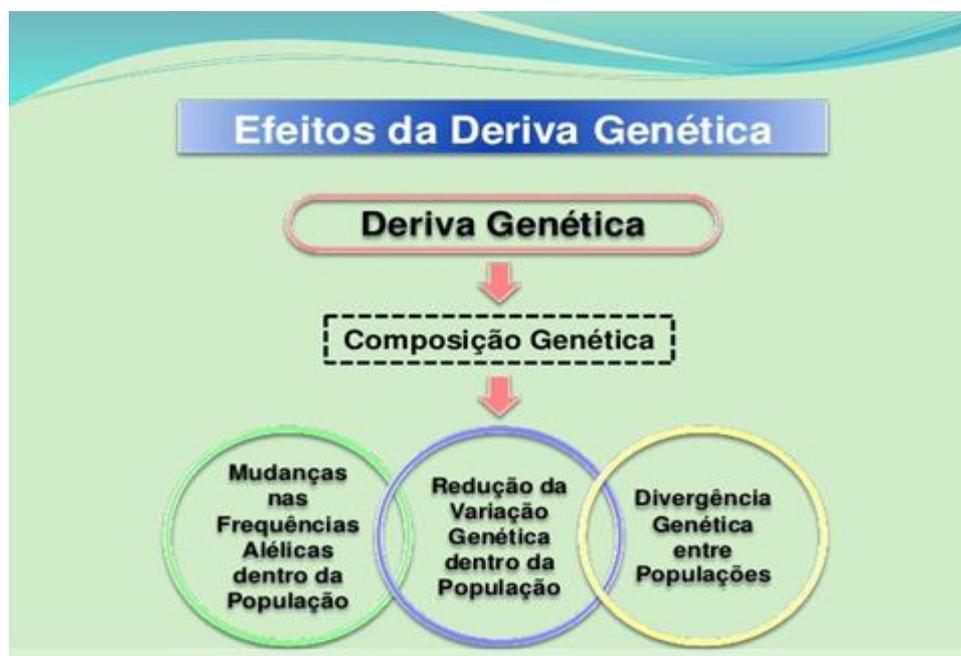
Fonte: <https://www.slideshare.net/GabrielGuma/neodarwinismo-e-evolucao-humana/12>

Figura 123 - Deriva Genética



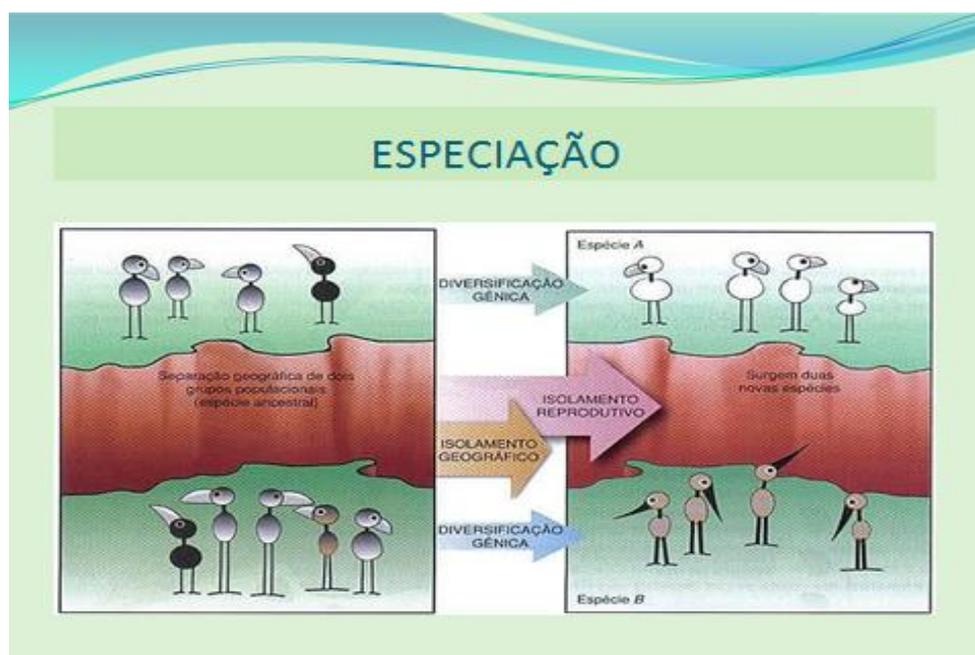
Fonte: <https://www.estudopratico.com.br/deriva-genetica-frequencias-alelicas-e-ocorrencia>

Figura 124 - Efeitos da deriva genética



Fonte: <https://www.agron.com.br/publicacoes/informacoes/artigos-tecnicos/2016/12/11/051807/deriva-genetica.html>

Figura 125 - Especiação



Fonte: <https://www.imgrumweb.com/post/BKifzkUhmO>

Figura 126 - Mutações



Fonte: <https://blogdoenem.com.br/mutacoes-geneticas-aula-de-biologia-enem/>

Figura 127 - Seleção artificial



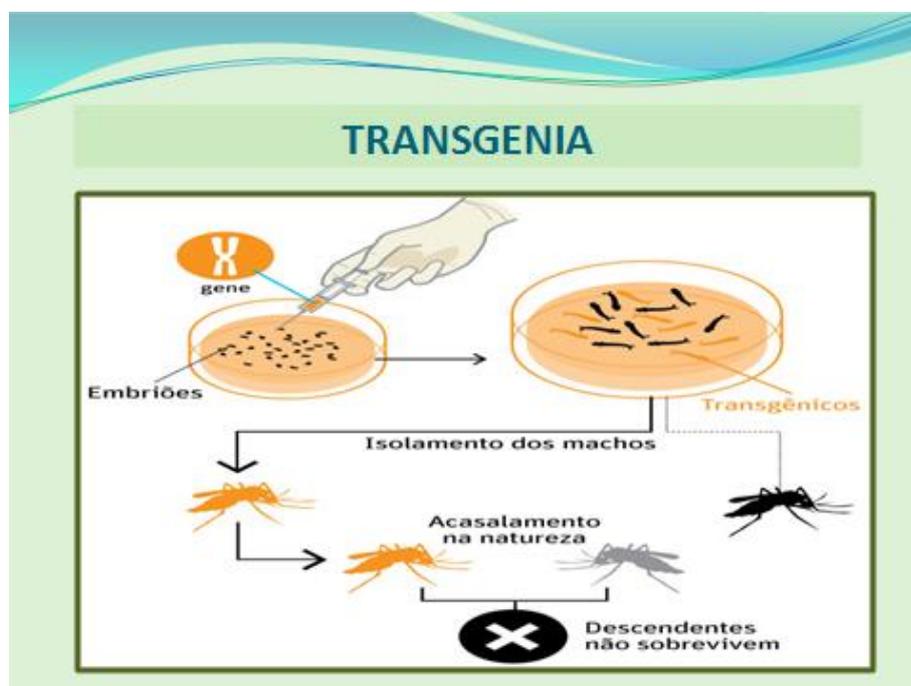
Fonte: <https://www.infoescola.com/biologia/selecao-artificial/>

Figura 128 - Transgenia 1



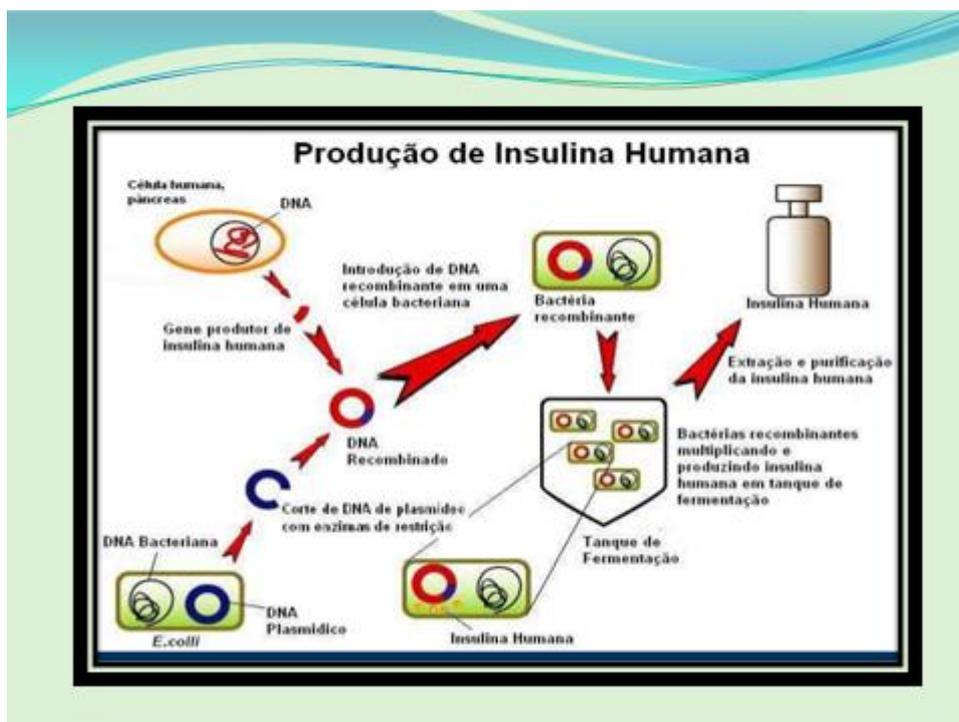
Fonte: <https://agro20.com.br/mutacao-genetica>

Figura 129 - Transgenia 2



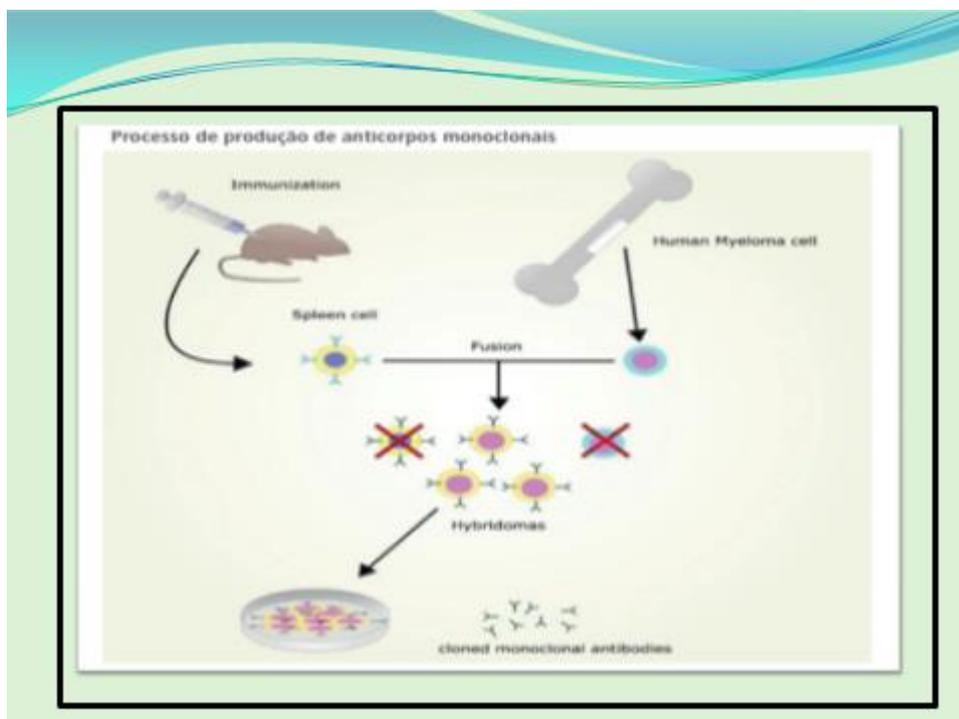
Fonte: <https://www1.folha.uol.com.br/cotidiano/2016/02/1741384-recomendacao-da-oms-reacende-disputa-sobre-aedes-transgenico.shtml>

Figura 130 - Produção de insulina humana



Fonte: <https://www.slideshare.net/Benerval/trabalho-biofarmaco-insulina>

Figura 131 - Produção de anticorpos monoclonais



Fonte: [http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/8522/1/TD\\_2398.pdf](http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/8522/1/TD_2398.pdf)

Figura 132 - Manipulação genética



Fonte: <https://www.startse.com/noticia/nova-economia/tecnologia-inovacao/39178/o-que-e-biotecnologia-agricola-tendencias-e-players-dessa-vertente-agrotech>