



Universidade Federal do Rio de Janeiro

Programa de Pós-graduação PROFBIO

Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em Rede Nacional

“Guia didático: teatro, investigação e arte para aprender Evolução e
Paleontologia com criatividade”

Aluna: Sarah Gonçalves Duarte

Orientador: Dr. Thiago Rannierey Moreira de Oliveira

Abril/2024

DUARTE, Sarah Gonçalves

Guia didático: teatro, investigação e arte para aprender Evolução e Paleontologia com criatividade / Sarah Gonçalves Duarte - Rio de Janeiro: UFRJ / IB, 2024.

159 f.

Dissertação (Mestrado profissional em Ensino de Biologia em Rede nacional) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto de Biologia, Programa de Pós-graduação em Ensino de Biologia, 2024.

Orientador: Dr. Thiago Ranniery

1. Ciências Biológicas. 2. Ensino de Biologia – Dissertação de mestrado profissional. I. Thiago Ranniery Moreira de Oliveira. II. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto de Biologia, Programa de Pós-graduação em Ensino de Biologia. III. Título

Sarah Gonçalves Duarte

**GUIA DIDÁTICO: TEATRO, INVESTIGAÇÃO E ARTE PARA APRENDER
EVOLUÇÃO E PALEONTOLOGIA COM CRIATIVIDADE**

Dissertação de mestrado profissional
submetida ao Programa de
Pós-graduação PROFBIO (Mestrado
Profissional em Ensino de Biologia
em Rede Nacional), Instituto de
Biologia, da Universidade Federal do
Rio de Janeiro – UFRJ, como
requisito necessário à obtenção do
grau de Mestre em Ensino de
Biologia (Ciências Biológicas).

Área de concentração:

Ciências Biológicas

Orientador:

Dr. Thiago Ranniery M. Oliveira

Aprovada em: _____.____._____

Por:

Presidente: Thiago Ranniery M.Oliveira, Faculdade de educação - UFRJ

Dra. Kátia Leite Mansur, Departamento de Geologia - UFRJ

Dra. Soraya Almeida, Departamento de Petrologia e Geotectônica - UFRJ

Rio de Janeiro

Abril/2024

“Dedico esta dissertação aos seres que fizeram e fazem diferença na minha vida: Deus, minha mãe Marli Barbosa Gonçalves, meu falecido pai Hélio Vieira Duarte, meu companheiro Francisco José da Silva e a todos os professores que passaram pela minha vida”.

Agradecimentos:

Agradeço formalmente à CAPES.

Agradeço em primeiro lugar a Deus, que me dá disposição, energia e persistência para continuar trabalhando, estudando e superando obstáculos.

Agradeço ao meu falecido pai , Hélio Vieira Duarte, cujos princípios seguidos por ele e seus exemplos de um homem trabalhador e valorizador da educação fizeram de mim uma pessoa que também valoriza a educação e o trabalho. Ainda que em uma sociedade desigual, que não deu a ele a mesma oportunidade que deu a mim de estudar, ele me deixou esta herança.

Ao meu pai também agradeço ao estímulo e ao apoio que me dava nas minhas coleções de “pedras” e conchas o que culminou no meu direcionamento para as áreas de ciências naturais.

Agradeço do fundo do meu coração a minha mãe, Marli Barbosa Gonçalves, sempre presente na minha vida, me ajudando do jeito que ela sabe e pode e sempre acreditando em mim. Com toda dificuldade de saúde que ela teve, sempre esteve ao meu lado.

Agradeço também a minha mãe por me estimular desde criança a seguir o magistério quando me deu o meu primeiro quadro negro com o qual lecionei para as minhas bonecas e para os coleguinhas vizinhos.

Agradeço ao meu falecido padrasto Wanderley Mattos, professor de Português e que sempre me mostrou a importância de estudar e foi a primeira pessoa a me levar à UFRJ para fazer a minha matrícula na graduação. Sem este passo inicial da graduação, não seria possível estar concluindo este mestrado.

Agradeço ao meu companheiro Francisco José da Silva (e mais do que isso, a pessoa mais importante da minha vida depois da minha mãe neste momento), por todo apoio, amor, carinho, compreensão, pelos bons conselhos e direcionamentos durante este segundo mestrado. Agradeço a ele também por todas as palavras de incentivo durante alguns conflitos que passei durante este curso.

Agradeço à professora Fernanda Reinert pela indicação deste mestrado profissional a minha pessoa e pelas nossas boas conversas, ideias e diálogos.

Agradeço ao professor Thiago Ranniery as sugestões de consertos do projeto, do texto desta dissertação e algumas indicações de referências bibliográficas.

Agradeço ao amigo de turma José Carlos Félix pelas boas conversas, pela realização de nossos trabalhos em grupo, pelas informações nos momentos em que eu me encontrava perdida e pela amizade.

Agradeço à amiga de turma Dayse Ribeiro Dias, pela amizade, pelo apoio e conversas mesmo depois de sua saída do Profbio.

Agradeço às diretoras Alice Regina (CIEP 379 Raul Seixas) e Fátima Sena (C.E. Jornalista Rodolfo Fernandes) pela compreensão de algumas dificuldades na realização de atividades na escola devido ao fato de eu ficar sobrecarregada durante este mestrado profissional e por todo apoio e amizade.

Agradeço por fim, a todos os funcionários da UFRJ que direta ou indiretamente atuam na burocracia desta pós-graduação.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) - Brasil - Código de Financiamento 001.

“O coração do sábio adquire o conhecimento,
e o ouvido dos sábios busca a ciência”.

Provérbios 18:15

Bíblia Sagrada

“O topo da inteligência é alcançar a
humildade”.

Textos judaicos

Resumo:

Trabalhar em sala de aula com temas como Evolução e Paleontologia com enfoque na Paleobotânica é um grande desafio. Um dos problemas é que Evolução muitas vezes é erroneamente percebida como conflitante com as religiões e a Paleontologia é relacionada a mitologias. Além disso, a Botânica é pouco ensinada nas escolas. Outro problema é que muitos professores, por esta problemática social, acabam cortando parte ou até todo o conteúdo de evolução, por receio de conflitos em sala de aula e nada falam da Paleontologia (uma das principais ferramentas da evolução). Sendo assim, disponibilizar materiais diversificados e orientadores para professores trabalharem de maneira interdisciplinar temas relacionados à Evolução/Paleontologia em todos os aspectos (cosmológico, geológico e biológico) será uma inovação educacional. A presente dissertação criou um guia didático para professores com propostas de atividades investigativas dirigidas que estejam conectadas a peças de teatro. Tais atividades do guia consistem em sugestões de textos dialogados e estudos dirigidos com questões investigativas/desafiadoras que devem ser respondidas pelos alunos através de diálogos em grupos/peças teatrais improvisadas. Devido à carência de materiais norteadores, investigativos e lúdicos que abordem Evolução/Paleontologia em diferentes aspectos de maneira interdisciplinar, porém com enfoque na Paleobotânica, este material poderá ser bastante útil nas diferentes escolas brasileiras de ensino médio.

Palavras-chaves: ensino investigativo, dramaticidade, desenvolvimento

Abstract:

Working in the classroom with topics such as Evolution and Paleontology with a focus on Paleobotany is a great challenge. One of the problems is that Evolution is often mistakenly perceived as conflicting with religions and mythology-related Paleontology. Furthermore, Botany is rarely taught in schools. Another problem is that many teachers, due to this social problem, end up cutting part or even all of the evolution content, for fear of conflicts in the classroom and saying nothing about Paleontology (one of the main tools of evolution). Therefore, providing diverse materials and guidance for teachers to work in an interdisciplinary way on topics related to Evolution/Paleontology in all aspects (cosmological, geological and biological) will be an educational innovation. This dissertation created a teaching guide for teachers with proposals for guided investigative activities that are connected to theater plays. Such activities in the guide consist of suggestions for dialogued texts and guided studies with investigative/challenging questions that must be answered by students through dialogues in groups/improvised theater plays. Due to the lack of guiding, investigative and playful materials that address Evolution/Paleontology in different aspects in an interdisciplinary way, but focused in Paleobotany, this material could be very useful in different Brazilian high schools.

Key-words: investigative teaching,drama, development.

Relato da experiência no Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em Rede Nacional (Profbio-UFRJ):

Eu, autora da presente dissertação, ingressei no Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em Rede Nacional (Profbio-UFRJ) no mês 04/2022, ou seja, no final da Pandemia do Covid-19.

A universidade ainda estava se organizando em diversos aspectos para o retorno do ensino presencial. Ainda tínhamos que usar máscaras, utilizar álcool gel e manter as medidas de distanciamento.

No primeiro dia de aula reencontrei amigos e antigos professores além de conhecer novas pessoas e fazer novas amizades.

Havia uma regra de que os orientadores já eram fixos para cada aluno em determinada área do saber, mas eu consegui a flexibilidade de escolher a minha temática e a minha orientação. Porém, após algumas discordâncias de abordagens da proposta de projeto, uma comissão para minha orientação foi montada.

Desenvolvi então um trabalho interdisciplinar envolvendo a prática do teatro abordando a evolução nos diferentes aspectos (cosmológico, geológico e biológico) desde a origem do universo até o surgimento dos primeiros organismos fotossintetizantes (Focando a Paleobotânica).

Este mestrado profissional é o meu segundo mestrado e então, eu quis aproveitar meu conhecimento prévio do mestrado anterior para interagir com as ideias da minha nova dissertação deste mestrado profissional.

O Profbio me trouxe algumas novas experiências, como a prática do ensino investigativo e a interação com novos professores e colegas de trabalho.

Tenho a expectativa de utilizar o material que produzi e que os meus colegas de turma produziram para a prática do processo de ensino-aprendizagem nas escolas que leciono.

Sumário:

Agradecimentos.....	v
Resumo.....	viii
Abstract.....	ix
Relato da experiência no Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em Rede Nacional (Profbio-UFRJ).....	x
1-Introdução.....	1
1.1-A proposta e razões do guia didático.....	1
1.2-A importância do ensino investigativo.....	6
1.3- A importância da interdisciplinaridade no ensino investigativo.....	8
1.4- A relevância do teatro na educação e no ensino investigativo.....	13
1.5- Mesclagem entre a proposta investigativa com o teatro e os jogos.....	19
2-Objetivos.....	19
2.1-Objetivo geral.....	19
2.2-Objetivos específicos.....	20
3-Justificativas.....	22
4-Metodologia.....	23
4.1- Conteúdos de ensino.....	23
4.2-Descrição da metodologia.....	25
4.3-Materiais.....	28
4.4-Metodologia sugerida de como o professor pode organizar as atividades teatrais ou discussões.....	28

4.5-Resumo da metodologia.....	29
4.6-A ideia da organização da metodologia.....	29
5-Resultados/Produto.....	29
Sugestão 1 - Diálogo entre Marli e Marina - “Evolução do universo, dos átomos e das estrelas”	31
Questões disparadoras e investigativas para os alunos solucionarem em uma sequência didática (“Evolução do universo, dos átomos e das estrelas”).....	32
Expectativa das respostas dos alunos (“Evolução do universo, dos átomos e das estrelas”).....	33
Resumo do conteúdo para o professor trabalhar (“Evolução do universo, dos átomos e das estrelas”).....	35
Sugestão/orientação de como o professor pode orientar os alunos e trabalhar uma peça teatral a partir desta temática (“Evolução do universo, dos átomos e das estrelas”).....	36
Sugestão 2 - Diálogo entre Hélio e Wanderley - “Surgimento do planeta Terra e da Lua”	38
Questões disparadoras e investigativas para os alunos solucionarem em uma sequência didática (“Surgimento do planeta Terra e da Lua”).....	40
Expectativa das respostas dos alunos (“Surgimento do planeta Terra e da Lua”).....	41
Resumo do conteúdo para o professor trabalhar (“Surgimento do planeta Terra e da Lua”).....	42
Sugestão/orientação de como o professor pode orientar os alunos e trabalhar uma peça teatral a partir desta temática (“Surgimento do planeta Terra e da Lua”).....	43

Sugestão 3 - Diálogo entre Harinam e Chinnappa - “Surgimento da Lua e sua influência no planeta Terra e nos seres vivos”	44
Questões disparadoras e investigativas para os alunos solucionarem em uma sequência didática (“Surgimento da Lua e sua influência no planeta Terra e nos seres vivos”).....	46
Expectativa das respostas dos alunos (“Surgimento da Lua e sua influência no planeta Terra e nos seres vivos”).....	46
Resumo do conteúdo para o professor trabalhar (“Surgimento da Lua e sua influência no planeta Terra e nos seres vivos”).....	48
Sugestão/orientação de como o professor pode orientar os alunos e trabalhar uma peça teatral a partir desta temática (“Surgimento da Lua e sua influência no planeta Terra e nos seres vivos”).....	48
Sugestão 4 - Diálogo entre Dona Clotilde e Sheila – “Evolução e transformação do planeta Terra”	50
Questões disparadoras e investigativas para os alunos solucionarem em uma sequência didática (“Evolução e transformação do planeta Terra”).....	52
Expectativa das respostas dos alunos (“Evolução e transformação do planeta Terra”).....	53
Resumo do conteúdo para o professor trabalhar (“Evolução e transformação do planeta Terra”).....	55
Sugestão/orientação de como o professor pode orientar os alunos e trabalhar uma peça teatral a partir desta temática (“Evolução e transformação do planeta Terra”).....	57
Sugestão 5 - Diálogo entre Francisco e César - “Formação e origem da água no Planeta Terra”	58
Questões disparadoras e investigativas para os alunos solucionarem com a sequência didática (“Formação e origem da água no Planeta Terra”).....	59

Expectativa das respostas dos alunos (“Formação e origem da água no Planeta Terra”).....	60
Resumo do conteúdo para o professor trabalhar (“Formação e origem da água no Planeta Terra”).....	62
Sugestão/orientação de como o professor pode orientar os alunos e trabalhar uma peça teatral a partir desta temática (“Formação e origem da água no planeta Terra”).....	63
Sugestão 6 - Diálogo entre Sarah e tia Marlene - “Origem dos primeiros seres vivos e do oxigênio no planeta Terra”.....	64
Questões disparadoras e investigativas para os alunos solucionarem com a sequência didática (“Origem dos primeiros seres vivos e do oxigênio no planeta Terra”).....	67
Expectativa das respostas dos alunos (“Origem dos primeiros seres vivos e do oxigênio no planeta Terra”).....	68
Resumo do conteúdo para o professor trabalhar (“Origem dos primeiros seres vivos e do oxigênio no planeta Terra”).....	69
Sugestão/orientação de como o professor pode orientar os alunos e trabalhar uma peça teatral a partir desta temática (“Origem dos primeiros seres vivos e do oxigênio no planeta Terra”).....	71
Sugestão 7 - Diálogo entre Cláudia e Eliana - Origem e evolução dos seres vivos.....	72
Questões disparadoras e investigativas para os alunos solucionarem (“Origem e evolução dos seres vivos”).....	73
Expectativa das respostas dos alunos (“Origem e evolução dos seres vivos”).....	74
Resumo do conteúdo para o professor trabalhar (“Origem e evolução dos seres vivos”).....	75

Sugestão/orientação de como o professor pode orientar os alunos e trabalhar uma peça teatral a partir desta temática (“Origem e evolução dos seres vivos”).....	79
Sugestão 8 - Diálogo entre adolescentes – “Primeiros organismos produtores de oxigênio, estromatólitos”	81
Questões disparadoras e investigativas para os alunos solucionarem (“Primeiros organismos produtores de oxigênio, estromatólitos”).....	82
Expectativa das respostas dos alunos (“Primeiros organismos produtores de oxigênio, estromatólitos”).....	83
Resumo do conteúdo para o professor trabalhar (Primeiros organismos produtores de oxigênio, estromatólitos).....	84
Sugestão/orientação de como o professor pode orientar os alunos e trabalhar uma peça teatral a partir desta temática (“Primeiros organismos produtores de oxigênio, estromatólitos”).....	85
Sugestão 9 - Diálogo entre vovô Arai e Natali - “Surgimento dos primeiros organismos unicelulares eucariontes fotossintetizantes”.....	86
Questões disparadoras e investigativas para os alunos solucionarem (“Surgimento dos primeiros organismos unicelulares eucariontes fotossintetizantes”).....	89
Expectativa das respostas dos alunos (“Surgimento dos primeiros organismos unicelulares eucariontes fotossintetizantes”).....	91
Resumo do conteúdo para o professor trabalhar (“Surgimento dos primeiros organismos unicelulares eucariontes fotossintetizantes”).....	93
Sugestão/orientação de como o professor pode orientar os alunos e trabalhar uma peça teatral a partir desta temática (“Surgimento dos primeiros organismos unicelulares eucariontes fotossintetizantes”).....	95

Sugestão 10 - Diálogo entre as crianças Kanzy, Mohamed e Belize - “Surgimento dos primeiros organismos multicelulares fotossintetizantes”.....	96
Questões disparadoras e investigativas para os alunos solucionarem (“Surgimento dos primeiros organismos multicelulares fotossintetizantes”).....	100
Expectativa das respostas dos alunos (“Surgimento dos primeiros organismos multicelulares fotossintetizantes”).....	102
Resumo do conteúdo para o professor trabalhar (“Surgimento dos primeiros organismos multicelulares fotossintetizantes”).....	105
Sugestão/orientação de como o professor pode orientar os alunos e trabalhar uma peça teatral a partir desta temática (“Surgimento dos primeiros organismos multicelulares fotossintetizantes”).....	107
Sugestão 11 - Diálogo entre os gnomos Selectin e Enzin, fungos Ispor e Hifar e Sra. Carofar - “Evolução e ocupação do ambiente terrestre pelos organismos fotossintetizantes”	108
Questões disparadoras e investigativas para os alunos solucionarem (“Evolução e ocupação do ambiente terrestre pelos organismos fotossintetizantes”).....	112
Expectativa das respostas dos alunos (“Evolução e ocupação do ambiente terrestre pelos organismos fotossintetizantes”).....	113
Resumo do conteúdo para o professor trabalhar (“Evolução e ocupação do ambiente terrestre pelos organismos fotossintetizantes”).....	115
Sugestão/orientação de como o professor pode orientar os alunos e trabalhar uma peça teatral a partir desta temática (“Evolução e ocupação do ambiente terrestre pelos organismos fotossintetizantes”).....	116
Sugestão 12- Diálogo entre Marli e Zinete - Evolução das plantas vasculares com sementes.....	117

Questões disparadoras e investigativas para os alunos solucionarem (“Evolução das plantas vasculares com sementes”).....	119
Expectativa das respostas dos alunos (“Evolução das plantas vasculares com sementes”).....	120
Resumo do conteúdo para o professor trabalhar (“Evolução das plantas vasculares com sementes”).....	122
Sugestão/orientação de como o professor pode orientar os alunos e trabalhar uma peça teatral a partir desta temática (“Evolução das plantas vasculares com sementes”).....	125
Bibliografia sugerida para o professor fazer o planejamento das atividades...	126
6-Discussão.....	127
7-Conclusão.....	132
8-Referências bibliográficas.....	134

1-Introdução

1.1- A proposta e razões do guia didático

O guia didático apresentado nos resultados da presente dissertação tem como foco temáticas relacionadas à Evolução e à Paleontologia com abordagens de aspectos cosmológicos, geológicos e biológicos porém com enfoque na Paleobotânica. Neste guia são sugeridos textos-diálogos com perguntas disparadoras e estudos dirigidos com questões investigativas para estimular professores da educação básica (ensino médio) a usarem a abordagem do ensino investigativo em sala de aula, instigando os seus alunos a buscarem soluções para as questões propostas por meio da pesquisa e da proposição de hipóteses.

A proposta do ensino investigativo e interdisciplinar trabalhada no guia didático já está citada na BNCC (Base nacional curricular comum) brasileira. Isso demonstra a importância deste guia.

Este guia-didático tem uma proposta interdisciplinar entre Biologia, Cosmologia, Geologia e Paleontologia seguindo a proposta de Thiesen (2008). O autor citado acompanha um movimento contemporâneo presente na pedagogia atual, que vem marcando o rompimento com uma visão divisora e mecanicista de mundo e de educação assumindo uma concepção mais integradora, dialética e totalizadora na construção do conhecimento e da prática pedagógica.

Este movimento integrador e interdisciplinar pode transformar profundamente a qualidade da educação escolar (para melhor) por intermédio de seus processos de ensino (THIESEN, 2008), e este guia-didático está colaborando para esta transformação.

Além disso, o guia didático propõe como estratégia do processo de ensino de Biologia e da Evolução/Paleontologia (com enfoque na Paleobotânica), a integração das proposições do ensino investigativo com elementos do teatro por meio do improviso.

Como foi dito anteriormente haverá um enfoque do guia didático produzido na área da Paleontologia/Paleobotânica. Paleontologia é a ciência que estuda os fósseis, restos ou vestígios de organismos preservados em rochas, sedimentos, gelo e âmbar datados de mais de 11.000 anos (MENDES, 1986). Enquanto que a Paleobotânica é um ramo da Paleontologia. Este ramo é encarregado de estudar os fósseis de plantas, também chamados de fitofósseis (TAYLOR *et al.* 2009). Porém, outros grupos de organismos como bactérias, protozoários e fungos preservados, também, por tradição são objetos de estudo da Paleobotânica.

Uma das principais ferramentas do estudo da Evolução é a Paleontologia, pois os fósseis de organismos, com seus caracteres, podem ser encontrados em sequências de rochas sedimentares depositadas ao longo do tempo geológico. Estes depósitos sequenciais contendo os fósseis registram as transformações ocorridas dos caracteres através de mutações e seleções naturais durante o tempo geológico (TAYLOR *et al.* 2009).

Segundo Nizer (2019) em seu trabalho “*A Paleontologia como ferramenta de ensino para estudantes do ensino médio*”, a ciência Paleontologia, na educação básica, é competência em especial das disciplinas de Ciências e Biologia e tem grande importância para o ensino e compreensão da evolução dos seres vivos.

Além disso, também tem importância para a compreensão de aspectos econômicos, o que demonstra a importância da Paleontologia para a pesquisa na extração de combustíveis fósseis, e na promoção do turismo científico abordando esta ciência nas regiões que apresentam afloramentos (NIZER, 2019).

Ensinar aos alunos como a ciência explica a evolução do universo, das estrelas, dos planetas, da vida para além da evolução biológica culminando em toda a biodiversidade atual, contrapondo experiências culturais de natureza religiosa, é um grande desafio para qualquer professor de ciências, seja este de Biologia, de Física ou de Química (DUARTE *et.al.* 2018). Este desafio ainda é maior porque estes temas muitas vezes são encarados com desconfiança por alguns alunos que não conseguem promover a congregação de sua fé com a ciência (RUSSO; ANDRÉ, 2019). Mais difícil ainda é fazer o aluno compreender que até a natureza alcançar a própria evolução biológica, foi necessária uma evolução cosmológica, geológica e química, e que esta evolução está ocorrendo até os dias de hoje e continuará a ocorrer infinitamente.

Por exemplo, pode ser muito difícil para o aluno do ensino médio a compreensão da teoria na qual se diz que todo o universo surgiu e evoluiu a

partir de uma singularidade, de um átomo primordial ou “ponto” em expansão gerando toda a matéria com massa e energia em uma sequência, na medida que falta respaldo matemático e físico para o nível intelectual dos alunos nesta etapa do ensino. Sendo assim, propostas de estratégias para ensinar tais temáticas podem contribuir para uma melhoria do ensino de Biologia.

Também é um grande desafio fazer a conexão da evolução com as evidências fósseis da Paleontologia e com a evolução dos organismos fotossintetizantes que criaram as condições para o surgimento dos metazoários. Por exemplo, foi a produção de oxigênio pelas cianobactérias e a combinação deste gás com alguns elementos químicos, que permitiram a precipitação de substâncias que formaram as carapaças de organismos de corpo duro (que surgiram no Cambriano ≈ 542 Ma.) e polímeros rígidos como a esporopolenina e a lignina para a resistência e sustentação das plantas (mais a diante no tempo geológico a partir do Ordoviciano-Siluriano ≈ 444 -416 Ma.) (TAYLOR *et al.* 2009; Carvalho, 2010).

Outro ponto relevante é que Evolução nas escolas é mais explorada por seus aspectos biológicos, sendo muitas vezes deixados de lado os aspectos cosmológicos e geológicos (NIZER, 2019). Além disso, quando a evolução biológica é ensinada, o enfoque é, em geral, apenas com exemplos no grupo dos animais, enquanto que a evolução dos vegetais e de outros grupos como os fungos (fundamental para a evolução dos animais e das plantas) geralmente é esquecida (SCHWANKE; SILVA, 2010; MARTELLO *et al.* 2015).

Vale ressaltar também que a evolução, quando ensinada nas escolas, geralmente é através do método expositivo e não através da abordagem

investigativa. Sendo assim, utilizar um método que mescle investigação, teatro e arte para o processo de ensino-aprendizagem de Evolução em todos os aspectos de maneira integrada, pode ser uma boa estratégia para o professor alcançar o aprendizado dos alunos.

Segundo Oliveira (2010), a abordagem de ensino investigativo, quando comparada ao ensino exclusivamente expositivo de conteúdo, tem um caráter mais aberto. Aberto no sentido de não deixar engessada a sequência do conteúdo a ser ensinada. Em outras palavras, o ensino investigativo permite que a aula siga uma sequência construída conforme o desenvolvimento dos estudantes e que as fases possam ser estabelecidas ao longo das discussões e que possam ser verificadas a cada nova descoberta ou reavaliação de respostas.

Por outro lado, assim como o método de ensino investigativo parece ser eficiente e adequado para o ensino de Biologia, o ensino por meio do teatro e da interdisciplinaridade também é adequado ao mundo empreendedor e globalizado atual.

A ideia de mesclar o ensino de evolução, a investigação e práticas artísticas como o teatro pode ser muito estratégica para o processo de ensino-aprendizagem. Tal ideia já vem sendo discutida em alguns trabalhos como os de Rocha e Santos (2021), Reis *et al.* (2019), Pereira e Calixto (2019), Freitas e Gonçalves (2018) dentre outros. Rocha e Santos (2021), por exemplo, afirmam que o teatro pode ter um caráter iminentemente investigativo da criação artística a qual se relaciona a sua condição experimental. Reis *et. al.* (2019) afirmam que peças teatrais podem colaborar com discussões sobre ciências e

Pereira e Calixto (2019) corroboram com esta ideia afirmando que é possível a utilização do teatro como forma de divulgar a ciência na educação básica. Freitas e Gonçalves (2018) discutem que a interlocução entre Ciência e Arte, especialmente pela mediação do teatro, constitui-se perspectiva potencializadora do ensino de Ciências. O teatro, para além do entretenimento e da diversão, possibilita ações reflexivas, formativas e educativas. O teatro pode potencializar o diálogo entre Ciência e Arte e, ainda, instaurar a racionalidade crítica, a partir de uma situação interativa com o mundo e, principalmente, na sua representação. Nesse contexto, o teatro pode se constituir num “método” de intervenção para a construção do pensamento crítico dos estudantes.

O mundo contemporâneo exige uma abertura interdisciplinar, uma perspectiva de articulação de saberes, uma nova forma de compreender a relação do homem com o conhecimento (CACHAPUZ, 2014).

Por isso, a proposta de um guia didático com sugestões de atividades investigativas interdisciplinares, que envolvam teatro, Evolução/Paleontologia e ciências, é extremamente relevante para o cenário educacional atual.

1.2- A importância do ensino investigativo

A investigação ou ensino investigativo é uma abordagem que tem como finalidade a aprendizagem através de situações-problema ou enigmas que desenvolvam habilidades cognitivas relevantes a todas as áreas de conhecimento, focando o ensino no aluno (DE LIMA, 2012). Neste tipo de aprendizagem, o aluno se torna o agente de seu próprio conhecimento adquirido, pois ele irá exercer o papel de investigador ou pesquisador.

Neste sentido, ele se depara com um conjunto de dados ou observações, comumente chamado de um problema pobremente estruturado. Esse problema pobremente estruturado vai se tornar um incentivo a uma busca de dados e a uma organização dos mesmos para que o problema seja solucionado. Em seguida, a análise destes dados vai levar o aluno a elaborar uma hipótese que explique o problema a partir de suas observações (CHIN; CHIA, 2005).

Na elaboração de uma hipótese, o professor deverá apenas instruir os alunos sobre as características fundamentais de uma hipótese explicativa que deverá não apenas explicar os dados já coletados, mas também ter uma qualidade preditiva, no sentido de “prever novas observações se determinadas situações acontecerem” (DE LIMA, 2012). Assim, o aluno se torna agente da pesquisa a ser realizada, uma vez que ele vai elaborar e testar, com dados fornecidos pelo professor ou buscados pelos alunos, uma hipótese explicativa para as observações.

Para isso, o professor deverá selecionar um problema ou um caso para ser encaminhado aos alunos que irão trabalhar, em grupo, nesta resolução. Geralmente, os alunos irão analisar os dados apresentados para chegarem à organização do problema, para que eles possam organizar o problema, formular a hipótese e a tecer conclusão (KENDLER; GROVE, 2004).

Entre os dados apresentados pelo professor devemos incluir dados distratores, não conectados ao problema em si, pensado pelo professor, mas que torne a investigação um processo menos direto e objetivo, levando a discussões produtivas entre os alunos (KENDLER; GROVE, 2004). Neste sentido, este tipo de aprendizagem leva realmente o aluno a todas as etapas do processo

investigativo, por meio de análises, integração e aplicação (KENDLER; GROVE, 2004).

O ensino investigativo promove a autonomia dos estudantes tornando-os sujeitos do seu aprendizado. Isso torna os estudantes independentes na busca do conhecimento e na solução de problemas intelectuais, educacionais e do cotidiano. O ensino investigativo pode inclusive colaborar para a formação de cidadãos mais atuantes nas problemáticas políticas e sociais.

O ensino investigativo no campo da evolução (cosmológica, geológica e biológica) é de extrema relevância pois, as *fakenews* e as mitologias são muito difundidas nas redes sociais para os jovens abordando esta temática e devem ser combatidas com educação e informação. Como por exemplo, pode ser citada a divulgação em redes sociais da falsa teoria da “Terra plana”. Sendo assim, o ensino investigativo pode ser uma ferramenta do professor na sala de aula para diferenciar o método e as teorias científicas sustentadas pelo empirismo e pelo senso comum, dos “achismos” e “crendices” sustentadas pelo empirismo e pelo senso comum.

1.3- A importância da interdisciplinaridade no ensino investigativo

Sabe-se que trabalhar as disciplinas de maneira fragmentada não é o processo mais adequado. Para que a concretização do processo de ensino-aprendizagem ocorra, a fragmentação não pode ser estabelecida de acordo com a pedagogia interdisciplinar (LÜCK, 1995) e com a proposta do ensino investigativo.

Garrutti e Santos (2004) afirmam que no contexto escolar existe dificuldade de se estabelecer relações entre idéias e realidade, educador e educando, teoria e

ação. Isso gera como consequência a fragmentação do processo pedagógico e dificulta a metodologia do ensino investigativo.

A ideia da importância da interdisciplinaridade no ensino investigativo segue o que foi afirmado por Garrutti e Santos (2004) de que deve-se buscar estabelecer o sentido de unidade, de um todo na diversidade, mediante uma visão de conjunto, permitindo ao homem tornar significativas as informações desarticuladas que obtem durante o processo de construção de hipóteses e aprendizagem no método investigativo.

Cachapuz (2014) fez um estudo no qual apresentou uma possível abordagem de ensino das ciências nos níveis fundamental e médio, valorizando uma perspectiva interdisciplinar envolvendo o diálogo entre arte e ciências. O autor também pressupôs a necessidade de se estabelecer uma relação estratégica com o conhecimento que contrarie e vá mais além da segmentação e hierarquização dos saberes.

Para contextualizar o ensino investigativo da evolução com a interdisciplinaridade, vale ressaltar que a evolução biológica ensinada na Biologia está totalmente relacionada com a evolução geológica ensinada na Geografia e com a evolução cosmológica ensinada na Física e na Química. E para compreender o “todo” e a sequência da evolução é necessário a interdisciplinaridade entre estas disciplinas.

Para compreender a evolução como um todo e que os seres vivos são formados de “pó de estrelas” (SAGAN, 2017) é imprescindível a prática interdisciplinar.

Por exemplo, para um aluno compreender o surgimento da primeira forma de vida nos mares primitivos ensinado na Biologia, é muito importante que ele entenda a evolução da formação dos elementos químicos desde os átomos mais leves até os mais pesados como os átomos de hidrogênio, carbono, nitrogênio, oxigênio e das moléculas, ensinadas na disciplina de Química e que vão formar a água e os compostos orgânicos constituintes dos seres vivos como o DNA, os lípidos, os carboidratos e as proteínas.

Também é importante que os alunos compreendam a organização sequencial que formou o universo e a natureza, ou seja, átomos que formam moléculas, que formam substâncias, que formam misturas, que formam estruturas, que formam organelas e as células. E para que o aluno organize e compreenda a sequência da origem e da evolução da vida no planeta é importante que ele entenda também a evolução do planeta Terra (a Geologia ensinada na Geografia), que permitiu as condições propícias para a formação da vida.

Tais condições são o distanciamento perfeito da Terra em relação ao sol, o resfriamento do planeta Terra de fora para dentro formando a crosta e as placas tectônicas, o surgimento e a presença de água na Terra, a formação dos mares e oceanos, a atração gravitacional mantendo os gases da atmosfera (que mantêm a temperatura do planeta adequada à vida e protege contra os raios ultravioletas), o movimento das placas tectônicas que formaram os continentes, as montanhas, e atuou alargando ou afinando mares e oceanos etc.

As condições citadas acima estão relacionadas a alguns eventos que atuam na seleção natural, como por exemplo a formação de barreiras geológicas e

geográficas responsáveis pelo isolamento biológico. Este isolamento juntamente com a mutação, é responsável pelos processos de especiação que gera a biodiversidade no planeta Terra, e para que o aluno entenda a evolução do planeta Terra, é importante que ele entenda a formação das primeiras estrelas, a formação das primeiras galáxias, a formação dos primeiros planetas, ou seja, o aluno precisa ter conhecimentos de cosmologia e interagir com a Geologia.

Outro exemplo da importância da interdisciplinaridade para a compreensão da evolução da vida é o entendimento da Bioquímica (das reações químicas da fotossíntese por exemplo) para a percepção da relevância do surgimento dos organismos fotossintetizantes para a transformação e evolução da atmosfera terrestre (aumento da concentração do gás oxigênio e indiretamente do ozônio) assim como para o surgimento e a evolução dos organismos multicelulares aeróbicos com carapaça.

O aluno precisa compreender que a evolução dos organismos multicelulares, o aumento do tamanho dos mesmos e o surgimento da carapaça só ocorreu devido à liberação e o acúmulo do gás oxigênio na atmosfera pelo processo de fotossíntese.

Estes organismos necessitavam de mais energia e consequentemente da respiração aeróbica para que ocorresse maior liberação de energia com a quebra completa da glicose na presença do oxigênio para o funcionamento de um maior número de células com mais eficiência.

Além disso, a combinação do oxigênio com outros elementos químicos proporcionou a precipitação dos compostos químicos formadores das

carapaças. Ou seja, o aluno precisa fazer interdisciplinaridade com a evolução, com a Química, com a Bioquímica, com a Botânica, com a Zoologia e com a Geologia para compreender todo este processo.

Estas ciências que foram citadas anteriormente em um contexto interdisciplinar, por sua vez, influenciaram durante a história da humanidade artistas como Da Vinci, Shakespear dentre outros que uniram ciência e arte (CACHAPUZ, 2014).

Manifestações artísticas, como por exemplo o teatro, podem ser integradas com a ciência e serem uma ferramenta de atividade investigativa.

Falar de arte e ciência integradas, significa dizer, que elas estão contidas nas diversas áreas específicas do conhecimento. A inter-relação entre essas áreas remete à interdisciplinaridade (ZANETIC, 2006).

Sendo assim, a presente obra, que tem como proposta a integração de atividades investigativas com o teatro fazendo interdisciplinaridade entre Evolução, Geociências, Arte e outras disciplinas é uma proposta inovadora e moderna.

Inclusive vale ressaltar que nos Estados Unidos já existe desde a década de 1990 uma abordagem de ensino e movimento denominado STEM (Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática) que consiste em promover uma educação com criatividade e inovação, quebrando as barreiras entre as disciplinas. Isto demonstra uma tendência mundial no desenvolvimento de uma educação interdisciplinar.

O aluno que é sujeito do seu próprio processo de aprendizagem (FREIRE, 2004) ao tentar resolver questões problemas (a partir da sua realidade e do seu cotidiano) faz interdisciplinaridade para elaborar hipóteses durante este processo e integra conhecimentos de diversas áreas do saber além de manifestar diferentes habilidades (CHIN; CHIA, 2005).

Para isso os estudantes devem ser engajados em processos criativos, através dos quais eles poderão agir como jovens cientistas comunicando a ciência (MACEDO-JUNIOR, 2021)

A união da interdisciplinaridade com as práticas do ensino investigativo pode ser uma ferramenta para a formação de um indivíduo uno e pleno.

Foi um desafio criar um guia interdisciplinar com atividades investigativas em que no campo científico, a interdisciplinaridade venha a equivaler à necessidade de superar a visão fragmentada na produção de hipóteses e conhecimentos.

1.4- A relevância do teatro na educação e no ensino investigativo

Na dissertação de mestrado de Macedo-Junior (2021) intitulada “O uso do teatro para introdução da cosmologia/astronomia no ensino médio” é observado que é possível ensinar evolução cosmológica através do teatro de maneira interdisciplinar. Este autor criou uma peça teatral intitulada “Sistema Maluco” em que foram trabalhados conceitos e ideias importantes como geocentrismo e heliocentrismo, os movimentos do Sol, da Terra e da Lua interagindo com os ciclos de Milankovitch que são ciclos relacionados aos movimentos da Terra em torno do Sol e em torno de si mesma. São três movimentos básicos que são abordados por Milankovitch, Excentricidade -

proximidade e distanciamento da Terra em relação ao sol a cada 145.000 anos aproximadamente; Obliquidade - mudanças na inclinação do eixo de rotação da Terra a cada 41.000 anos aproximadamente e Precessão: variação do sentido desse eixo de rotação a cada 22.000 anos aproximadamente.

É de conhecimento dos maiores especialistas em educação a importância da aplicação de atividades teatrais no processo de ensino/aprendizagem nas escolas para trabalhar diferentes conteúdos (Al-MOUSAW; ZAMILI, 2012; ZAGHLOUL, 2020) . Stănescu e Andronache em 2020 publicaram o artigo “The Importance of Theater Pedagogy from a Student's Perspective” demonstrando a importância do teatro pedagógico levando em conta a própria perspectiva dos alunos, e reconhecendo a importância do teatro para o desenvolvimento dos mesmos.

O teatro trabalha aspectos como autonomia, iniciativa, improviso, confiança, segurança e inibição. Estes aspectos são muito relevantes para o bom desenvolvimento do aluno no ensino investigativo. A autonomia é trabalhada porque o aluno ao se apresentar tem que fazer sozinho, se mostra ao público, fala o texto, se expressa durante a encenação. A iniciativa e o improviso também são aspectos trabalhados porque se o aluno esquece o texto a ser falado, ele precisa ter a iniciativa de rapidamente criar uma fala semelhante a que ele esqueceu improvisando. A confiança, a segurança e a inibição são trabalhadas na medida que o aluno precisa acreditar que ele é capaz de se apresentar em público e que o seu conteúdo é bom.

Segundo Spolin (2010), qualquer pessoa tem capacidade de improvisar e atuar em um palco de teatro. E se realmente a pessoa desejar, ela é capaz de jogar

e ter valor no palco. Com os alunos nas escolas não é diferente, todos são capazes, basta demonstrar e desenvolver nos mesmos as suas habilidades de encenação e de improviso para o teatro.

Existe uma discussão de até que ponto um educador ou orientador em uma turma deve encaminhar a prática docente para o lado artístico ou até que ponto o ensino artístico tem menor importância caso se considere em primeiro lugar como uma atividade de caráter formativo (KOUDELA, 1984).

Porém, não há dúvida de que o papel do professor/orientador nas atividades teatrais é essencial para o sucesso do aluno iniciante na vida teatral (SPOLIN, 2010). A boa orientação faz com que o aluno perceba a importância de sua interação, do seu envolvimento com o objeto da peça, estimula o sistema de jogos teatrais trazendo divertimento e espontaneidade para os exercícios de atuação, encoraja o acordo grupal e a participação individual nas tomadas de decisões (SPOLIN, 2010).

Vale ressaltar ainda que Spolin (2010) afirma que é importante que o orientador/professor faça com que o aluno perceba a sua responsabilidade com a plateia e com os outros alunos-atores que estejam atuando junto com ele, e que é importante ter foco durante a apresentação. Sendo assim, é essencial que o professor que deseje fazer uma atividade investigativa envolvendo o teatro, seja capaz de também orientar seus alunos na construção da encenação.

Os apontamentos de Spolin (2010) são importantes pois, ao se colocar a arte teatral como possibilidade nos currículos escolares, deve-se haver

preocupação com a formação e cursos para professores nesta direção também.

Segundo especialistas, a arte não necessita de argumentos para justificar a sua presença nos currículos escolares e nem de métodos diferenciados a sua natureza intrínseca (KOUDELA, 1984).

Abreu e Marques (2020) acreditam que embora o teatro seja um importante instrumento pedagógico, ele é ainda pouco utilizado no espaço escolar brasileiro. O teatro pode ser uma iniciativa que desperte o interesse dos alunos em divulgar informações e popularizar de forma lúdica o conhecimento científico, possibilitando uma melhor compreensão do mundo ajudando a diminuir o analfabetismo científico que existe no Brasil (SILVEIRA *et al.* 2009).

A concepção teatro-educação coloca o estudante como um organismo em desenvolvimento, cujas potencialidades irão se desenvolver desde que seja permitido a este estudante se desenvolver em um ambiente aberto à experiência expressando a livre imaginação criativa (KOUDELA, 1984). O objetivo do teatro na escola não é apenas preparar o espetáculo, mas sim formar o indivíduo.

Durante a dinâmica da elaboração de hipóteses, da construção do processo de aprendizagem e até mesmo na construção de experimentos na perspectiva do ensino investigativo e científico, muitas vezes por exemplo, o improviso é necessário, e a prática do teatro pode ser uma ferramenta que ajude a treinar o aluno para o improviso nos momentos necessários.

De acordo com Abreu e Marques (2020), o uso da arte teatral, assim como de suas técnicas de improviso, é perceptível atualmente em diversas

profissões, inclusive entre os educadores e educandos. No artigo de Watson (2011), por exemplo, é demonstrado o benefício do teatro até mesmo no processo de ensino-aprendizagem de estudantes de medicina que precisam interagir de maneira improvisada com o paciente até certo ponto, e as técnicas teatrais ajudam nesta interação.

Em sala de aula durante atividades investigativas podem ocorrer situações em que professores podem ser questionados por educandos (ou vice-versa) acerca das mais diferentes temáticas, tenham elas cunho pessoal ou educacional, sendo assim professores e educandos precisam antecipar-se em suas respostas evitando que a aula siga por um caminho de inibição, ou de ausência de ações sobre os questionamentos, e o teatro ajuda neste aspecto também (ABREU; MARQUES, 2020).

No cotidiano observa-se inúmeras situações rotineiras em que é necessário estabelecer oportunidades de vivências e experiências que ajudam o praticante a ressignificar uma situação, fenômeno e/ou acontecimentos. Como explica Nazareth (2008), ao considerar que a arte é libertária (assim como o ensino investigativo) percebe-se que o teatro é uma das formas de expressão de mais liberdade que existe.

Uma das razões do teatro ser libertário é devido ao mesmo permitir a possibilidade de ser outro e imaginar o mundo de outra forma (CAVASSIN, 2008). A sua representação, expõe o autor tanto na sua forma mais íntima e particular como generalizada. Além disso, a liberdade envolve o livre exercício da criação, da produção e da divulgação. Esta liberdade do teatro pode ser comparada a liberdade que o aluno necessita durante o ensino investigativo.

Tal liberdade faz necessária para o aluno que investiga, que é sujeito do seu próprio processo de aprendizagem, e que elabora suas hipóteses.

“O Teatro, assim, pode ser a brecha que se abre na nova perspectiva da ciência e ensino-aprendizagem, pois envolve essencialmente o que o soberanismo da lógica clássica e do modelo racional excluía; o ilógico, as possibilidades (o “vir a ser”), a intuição, a intersubjetivação, manifestação artística e que são princípios para a concepção de Inteligência na Complexidade e vice-versa.” (CAVASSIN, 2008).

É possível por exemplo, fazer relações entre processo e produto na construção de conhecimento em teatro e o mesmo pode ter um caráter eminentemente investigativo, que pode se relacionar a uma condição experimental (ROCHA; SANTOS, 2021) . Pereira e Calixto (2019) enfatizam também que atividades investigativas lúdicas e que envolvam teatro podem ajudar no início de uma apropriação de linguagem científica.

Segundo Cavassin (2008), o teatro na educação ainda não tem uma estabilidade dentro de um paradigma científico pois ainda existem dificuldades teóricas e práticas para um desenvolvimento mais sólido do mesmo dentro das escolas, sobretudo na educação formal (Educação Infantil, Ensino Fundamental, Ensino Médio e os Cursos Superiores).

“Nesse sentido, argumenta-se sobre a fundamental importância da informação e do questionamento a respeito de ações efetivas do Estado ligadas ao ensino do Teatro (com foco nos Parâmetros Curriculares Nacionais) e também a formação de professores dentro de uma perspectiva do Pensamento Complexo e da Educação Progressista” (CAVASSIN, 2008).

1.5- Mesclagem entre a proposta investigativa com o teatro e os jogos

A ideia de mesclar o ensino de Biologia, a investigação e práticas artísticas como teatro e jogos como já foi dito anteriormente, pode ser muito estratégica para o processo de ensino-aprendizagem e esta ideia já vem sendo discutida em alguns trabalhos como os de Rocha e Santos (2021), Reis *et al.* (2019), Pereira e Calixto (2019), Freitas e Gonçalves (2018), dentre outros, mais focados na Geociências/Paleontologia como o publicado por Neves *et al.* (2018). Estes autores demonstram os impactos positivos na utilização de peças teatrais e jogos com bonecos, envolvendo a temática do lixo e exemplificando a atuação e a motivação dos alunos.

Quando se fala em jogos no teatro, deve-se ter em mente as perspectivas de “maleabilidade” das encenações, “improvisos surpresas”, estratégias de percepção e de interação com o público (SPOLIN, 2010). E são estes tipos de jogos que o presente guia didático apresenta como proposta, de forma a permitir que os alunos desenvolvam as perspectivas citadas acima ao realizarem as atividades investigativas sugeridas.

.

2 -Objetivos

2.1-Objetivo geral

Tem-se como objetivo geral a apresentação de uma proposta que permita empreender o ensino de evolução cosmológica, geológica e biológica a partir da construção de um guia didático para professores utilizarem em sala de aula

(no ensino médio) e que aborde o ensino investigativo através de textos baseados em situações problemas.

2.2-Objetivos específicos

Objetiva-se trabalhar o processo de ensino-aprendizagem da evolução em diferentes aspectos seguindo a sequência de eventos ao longo do tempo geológico com enfoque na Paleobotânica.

Objetiva-se também estimular a capacidade dos alunos de improvisar, trabalhar em equipe, de se apresentar em público e de diminuir a timidez, integrando Evolução e Paleontologia com teatro. Além de mostrar aos professores e alunos que é possível integrar ensino investigativo com teatro.

Pretende-se despertar nos professores o desejo de realizarem atividades mais investigativas, interativas, lúdicas e interdisciplinares para trabalhar o conteúdo de evolução.

A expectativa é de que este guia didático colabore com os professores para que os mesmos consigam fazer seus alunos compreenderem a sequência da evolução geológica e da vida reconhecendo os diferentes éons, eras e períodos sem “decoreba” mas entendendo o processo lógico.

Pretende-se com o guia didático estimular os professores a desenvolverem atividades com seus alunos que os façam aprenderem (investigando, jogando e fazendo arte) em equipe a evolução biológica, os seus processos e conceitos como a mutação e a seleção natural. Isto poderá despertar a criatividade, o raciocínio e a competição saudável entre os alunos.

É esperado também que o professor colabore para o desenvolvimento da autonomia, da iniciativa, do protagonismo e da diminuição da inibição (através de técnicas teatrais), características relevantes para o trabalho no ensino investigativo.

Também é objetivo específico fazer os alunos aprenderem a sequência da evolução da vida dos organismos fotossintetizantes em conexão com a evolução cosmológica do universo e com a evolução geológica do planeta Terra. Ou seja, alunos deverão aprender a sequência ordenada dos eventos do tempo geológico desde a origem do universo até o surgimento das primeiras formas de vida e dos organismos fotossintetizantes.

Os alunos deverão aprender que a complexidade dos organismos foi gerada ao longo do tempo geológico através dos processos de mutação e seleção natural com a influência direta da evolução cosmológica e geológica seguindo as seguintes sequências:

Sequência cosmológica: expansão de uma singularidade de grande densidade e energia, formação das quatro principais forças do universo, formação das primeiras partículas, formação dos átomos, das estrelas, dos planetas, das galáxias.

Sequência geológica: formação do planeta Terra pela colisão de corpos rochosos através da atração gravitacional, resfriamento do planeta Terra de fora para dentro, formação e movimentação das placas tectônicas, colisão de cometas com gelo no planeta Terra, formação dos primeiros mares e oceanos, formação da atmosfera primitiva.

Sequência biológica: átomos, moléculas, substâncias, misturas, estruturas, células (seres vivos) tecidos, órgãos, sistemas, espécies, populações, comunidades, ecossistemas, biomas, biosfera .

Fazer o aluno compreender as adaptações necessárias para a transição da vida dos organismos fotossintetizantes da água para a ocupação do ambiente terrestre (Reprodução independente da água, surgimento dos esporos e grãos de pólen com esporopolenina, surgimento da cutina, surgimento da lignina e dos vasos condutores de seiva, surgimento da semente e dos frutos).

3-Justificativas

Existe carência de materiais de apoio e orientadores (como foi afirmado por SANTANA *et al.*, 2016; LI; TSAI, 2013) direcionados aos professores disponíveis no Brasil e no mundo e que abranjam o ensino investigativo e lúdico de Evolução em todas as abordagens (cosmológica, geológica e biológica) e de Paleontologia (com ênfase na paleobotânica).

Existe também dificuldade de grande parte dos professores do ensino médio em trabalhar ciência e investigação em sala de aula, devido à problemática de uma alta porcentagem de alunos não terem uma educação científica e investigativa desde o ensino fundamental em grande parte do Brasil. Pelo contrário, a maioria teve apenas contato com explicações religiosas referentes a certas temáticas como a origem e evolução do universo e da vida.

Este guia didático justifica-se também pela dificuldade e falta de tempo por parte de muitos professores de elaborar atividades em grupo e investigativas

para trabalhar a perspectiva do trabalho em equipe entre os alunos . Existe também a dificuldade de elaborar materiais que possam trabalhar a questão da timidez dos alunos, que devem ser treinados para apresentar trabalhos resultantes de investigação em público.

Vale ressaltar a pouca diversidade de materiais com peças teatrais, jogos e dinâmicas que envolvam a temática de Evolução e Paleontologia de maneira interdisciplinar com a Geociências e com a Arte. Existe a necessidade de alternativas e metodologias diversificadas para trabalhar estas temáticas, que são abstratas e conflituosas com religiões.

4-Metodologia

4.1-Conteúdos de ensino

- Origem e evolução do universo (Formação da matéria), das estrelas, do planeta Terra e da Lua, da atmosfera, da água e dos mares e oceanos;
- Origem e evolução das primeira formas de vida;
- Evolução dos seres vivos, seleção natural e adapção (com enfoque nos organismos fotossintetizantes) ao longo do tempo geológico.

Estes conteúdos foram selecionados porque eles são importantes para que o aluno compreenda a sequência evolutiva do surgimento dos seres vivos. Esta seleção de conteúdos foi baseada na proposta de Bergqvist e Prestes (2014). As propostas de Bergqvist e Prestes (2014) e Sobral *et al.* (2010) afirmam que para que o processo de ensino-aprendizagem da evolução ocorra, é

necessário que várias áreas do conhecimento e conteúdos sejam trabalhados em uma sequência cronológica de conteúdos relacionados à Cosmologia, à Geologia e à Paleontologia nos diferentes níveis de ensino e de maneira interdisciplinar.

Carvalho (2010) também tem a mesma perspectiva de conteúdos selecionados neste presente guia-didático para a compreensão da sequência evolutiva do surgimento dos seres vivos.

E segundo Dias e Martins (2018), somente a realização de aulas expositivas com conteúdos fragmentados de evolução, oficinas teóricas ou palestras conjugadas com oficinas de réplicas fósseis não foram suficientes no entendimento de alguns conteúdos evolutivos e paleontológicos em algumas escolas.

A Biologia é uma ciência que tem como objeto de estudo a vida, sendo assim, é muito importante a compreensão da origem da vida no Planeta Terra. E para que o aluno compreenda como ocorreu a origem da vida, ele precisa entender os eventos que antecederam este processo, e para isso, o professor precisa fazer interdisciplinaridade com a Cosmologia e com a Geologia (BERGQVIST; PRESTES, 2014; CARVALHO, 2010).

O conteúdo que aborda a evolução, a seleção natural e a adaptação com enfoque nos organismos fotossintetizantes foi escolhido porque permite a compreensão do surgimento da biodiversidade no planeta Terra e facilita o aluno compreender a importância e o impacto da produção e do acúmulo de oxigênio na atmosfera. Além disso, permite o aluno compreender os processo

de transição da saída da vida da água para a ocupação do ambiente terrestre (TAYLOR *et al.* 2009).

4.2- Descrição da metodologia

O presente guia didático foi construído a partir da ideia da autora de confeccionar textos investigativos sobre Evolução com personagens relacionados aos seus familiares, a seus amigos cientistas e aos filhos e netos destes amigos cientistas.

A autora percebeu durante sua prática como professora da educação básica durante 16 anos (na Secretaria de Estado de Educação do Rio de Janeiro – SEEDUC RJ) de que havia carência de materiais interdisciplinares e com enfoque investigativo em Evolução voltados para a prática pedagógica de professores.

A autora então decidiu redigir um guia didático que mesclasse os seus conhecimentos prévios em Paleontologia e Geologia desenvolvidos, durante o seu mestrado e doutorado em Geologia, com os seus conhecimentos prévios de Evolução aprendidos durante a graduação em Ciências Biológicas.

O fato da autora ter amizade com cientistas da área do saber da Paleontologia e da Geologia a inspirou criar os personagens com seus nomes e criar histórias com perguntas interdisciplinares que abordassem a Cosmologia, a Geologia, a Paleontologia e a Evolução, ou seja, temas que estes cientistas pesquisavam.

O guia didático é proposto para ser utilizado por professores de Biologia e de Ciências da educação básica do Brasil com enfoque no ensino médio (1º ano

preferencialmente) mas podendo ser utilizado também no ensino fundamental de segundo seguimento (6º e 7º preferencialmente).

A aplicação no 1º ano do ensino médio é preferencial porque é o conteúdo introdutório de Biologia que os currículos das SEEDUCs (Secretaria de estado de educação), dos IFs (Institutos Federais), CAPs (Colégios de Aplicação) dentre outras uniddes escolares sugerem. Os textos desafiadores/investigativos do guia didático estão contextualizados com esta sugestão.

No caso de aplicação para o ensino fundamental de segundo seguimento, o professor deverá acompanhar mais de perto os alunos e utilizar uma linguagem mais adequada a faixa etária e ao nível de conhecimento dos alunos durante as atividades.

A aplicação do guia didático seguirá a seguinte sequência pelos professores:

Etapa 1- O professor deverá utilizar apenas um texto investigativo/desafiador do guia didático por aula;

Etapa 2- Cada texto será utilizado seguindo a ordem cronológica ao longo do tempo geológico para que os alunos consigam compreender a sequência evolutiva;

Etapa 3- O professor irá contextualizar os textos com os conteúdos de seu planejamento e com a proposta do currículo das instituições onde o mesmo trabalha;

Etapa 4- O professor irá separar a turma em grupos de 4 ou 5 alunos;

Etapa 5 - O professor irá orientar os grupos de alunos a lerem o texto e irá levantar discussões sobre a temática do mesmo tentando averiguar as concepções e conhecimentos prévios dos alunos sobre a temática;

Etapa 6 - Posteriormente, o professor irá entregar aos grupos de alunos o questionário sobre o texto sugerido pelo guia didático com perguntas disparadoras e investigativas para que eles criem suas hipóteses;

Etapa 7 - Os grupos de alunos, primeiramente, irão elaborar e discutir as suas hipóteses de acordo com suas concepções e conhecimentos prévios;

Etapa 8 - Em seguida o professor, irá pedir que os grupos de alunos improvisem uma discussão ou apresentação improvisada ou encenada sobre suas hipóteses apenas com os conhecimentos e conceitos prévios que já tinham em no máximo 5 minutos para cada grupo;

Etapa 9 - Na etapa seguinte, o professor irá orientar os alunos a pesquisarem através de referências bibliográficas selecionadas, sites sobre como a ciência explica as questões investigativas e disparadoras;

Etapa 10 - Após a pesquisa, o professor irá perguntar aos grupos de alunos se as explicações científicas encontradas para as perguntas coincidiram ou não com as concepções e conteúdos prévios das hipóteses elaboradas por eles;

Etapa 11 - Treinamento para a apresentação das respostas por um dos grupos através do improviso e de pequenas peças teatrais.

O tempo para a realização das atividades vai variar de acordo com a realidade de cada turma. Porém, a ideia é que todos os textos e questionários do guia didático sejam trabalhados ao longo de todo o primeiro bimestre.

Apenas um grupo por texto será selecionado para improvisar uma pequena peça teatral em sala de aula com as respostas aos questionários.

Professores podem recorrer a referências bibliográficas que ajudem na orientação de peças teatrais e apresentações improvisadas para orientar os alunos.

4.3-Materiais

- O Guia didático (para uso do professor);
- Folhas de perguntas;
- Livros, sites e outros materiais de consulta selecionados pelo professor e sugerido pelos alunos durante suas pesquisas;
- Panos, maquiagens, tintas, isopor, cartolina, roupas diferenciadas e outros materiais que possam servir para montar uma cena teatral.

4.4- Metodologia sugerida de como o professor pode organizar as atividades teatrais ou discussões

O professor é livre para avaliar e decidir se a turma ou se apenas um grupo da turma tem ou não perfil para a realização da peça teatral com o objetivo de criar cenas que respondam às perguntas do questionário.

Caso o professor perceba que a turma não tenha o perfil para a realização de peça teatral, ele pode apenas orientar e organizar algumas discussões. As orientações para a realização das peças teatrais ou das discussões serão sugeridas aqui neste guia ao final de cada sessão das atividades dos textos

com as situações-problemas. Porém, o professor é livre e autônomo para seguir ou não as sugestões propostas.

4.5-Resumo da metodologia

De maneira resumida o método consiste em o professor consultar o guia didático e utilizar os textos investigativos/desafiadores, um por aula.

O professor deverá dividir a turma em grupos de aproximadamente 5 alunos. Estes grupos terão o desafio de investigar e descobrir as respostas das situações-problema e das questões disparadoras atribuídas pelo professor baseado nas sugestões dos textos-diálogos e atividades propostas no guia didático. Posteriormente, os alunos deverão responder e mostrar as suas respostas através de discussões ou pequenas peças teatrais improvisadas em sala de aula. Tudo deverá ser orientado pelo professor.

4.6- A ideia da organização da metodologia

A ideia de organizar desta maneira as atividades do Guia didático partiu da leitura de artigos científicos relacionados ao ensino investigativo, ao teatro e a interdisciplinaridade que demonstraram eficiência no processo de aprendizagem dos alunos ao realizarem atividades em sala de aula neste estilo. Partiu também da percepção de que é necessário ensinar a evolução como um “todo” (Cosmológica, Geológica e Biológica) para que o aluno compreenda que a evolução biológica é consequência da evolução geológica e cosmológica.

5-Resultados/Produto

A realização da articulação entre ciências e teatro culminou na confecção de um guia didático com textos que incluem questões disparadoras investigativas dentro da realidade do público-alvo da educação básica utilizando para isso pesquisas bibliográficas. Foi percebido pela autora, ao longo da prática do magistério, as necessidades deste público-alvo no que se refere ao ensino de evolução de maneira integrada, interdisciplinar e investigativa envolvendo a Cosmologia, a Geologia e a Paleontologia com enfoque na Paleobotânica.

As questões disparadoras e investigativas presentes nos textos do guia didático que serão disponibilizados abaixo foram elaboradas a partir do conteúdo interdisciplinar de cada tema e que os alunos não podem deixar de saber e perceber as interrelações, ou seja, se os alunos conseguem investigar e responder às perguntas pesquisando em fontes de diferentes disciplinas, eles vão ter alcançado o aprendizado deste conteúdo de maneira interdisciplinar.

A abordagem investigativa foi incorporada ao guia didático a partir da criação de situações-problemas durante os diálogos dos personagens nos textos e a partir do questionário que os alunos vão ter que investigar para tentarem responder às situações-problemas. Sendo assim, os alunos terão os desafios de solucionarem os questionamentos, as situações-problemas dos personagens.

Abaixo serão apresentados os textos investigativos/desafiadores com situações-problemas e questões disparadoras do guia didático, ou seja, o produto. Esta proposta do guia didático pode ser denominada “Teatro de respostas”:

Sugestão 1 - Diálogo entre Marli e Marina / Texto sobre a seguinte situação-problema: “Evolução do universo, dos átomos e das estrelas”.

Duas meninas chamadas Marli e Marina estavam à noite observando o céu em um sítio deitadas em uma esteira na grama. E começaram a conversar:

Marli: - Olha as estrelas Marina, como são bonitas! Elas brilham tanto! De onde será que vieram as estrelas?

Marina: - Pois é, Marli, eu não sei. Também tenho esta dúvida! E por que será que elas brilham? Será que elas querem dizer algo?

Marli: - Eu não sei o porquê que elas brilham. Elas parecem ser tão pequenas no céu, não é? Mas vi em um desenho que assisti, um menino que foi até uma estrela e ela era enorme. Você acha que as estrelas são pequenas ou grandes Marina?

Marina: - Eu não sei, Marli. Não sei se são grandes, se são pequenas e nem porque brilham. Uma vez eu achei super estranho, minha professora de ciências disse que quando fôssemos para o ensino médio, que iríamos aprender que somos formados de “pó estelar”. Eu não entendi nada...Eu nasci da barriga da minha mãe e ela nunca me disse que colocou pó de estrela em mim. E como se pega pó de estrela? Minha professora também disse que a estrela que vemos hoje, pode não existir mais. Eu achei ela doida quando disse isso....

Marli: - Sua professora disse isso??? Que estranho! Quando minha avó morreu, minha mãe disse que ela e as flores do caixão dela viraram uma estrela. Será que é verdade? A minha professora também já falou uma coisa

super estranha. Ela disse que o sol é uma estrela. Se o sol é uma estrela, por que ele é grande e as estrelas que vemos à noite são tão pequenas? E de onde o sol surgiu? A professora também disse que sem o sol, não existiria vida na Terra!

Marina: - Marli, esta minha professora de ciências é super misteriosa. Ela disse também que no ensino médio, vamos aprender que tudo que existe no universo veio de um único ponto, inclusive as estrelas, e que tudo evoluiu deste ponto.

Marli: - De um único ponto? Que ponto é este? Evoluiu? O que é evolução?

Marina: - Eu não sei.

Questões disparadoras e investigativas para os alunos solucionarem em uma sequência didática (“Evolução do universo, dos átomos e das estrelas”):

O diálogo entre Marli e Marina explora uma conversa sobre as estrelas, sobre o universo e faz uma indagação sobre evolução. As duas meninas têm muitas dúvidas e questionamentos, mas nenhuma delas sugeriu hipóteses sobre seus questionamentos e nem tinham conhecimento científico para respondê-los. Vocês podem tentar ajudá-las?

1- Como vocês explicariam o que a professora de Marina disse a ela “...*tudo que existe no universo veio de um único ponto, inclusive as estrelas, e que tudo evoluiu deste ponto*”? Tente sugerir uma hipótese explicativa para a fala da professora.

2- Existe alguma teoria científica que explique o que a professora de Marina afirmou? Caso sim, que teoria é esta? O que esta teoria afirma?

3- Como vocês hipotetizam que uma estrela seja formada? Expliquem.

4- O que vocês acham que a professora de ciência quis dizer com a frase *“somos formados de pó estelar”*?

5- E o que vocês acham que a mãe de Marli quis dizer quando a avó dela faleceu e “virou” estrela junto com as flores do caixão?

6- Como a ciência explica a formação e a evolução de uma estrela? Corroborou com a hipótese de vocês?

7- O Sol é realmente uma estrela? Explique.

8- Qual é a relação da formação das estrelas com a evolução química?

9- Como vocês definem evolução?

10- Improvisem uma discussão, apresentação ou peça teatral de no máximo 10 minutos para responder as perguntas anteriores.

Expectativa das respostas dos alunos (“Evolução do universo, dos átomos e das estrelas”):

Espera-se que os alunos criem suas hipóteses, investiguem e comparem (averiguem se estão corretas) suas hipóteses com as teorias científicas atuais e percebam que o diálogo gira em torno da teoria do Big bang, da evolução do universo (a partir de 14 bilhões de anos atrás) com a formação dos primeiros

átomos e moléculas, que são as unidades básicas formadoras da matéria e das estrelas. Os alunos devem citar também a participação na evolução do universo das quatro forças principais, força nuclear forte, força nuclear fraca, força gravitacional e força eletromagnética.

Tem-se a expectativa que os alunos percebam que o “pó estelar” refere-se aos átomos e moléculas que constituem os corpos celestes como as estrelas, os planetas e a matéria viva, como por exemplo os seres humanos, as plantas e os demais seres vivos que são uma “máquina química”.

Espera-se também que os alunos façam conexão entre a morte da avó e das flores com a decomposição e o retorno dos átomos e moléculas da constituição biológica para o universo através de um ciclo, que por sua vez faz parte de toda a evolução do universo ao longo dos bilhões de anos.

O aluno deverá hipotetizar e investigar como uma estrela é formada e averiguar que a ciência afirma que as estrelas são formadas a partir da condensação de uma nuvem de poeira e gás (átomos leves) através da força gravitacional.

O aluno deverá perceber que a formação das estrelas faz parte da evolução cosmológica do universo que por sua vez de maneira direta ou indireta vai interferir na formação e evolução dos planetas e assim como na formação e evolução dos seres vivos.

Graças a atração gravitacional do sol, que é uma estrela, os planetas giram em torno dele e graças a luz solar que incide no planeta Terra existe vida na mesma. O gás oxigênio e os carboidratos essenciais para a existência da vida são produzidos pela fotossíntese que é realizada na presença da luz solar.

Resumo do conteúdo para o professor trabalhar (“Evolução do universo, dos átomos e das estrelas”):

O professor deverá trabalhar com a Teoria do Big Bang, que é a mais aceita atualmente pela ciência. De acordo com a ciência, o universo surgiu há cerca de 14 bilhões de anos atrás a partir de uma singularidade (ponto muito denso e com muita energia) que sofreu uma grande expansão. Inclusive, vale ressaltar que esta teoria é bem aceita, mas o nome da mesma Big Bang, não é bem aceito, pois Big Bang significa grande explosão e na verdade o que ocorreu foi uma grande expansão. O nome da teoria deveria ser “Big Expansion”.

Grande explosão remete a uma reação química, e para que esta reação ocorra é preciso a interação entre átomos e moléculas, e neste momento não existiam átomos e moléculas. Para que ocorra uma explosão é preciso um espaço tridimensional, e neste momento não existia espaço. A palavra “explosão” também remete à barulho, som e para que o som se propague era preciso um meio material e neste momento do início da formação do universo não existia matéria para que o som se propagasse. Sendo assim, por este e por outros argumentos o termo “Big Bang”, ou seja, “Grande explosão” não é bem aceito para nomear a teoria da origem do universo.

O termo “Big Expansion” é mais aceito principalmente pelo fato de atualmente os astrônomos observarem um distanciamento constante entre as galáxias, remetendo à ideia de que se retornássemos à bilhões de anos atrás, as galáxias estariam concentradas no ponto inicial de grande densidade e energia.

Vale ressaltar que nos primeiros momentos, o universo era constituído pelo plasma de quark-glúons até que ocorreu a formação das primeiras partículas,

átomos e moléculas. Primeiro foram formados os átomos mais leves e depois os átomos mais pesados.

As primeiras estrelas foram formadas pela atração gravitacional de nuvens de poeira e gás constituídas por átomos leves como Hidrogênio e Hélio. As estrelas formadas por sua vez foram aumentando sua densidade e a atração gravitacional e os elementos mais pesados foram sendo formados assim como a matéria mais complexa.

Para a formação das primeiras partículas e da matéria foi fundamental a atuação das quatro principais forças do universo (força-nuclear forte, força nuclear fraca, força gravitacional e força eletromagnética). Estas forças surgiram no início da formação do universo.

É importante que o professor trabalhe a interdisciplinaridade com a Física e com a Química e que o professor demonstre a correlação dos elementos químicos presentes no universo com os elementos químicos que constituem o ser humano e relacione isso com o trecho do texto *“somos formados de “pó estelar”*.

Sugestão/orientação de como o professor pode orientar os alunos e trabalhar uma peça teatral a partir desta temática (“Evolução do universo, dos átomos e das estrelas”):

- 1- O professor pode selecionar um grupo da turma, cujos alunos sejam menos inibidos, motivados e que tenham domínio do conteúdo que investigaram para responder às perguntas. Ou o professor pode sortear um grupo;

- 2- O professor pode estudar através de livros de teatro sugeridos neste guia sobre como orientar peças teatrais;
- 3- O professor pode sugerir aos alunos a criação de uma nova personagem que seja professor(a) e selecionar duas alunas que representem Marli e Marina em idades mais avançadas já no ensino médio. Esta sugestão é boa, porque é uma continuidade da história com a situação-problema, já que as Meninas Marli e Marina citam que a professora diz que no ensino médio elas vão aprender “coisas” novas sobre a temática discutida no texto-diálogo.
- 4- Após selecionar do grupo escolhido os alunos que vão representar os personagens (professor(a), Marli e Marina), o professor poderá criar junto com os alunos uma peça em que o personagem professor (a) explica e responde para as alunas Marli e Marina as suas perguntas. As perguntas podem ser criadas baseadas no próprio texto-diálogo que foi passado a turma juntamente com as questões disparadoras e investigativas do estudo dirigido;
- 5- Após os alunos sob a orientação do professor criarem os diálogos da peça, os mesmos podem ensaiar em casa;
- 6- Podem ser obtidas vestimentas como jaleco para o personagem da professor(a) e um uniforme diferenciado para as personagens, alunas, Marli e Marina;
- 7- O cenário pode ser a própria sala de aula;
- 8- O professor pode orientar os alunos a realizarem a peça com o tempo máximo de 10 a 15 minutos;
- 9- O professor pode orientar os alunos a interagirem, jogarem com a plateia para ajudar a manter a atenção da turma;

10- O professor também deve orientar os alunos da peça a improvisar alguma fala, caso esqueçam trechos dos textos a serem falados.

Sugestão 2 - Diálogo entre Hélio e Wanderley / Texto sobre a seguinte situação-problema: “Surgimento do planeta Terra e da Lua”.

Dois adolescentes, chamados Hélio e Wanderley assistem a um Tik-Tok de alguns segundos através do celular e visualizam a imagem do planeta Terra e um homem dizendo que o tempo da existência do ser humano (300.000 aproximadamente) não é nada mediante o tempo de evolução do planeta Terra, que é de 4,5 bilhões de anos.

A partir desse Tik-Tok, Hélio e Wanderley começam a conversar sentados em um quiosque de uma praça:

Hélio: - Nossa Wanderley! Fiquei impressionado com esta informação sobre a idade de tempo de evolução do planeta Terra tão maior que a idade de tempo de evolução da nossa espécie!

Wanderley: - Eu também! É uma diferença tão grande que nem consigo imaginar. Mas você sabe como o planeta Terra surgiu e evoluiu?

Hélio: - Eu não. Na minha escola até agora, eu só aprendi quais são os planetas do sistema solar, mas nunca me explicaram como estes planetas e o planeta Terra surgiram.

Wanderley: - Hélio, uma coisa me intriga demais... Se o planeta Terra não tivesse surgido, será que o ser humano existiria nos outros planetas do Sistema solar?

Hélio: - Ótima pergunta , Wanderley. Eu sinceramente não sei. A única coisa que me disseram na escola é que só é possível a existência de vida se existir água, e o planeta Terra é o único que tem água em estado líquido à vontade para todos os seres vivos no sistema solar.

Wanderley: - Hélio, Eu já ouvi dizer que Marte também já teve água. Será que o planeta Terra desde quando ele surgiu sempre foi do mesmo jeito? Ou mudou? Pergunto isso, pois vivem dizendo que o planeta Terra está mudando e que o homem transforma o planeta.

Helio: - Eu acho que o planeta Terra mudou, pois no vídeo falou em evolução do planeta. Evolução é modificação?

Wanderley: - Não sei. Se o planeta evoluiu ou mudou ao longo dos 4,5 bilhões de anos, como foi esta mudança?

Hélio: - Se eu não sei nem como surgiu o planeta Terra, que dirá como ele evoluiu...Outro mistério é a Lua....

Wanderley: - É mesmo! De onde vem a Lua?? Por que ela é maior que as estrelas?

Hélio: - Eu também não sei Wanderley. É tudo um mistério. Será que a Lua é realmente maior que as estrelas?

Questões disparadoras e investigativas para os alunos solucionarem em uma sequência didática (“Surgimento do planeta Terra e da Lua”):

1-Após vocês lerem o diálogo entre Hélio Wanderley o que vocês hipotetizam em relação ao surgimento do planeta Terra? Após refletirem, investiguem.

2-Como vocês responderiam à dúvida de Wanderlei na pergunta “*Será que o planeta Terra desde quando ele surgiu sempre foi do mesmo jeito?*” Investiguem.

3-Em relação à pergunta de Wanderley “ *Se o planeta Terra não tivesse surgido, será que o ser humano existiria nos outros planetas do Sistema solar?*” o que vocês responderiam a ele?

4-Como vocês explicariam a relação da presença de água na Terra com a vida?

5-Evolução é a mesma coisa que modificação? Somente os seres vivos evoluem ou os planetas, as estrelas, outros corpos celestes e as galáxias também evoluem?

6- Vocês saberiam responder as dúvidas de Hélio e Wanderley em relação à Lua?

7-A Lua realmente é maior que uma estrela? Por que enxergamos a lua maior do que as estrelas?

8-Improvise uma discussão, apresentação ou peça teatral de no máximo 10 minutos para responder as perguntas anteriores.

Expectativa das respostas dos alunos (“Surgimento do planeta Terra e da Lua”):

Espera-se que os alunos investiguem e concluam que o planeta Terra foi formado pela colisão de corpos rochosos por atração gravitacional . Esta colisão gerou uma morfologia geoide no planeta Terra com uma superfície irregular.

Posteriormente, os alunos devem relatar que a Terra foi bombardeada por cometas constituídos de gelo e rocha e foi se resfriando de fora para dentro. Ao se resfriar, este planeta formou a crosta terrestre e as placas tectônicas que se movimentam através de correntes convectivas. A atração gravitacional da Terra atraiu também um outro planeta menor, Thea, que colidiu com a mesma. Ao colidir, este planeta se fragmentou, e estes fragmentos formaram a Lua.

O aluno deve concluir que o planeta Terra evoluiu ao longo tempo geológico devido a estas colisões, ao seu resfriamento, à formação das placas tectônicas e sua movimentação etc. Até hoje o planeta Terra evolui e o planeta de hoje não é o igual ao de 4,5 bilhões de anos atrás.

Evolução está mais associada a modificação no conceito cosmológico e geológico. No conceito biológico, evolução não é modificação, mas sim variação na frequência gênica de uma população, onde os mais aptos são selecionados pelos fatores do meio (seleção natural). Por exemplo, um feto se modifica, e isso não é evolução biológica.

A atmosfera, a litosfera, a hidrosfera e biosfera do planeta Terra evoluíram ao longo do tempo geológico e são bem diferentes do que eram no passado. Até mesmo os movimentos da Terra variaram. Por exemplo, no passado o

movimento de rotação da Terra era bem mais rápido que o de hoje, os dias eram mais curtos e a velocidade do vento maior.

Resumo do conteúdo para o professor trabalhar (“Surgimento do planeta Terra e da Lua”):

Sugere-se que o professor trabalhe com a ideia de que a Terra é um geoide rochoso formado há cerca de 4,5 bilhões de anos atrás.

O planeta Terra foi formado pela colisão de corpos rochosos por atração gravitacional e por isso o planeta Terra não é uma esfera perfeita e sim um geoide.

As colisões dos corpos rochosos geraram muita energia tornando o planeta Terra muito quente, “uma bola de fogo”. Colidiam com a Terra também cometas (corpos rochosos com gelo) que colaboraram com o resfriamento do planeta de fora para dentro constituindo a Terra em três camadas: crosta, manto e núcleo.

A crosta fragmentada formou o que conhecemos como placas tectônicas. Estas placas se movimentam devido às correntes de convecção do manto transformando e modificando ao longo dos milhões de anos as superfícies do planeta Terra. Obviamente, estas transformações na superfície irão interferir diretamente na seleção natural e na evolução dos seres vivos a partir do momento que eles surgiram no planeta Terra.

Os cometas também trouxeram água para o planeta Terra colaborando para a formação dos primeiros mares e oceanos e para o surgimento das primeiras formas de vida.

Sugestão/orientação de como o professor pode orientar os alunos e trabalhar uma peça teatral a partir desta temática (“Surgimento do planeta Terra e da Lua”):

- 1- O professor pode selecionar um grupo, cujos alunos sejam menos inibidos, mais motivados e tenham domínio do conteúdo que investigaram para responderem às perguntas. Ou o professor pode sortear um grupo;
- 2- O professor pode estudar através de livros de teatro sugeridos neste guia sobre como orientar peças teatrais;
- 3- O professor juntamente com os alunos pode criar um terceiro personagem, que seja um astrônomo idoso aposentado chamado Clodoaldo. Por um acaso, seu Clodoaldo encontra Hélio e Wanderley em alguma situação inesperada como por exemplo, um encontro em uma barraca de cachorro-quente em uma praça. Então, eles começam a conversar informalmente sobre o tema abordado no texto com as situações problemas discutido com a turma e sobre as perguntas disparadoras do questionário;
- 4- O professor então pode selecionar entre os alunos do grupo, um para ser o idoso astrônomo aposentado Clodoaldo, dois alunos para interpretar Hélio e Wanderley e um para ser o vendedor da barraca de cachorro-quente;
- 5- Os alunos podem então construir as falas do Clodoaldo baseados nos questionamentos de Hélio e Wanderley presentes no texto orientados pelo professor;
- 6- Podem ser contruídas também as falas do vendedor de cachorro-quente interagindo com todos os outros personagens;

- 7- Um cenário representando uma barraca de cachorro quente pode ser construído pelos alunos da turma utilizando caixotes de feira , painéis velhos, painéis, cartolina dentre outros materiais de acordo com a criatividade dos alunos e do professor;
- 8- Os alunos também podem improvisar vestimentas adequadas para os personagens, perucas, maquiagem, óculos etc.
- 9- Os ensaios e montagem do cenário podem ser no contraturno;
- 10- O tempo de duração da peça será de no máximo 20 minutos.

Sugestão 3 - Diálogo entre Harinam e Chinnappa / Texto sobre a seguinte situação-problema: “Surgimento da Lua e sua influência no planeta Terra e nos seres vivos”.

Dois meninos indianos chamados Harinam e Chinnappa estavam brincando em um lugar bem distante do Brasil, em um templo na Índia. Como já é de conhecimento geral, a Índia é um país muito místico e estes meninos começaram a conversar sobre a Lua com uma perspectiva mística:

Harinam: - Oi ! Chinnappa! O que você está fazendo aqui no templo?

Chinnappa: - Oi Harinam! Eu vim rezar para Ganga, a deusa das águas do Rio Ganges.

Harinam: - Eu também, vim rezar, mas não para Ganga e sim para Brahma, o criador de todo o universo.

Chinnappa: - Harinam! Olhe ali para fora! Você viu a Lua hoje? Ela está grandona, cheia!

Harinam: - Nossa! É mesmo, eu não tinha reparado! A lua está linda hoje.

Chinnappa: - Aqui no nosso templo, a história da Lua é muito interessante. Ela é a Deusa Soma, filha de Atri (um profeta divino). As energias geradas pelo corpo de Atri, já muito penalizado por diversos motivos, foram para o céu, tomaram forma. Com a permissão de Brahma então, a Lua foi formada desta maneira a partir da energia de Atri, e ficou circulando pelos céus sendo símbolo e fonte da fecundidade.

Harinam: - Eu conheço esta história. E a Lua passou a reinar no mundo vegetal. Bhrama deu à Lua total soberania sobre as sementes, sobre as plantas e sobre as águas e poderes de multiplicação.

Chinnappa: - Isso mesmo Harinam!

Harinam: - Na minha escola Chinnappa, a professora de ciências ensinou que a formação da Lua não teve relação com Atri e que a Lua não é a Deusa Soma.

Chinnappa: - Ela ensinou isso? E no que você acredita?

Harinam: - Ainda estou refletindo sobre isso. Ciência ou Hinduismo? A professora também me falou que o ciclo da Lua está super relacionado com o ciclo de amadurecimento e reprodução de diversas plantas e animais.

Chinnappa: - Harinam! Que interessante! Eu uma vez escutei da minha avó, que os bebês só nascem depois de 9 Luas! E que devemos cortar o cabelo na Lua cheia para ele crescer bonito e mais rápido, mas nunca cortar na Lua minguante, que mingua o cabelo.

Harinam: - Então, vou hoje ao barbeiro cortar o meu cabelo! Quero meu cabelo cheio! A Lua está cheia!

Questões disparadoras e investigativas para os alunos solucionarem em uma sequência didática (“Surgimento da Lua e sua influência no planeta Terra e nos seres vivos”):

- 1- No texto foi observado um dos aspectos do misticismo que tenta explicar um evento evolutivo cosmológico através de personagens místicos. Que evento foi explicado no texto através da mitologia? Isso contraria a ciência? Por quê?
- 2- O que diferencia uma explicação mitológica de uma teoria científica?
- 3- Como o evento citado no texto é explicado cientificamente?
- 4- Na fala de Harinam *“A professora também me falou que o ciclo da lua está super relacionado com o ciclo de amadurecimento e reprodução de diversas plantas e animais.* Existem casos na biologia cientificamente comprovados desta relação? Caso sim, cite exemplos.
- 5- Na fala de Harinam foi dito que *“Bhrama deu à Lua total soberania sobre as sementes, sobre as plantas e sobre as águas”.* Como a ciência explica a atuação da lua em relação às plantas e aos mares?
- 6- Improvisem uma discussão, apresentação ou peça teatral de no máximo 10 minutos respondendo aos questionamentos de Harinam e Chinnappa.

Expectativa das respostas dos alunos (“Surgimento da Lua e sua influência no planeta Terra e nos seres vivos”):

Espera-se que os alunos percebam e escrevam em suas respostas que o misticismo e as religiões tentam ao longo dos séculos explicar os fenômenos naturais e biológicos através de mitos e milagres. Religião é dogma, fé. Religião é diferente da ciência. A ciência precisa comprovar as suas teorias através de experimentos, cálculos, análise de dados etc.

Espera-se que o aluno investigue como a ciência explica através de séculos de estudos a formação da Lua (satélite natural do planeta Terra). Os alunos deverão explicar que a Lua foi formada a partir da atração gravitacional de um pequeno planeta que existia próximo à Terra denominado Thea.

Após a colisão de Thea com a Terra, parte dos fragmentos de Thea foi incorporada à Terra e uma outra parte destes fragmentos ficou girando ao redor da Terra também por atração gravitacional. Posteriormente, estes fragmentos se atraíram entre si e formaram a Lua.

O aluno deverá também explicar que a Lua interfere na dinâmica do planeta Terra através da atração gravitacional que por sua vez, interfere nos ciclos de maré, que por sua vez interfere no ciclo biológico e reprodutivo de diversos organismos marinhos e costeiros.

Espera-se também que o aluno explique a interferência da Lua no desenvolvimento das plantas. A Lua influencia na quantidade de seiva que percorre o caule das plantas. Além disso, a luminosidade da lua, apesar de menos intensa do que a luz solar, penetra no solo e acelera o processo de germinação das sementes, dentre outras interferências. A fisiologia vegetal pode ter relação com os ciclos lunares.

Resumo do conteúdo para o professor trabalhar (“Surgimento da Lua e sua influência no planeta Terra e nos seres vivos”):

Em relação à Lua, a mesma foi formada a partir da colisão de um “pequeno planeta” denominado Thea com a Terra. Esta colisão gerou fragmentos que ficaram girando ao redor do planeta Terra e posteriormente, uma nova atração gravitacional uniu estes fragmentos formando a Lua.

O professor pode trabalhar com a ideia de que ciência não é dogma, não é fé. Enquanto nas religiões e no misticismo as pessoas simplesmente acreditam e têm fé, na ciência é preciso provar as teorias com cálculos e experimentos por exemplo.

Sendo assim, o professor deverá discutir os diálogos entre Chinnappa e Harinam diferenciando ciência de religião.

Vale também trabalhar os movimentos da Lua (revolução, rotação e translação). Revolução é o movimento da Lua em torno da Terra em elipse (~1 mês), rotação é o movimento da Lua em torno de si mesma (~1 mês) e translação é o movimento da Lua em torno do sol (~365 dias). É interessante o professor explicar algumas influências dos movimentos da Lua no planeta Terra, principalmente na vida.

Sugestão/orientação de como o professor pode orientar os alunos e trabalhar uma peça teatral a partir desta temática (“Surgimento da Lua e sua influência no planeta Terra e nos seres vivos”):

1-O professor pode selecionar um grupo, cujos alunos sejam menos inibidos, motivados e que tenham domínio do conteúdo que investigaram para responderem às perguntas. Ou o professor pode sortear um grupo;

2-O professor pode estudar através de livros de teatro sugeridos neste guia sobre como orientar peças teatrais;

3-O professor pode orientar os alunos a criarem uma peça teatral que envolva dança e falas;

4-A dança pode ter movimentos que passem a ideia de colisão, pois a formação da Lua foi a partir da colisão de um pequeno “planeta Thea” com a Terra;

5-Uma sugestão de música pode ser “A Lua” do MPB4 encontrada no seguinte link do youtube: <https://www.youtube.com/watch?v=rXUTEpNxa9M>

6-A dança pode anteceder as falas, ou seja, primeiro a dança e depois as falas;

7-Dança pode ser realizada por dois alunos representando a colisão entre a Terra e a Lua, e por outros alunos representando os fragmentos girando em torno da Terra devido à atração gravitacional;

8-A dança também pode representar os diferentes movimentos da Lua e as suas fases;

9-As vestimentas e o cenário na sala de aula para a dança podem ser de livre criatividade dos alunos sob a orientação do professor. A sugestão é que sejam utilizados panos brancos, amarelos e azuis e maquiagem;

10- Após a dança, um personagem representando um dos deuses citados no texto-diálogo passado para a turma, poderia entrar em cena e explicar cientificamente como a Lua foi formada e citar alguns exemplos da influência da Lua em relação à vida no planeta Terra;

11- O tempo sugerido para a dança junto com a peça teatral é de no máximo 20 minutos;

12- Os ensaios deverão ocorrer no contraturno como atividade de casa.

Sugestão 4 - Diálogo entre Dona Clotilde e Sheila / Texto sobre a seguinte situação-problema: “Evolução e transformação do planeta Terra”.

Uma idosa de 70 anos chamada dona Clotilde e uma jovem chamada Sheila de 28 anos estavam dentro de um trem e começaram a conversar. Dona Clotilde voltou a estudar no estado através do NEJA e contou isso à Sheila que é graduada em Biologia. Durante a viagem no trem, dona Clotilde ficou feliz em saber que Sheila era bióloga e decidiu tirar algumas dúvidas com ela em relação às matérias que ela estava aprendendo na escola. E então, começaram a dialogar:

Dona Clotilde: - Prazer em conhecê-la, Sheila! Que bom conhecer uma bióloga! Eu tenho tantas dúvidas sobre as matérias que estou estudando na escola. Posso lhe fazer algumas perguntas?

Sheila: - Claro que sim, dona Clotilde! Ficarei extremamente feliz em responder as suas perguntas.

Clotilde: - Então, Sheila, minha professora disse que sempre ocorreram mudanças climáticas no planeta Terra e que no passado era impossível ter vida na Terra, pois o planeta era muito quente. Isso é verdadeiro?

Sheila: - É verdadeiro sim até certo ponto, dona Clotilde. A Terra foi formada pela colisão de corpos rochosos por atração gravitacional há cerca de 4,5 bilhões de anos atrás. Durante estas colisões ocorreu liberação de muita energia, calor e então o planeta era MUITOOO quente (uma esfera, massa de rocha derretida) e era impossível a existência de vida no mesmo. Além disso, o planeta era bombardeado por meteoros, por cometas e raios ultravioletas atingiam a sua superfície dificultando a proliferação de qualquer forma de vida. O clima no planeta Terra era extremamente quente atingindo temperaturas maiores do que 1000°C. Porém, esta situação foi sendo modificada ao longo do tempo geológico e as condições para o desenvolvimento da vida surgiram. O planeta Terra se transformou e por isso dizemos que a Terra evoluiu!

Clotilde: - Nossa! Que diferença para os dias de hoje! Minha professora também falou que a Terra já foi congelada. Como pode uma hora com mais de 1000°C e depois com menos de 0°?

Sheila: - Sim, dona Clotilde, estes momentos em que o planeta ficou congelado, nós chamamos de eras glaciais. O planeta Terra evoluiu e durante esta evolução, o planeta passou por momentos quentes e por momentos frios.

Clotilde: - Minha professora disse também que existiram muitos vulcões ativos! Isso é verdadeiro?

Sheila: - É verdadeiro sim, dona Clotilde.

Clotilde: - Mas se existiam muitos vulcões que liberavam lavas quentes, como o planeta congelou? Como os vulcões surgiram? De onde eles surgiram? Existia vida nos momentos de congelamento?

Sheila: - Dona Clotilde, em relação aos vulcões, estes foram formados pelo encontro de placas tectônicas ou por “hot spots”.

Clotilde: - Mas o que são placas tectônicas? O que placas tectônicas têm a ver com a vida no planeta Terra? Os vulcões matavam os seres vivos? Quando a terra congelava matava os seres vivos? Por que a Terra congelava? Por que os vulcões explodiam? Como pode ter acontecido tudo isso e existir vida hoje no planeta Terra?

Sheila: - Dona Clotilde, mil desculpas! Minha estação chegou! Eu preciso descer! Investigue , estude! A senhora vai conseguir as respostas destas suas perguntas! Boa semana! Tchau!

Questões disparadoras e investigativas para os alunos solucionarem em uma sequência didática (“Evolução e transformação do planeta Terra”):

Vocês leram o diálogo entre dona Clotilde e Sheila. Infelizmente, não deu tempo de Sheila responder a todas as perguntas de dona Clotilde. Sendo assim, vocês terão o desafio de investigar e responder as perguntas de dona Clotilde.

1-Por quais possíveis razões o planeta se resfriou ao longo tempo geológico? O pode ter causado as eras glaciais?

2-O que são placas tectônicas? Como elas se formaram e qual a relação das mesmas com os vulcões?

3- Como as placas tectônicas poderiam ter relação com o clima? Como os vulcões poderiam interferir no clima do planeta Terra?

4-Como as placas tectônicas poderiam ter interferido na seleção natural dos organismos ao longo do tempo geológico?

5-Como os períodos frios e quentes podem ter interferido na seleção natural dos organismos ?

6-Improvise uma discussão, apresentação ou peça teatral de no máximo 10 minutos para responder as perguntas de dona Clotilde e do questionário.

Expectativa das respostas dos alunos (“Evolução e transformação do planeta Terra”):

Espera-se que os alunos investiguem e concluam que o planeta terra evoluiu e se transformou ao longo do tempo geológico. Esta evolução ocorreu com seu resfriamento de fora para dentro formando as placas tectônicas, a crosta terrestre onde os seres vivos surgiram e evoluíram a partir dos mares e oceanos primitivos e da evolução química das moléculas orgânicas replicativas (Formação do DNA, do RNA) até a ocupação dos continentes.

Os alunos devem constatar que o resfriamento do planeta até a formação das placas tectônicas e dos primeiros mares e oceanos foi essencial para o surgimento da vida.

Os alunos também precisam concluir que as placas tectônicas se movimentam, e que este movimento ocorre devido às correntes convectivas no manto da

Terra. O resultado dos movimentos das placas tectônicas gera vulcões , terremotos e modifica o relevo terrestre.

É relevante que o aluno discuta que o resultado do movimento das placas tectônicas vai interferir nos processos evolutivos dos seres vivos. Por exemplo, vulcões que são formados pelo encontro de placas tectônicas, liberam CO₂ que interfere no efeito estufa, e os seres vivos dependem da retenção de calor na Terra, que ocorre devido a este efeito. Outro exemplo, é que o movimento das placas tectônicas posicionou os continentes em diferentes posições no globo com diferentes incidências solares, interferindo no clima dos continentes e consequentemente selecionando os seres vivos mais adaptados àquele clima vigente. Rochas hoje existentes na Antártica foram formadas em um clima tropical por terem ocupado uma posição do globo terrestre diferente da atual. A Antártica possuía uma biodiversidade de plantas e animais imensa e hoje é congelada, com uma biodiversidade bem diferente e infinitamente menor.

O movimento das placas tectônicas também tem relação com a formação e destruição de mares e oceanos, participando então da seleção natural e da especiação dos organismos marinhos e terrestres. Por exemplo, o nordeste e a amazônia já foram mar. O Brasil e a África já foram unidos e hoje existe uma barreira geográfica, o Oceano Atlântico, que separa estes dois continentes

É muito importante também que o aluno investigue e discuta que durante a evolução do planeta Terra ocorreram mudanças climáticas como os períodos glaciais e interglaciais e que estes períodos interferiram nos processos de seleção natural dos organismos. É relevante também que os alunos investiguem e reconheçam os ciclos de Milankovitch (variação de

excentricidade a cada 100.000 anos, variação na precessão a cada 26.000 anos, variação na obliquidade a cada 41.000 anos) que interferem na variação do clima global e que o aluno descubra que o planeta Terra no passado tinha uma velocidade de rotação diferente da atual, e isso interferiu na velocidade dos ventos.

Em resumo, o aluno precisa concluir que o planeta Terra evoluiu geologicamente e que esta evolução interferiu diretamente na evolução dos seres vivos, desde o primeiro microorganismo simples até o complexo ser humano. A evolução geológica do planeta Terra gerou barreiras geográficas, modificações climáticas e gasosas que foram eventos de transformação do meio ambiente e que interferiram diretamente nos processos de mutação e seleção natural dos organismos.

Resumo do conteúdo para o professor trabalhar (“Evolução e transformação do planeta Terra”):

É interessante o professor trabalhar a ideia de que o planeta Terra, desde a sua formação até os dias de hoje, sofreu mudanças climáticas que interferiram diretamente não só na evolução e transformação do planeta como também na evolução e transformação dos seres vivos.

O professor deverá saber que desde a formação do geoide Terra ocorreu um resfriamento de fora para dentro da Terra formando a crosta terrestre modificando também a atmosfera terrestre e a sua constituição. No início da formação do planeta Terra a atmosfera era bem diferente da atual constituída por metano, amônia, gás carbônico e vapor de água. Não havia o gás oxigênio e nem o gás ozônio.

O gás oxigênio e o gás ozônio só surgiram após a formação dos primeiros mares e oceanos e surgimento dos primeiros organismos fotossintetizantes. A modificação da atmosfera e da sua constituição foi um dos fatores que interferiu e modificou as temperaturas do planeta Terra. O surgimento do gás ozônio protegeu a Terra dos raios ultravioleta e protegeu também o material genético das células de mutações mortais geradas pelos raios ultravioleta permitindo assim uma melhor multiplicação da vida.

A formação das placas tectônicas através da deriva dos continentes devido ao resfriamento e fragmentação da crosta terrestre gerou os diferentes continentes e os mares e oceanos.

O movimento das placas tectônicas interferiu na evolução dos organismos na medida que gerou barreiras geográficas e separação de espécies propiciando diferentes especiações (Exemplo: formação de cordilheiras como Andes e Himalaia separando espécies em lados diferentes, separação do continente americano do continente africano pela formação do oceano atlântico gerando barreira geográfica entre as espécies destes continentes) . O movimento das placas tectônicas também gerou extinções de espécies na medida que formou e destruiu mares e oceanos, montanhas, vulcões onde alguns seres vivos viviam etc.

O professor também deve ter conhecimento dos ciclos de Wilson e de Milankovitch e discutir com os alunos como estes movimentos interferiram no clima do planeta Terra e na evolução dos organismos.

É relevante que o professor trabalhe com os alunos a História da ciência demonstrando como as conclusões científicas discutidas foram alcançadas pelos científicos ao longo dos séculos.

Sugestão/orientação de como o professor pode orientar os alunos e trabalhar uma peça teatral a partir desta temática (“Evolução e transformação do planeta Terra”):

1-O professor pode perguntar se alguns alunos da turma gostariam de participar voluntariamente de uma peça teatral sobre a temática do texto;

2-O professor pode estudar através de livros de teatro sugeridos neste guia sobre como orientar peças teatrais;

3-O professor pode orientar os alunos a montarem uma peça teatral sequencial em que um grupo de uns 5 alunos poderiam se vestir de preto, fazer um círculo e fazer uma dança ou movimentos representando uma colisão entre eles. Essa cena representaria a colisão dos corpos rochosos atraídos por atração gravitacional. Uma música de fundo poderia ser utilizada;

4-Uma espécie de aluno-locutor poderia explicar o significado da dança com a colisão;

5-Um outro grupo de alunos poderia representar placas tectônicas fazendo coreografias de aproximações e afastamentos utilizando pedaços de tábuas em suas mãos;

6- Um outro grupo de alunos poderia encenar a formação de um vulcão, de forma que todos os alunos do grupo unidos formariam um cone;

7- O aluno-locutor sempre explicaria o significado das danças e dos movimentos durante a peça fazendo relação com o texto e com as perguntas disparadoras passadas para as turmas;

8- O tempo de duração da peça será de no máximo 20 minutos.

Sugestão 5 - Diálogo entre Francisco e César / Texto sobre a seguinte situação-problema: “Formação e origem da água no planeta Terra”.

Um menino chamado Francisco de 12 anos estava brincando com seu amigo chamado César de 11 anos em uma praia no Brasil, quando, de repente, ao mergulhar bebeu um pouco de água salgada e foi lançado pelas ondas fortes do mar na areia. Seu amigo César foi então ajudá-lo a se levantar e os dois decidiram sentar um pouco na areia e conversar.

Francisco: - César, as ondas estão muito fortes! O mar é poderoso e cheio de água tão salgada!

César: - Francisco com certeza, por pouco você não se afogou. Como pode o mar ser tão poderoso, né?

Francisco: - César, eu também me pergunto isso. Às vezes também penso: “De onde veio a água do mar?” É tanta água...e a água do mar é diferente da água do rio, pois a água do rio não é salgada e o rio não parece tão cheio como o mar.

César: - Francisco, a água do mar veio da chuva.

Francisco: - Se a água do mar viesse da chuva, a chuva seria salgada e não é! Além disso, a chuva também cai no rio e o rio não é mar. E tem mais! A chuva cai em tudo quanto é lugar e nem todos os lugares têm mar.

Cesar: - É mesmo, Francisco...é um mistério! – Mais uma dúvida que tenho! Como a água se formou?? Quem fez a água?

Francisco: - César, é muito misterioso mesmo! Se tudo é água, por que a água da chuva, do mar e dos rios são tão diferentes? Quem fez a água? A professora da minha escola disse que nós viemos da água. Fiquei intrigado, nem acreditei, pois se viéssemos da água nós deveríamos conseguir viver que nem peixe, e não conseguimos, e pior, nem sabemos de onde vem a água!

Posteriormente a situação-problema, o professor poderá passar como leitura o seguinte texto também:

*“A água salgada dos **Mares e Oceanos** correspondem a 97% da água do planeta Terra que banham os continentes. Apenas 3% da água da Terra é doce formando os rios, lagos, geleiras e a água do subsolo. Porém, menos de 1% desta água doce é própria para o consumo humano que tem cerca 75% da sua massa corpórea formada de água”.*

Fonte: Livros didáticos “Fronteiras da globalização” de Lúcia Marina e Tércio (2014) e “Biologia”, volume 1 de Amabis e Martho (2007).

Questões disparadoras e investigativas para os alunos solucionarem com a sequência didática (“Formação e origem da água no planeta Terra”):

- 1- Após a leitura do diálogo entre os meninos Francisco e César e do texto sobre mares e oceanos, como vocês responderiam aos questionamentos destes meninos?
- 2- Francisco e César não sabem como a água surgiu ou foi formada. Qual hipótese vocês sugerem para a formação das primeiras moléculas de água no universo?
- 3 - Qual hipótese vocês sugerem para a formação dos primeiros mares e oceanos do planeta Terra após a formação das primeiras moléculas de água no universo?
- 4 - No diálogo entre Francisco e César é discutido sobre a diferença da água salgada e da água doce dos mares e dos rios. Qual hipótese vocês sugerem para a diferença de salinidade destes dois ambientes?
- 5- Francisco e César discutem sobre a afirmação da professora de que os seres vivos vieram da água. Esta afirmação é verdadeira ou não? Justifique.
- 6- As hipóteses de vocês corroboram com as teorias científicas já conhecidas atualmente em relação aos questionamentos de Francisco e César? Expliquem as teorias científicas relacionadas aos questionamentos de Francisco e César.
- 7- Improvisem uma discussão, apresentação ou peça teatral de no máximo 10 minutos encenando as resposta aos questionamentos dos meninos Francisco e César.

Expectativa das respostas dos alunos (“Formação e origem da água no planeta Terra”):

Espera-se que os alunos criem suas hipóteses, pesquisem, investiguem e concluam que a água surge no universo através de uma sequência da

evolução química com a formação primeiro de elementos químicos leves como o hidrogênio, dentre outros, até a formação de elementos mais pesados como o oxigênio. E que estes elementos se mantiveram através das forças nucleares fortes e fracas e se combinaram formando moléculas e substâncias como a água paralelamente à atuação das forças gravitacionais e eletromagnéticas.

Espera-se também que os alunos pesquisem e descubram que a água do planeta Terra inicialmente veio de cometas (corpos rochosos com gelo) atraídos por força gravitacional e que colidiram com o planeta Terra. E que outros processos ao longo do tempo geológico como o resfriamento da Terra de fora para dentro e a formação das placas tectônicas com a formação dos vulcões (que liberavam vapor de água) também colaboraram com a formação dos primeiros mares e oceanos.

Tem-se como expectativa de resposta dos alunos também a solução da dúvida sobre o porquê da água do mar ser salgada e a do rio não. Os alunos devem responder que o sal do mar vem do intemperismo e erosão das rochas dos continentes. Os fragmentos formados são transportados pela chuva, pelos rios e pelo vento até o mar que ocupa áreas mais baixas ou deprimidas (bacias sedimentares). Estes fragmentos contêm sais minerais que acumulados ao longo dos milhões de anos no mar o deixam salgado. O rio não fica salgado porque a água é corrente e desemboca no mar. O fato do mar ser salgado e o rio ser doce irá influenciar nas formas de vida destes ambientes através da seleção natural ao longo do tempo geológico. Os seres vivos que sobrevivem na água salgada terão adaptações morfológicas e fisiológicas para viver neste ambiente, assim como os seres vivos que sobrevivem na água doce.

A vida realmente surge na água devido à evolução química dos compostos orgânicos nos mares primitivos até o surgimento de moléculas com capacidade de replicação (DNA e RNA – material genético) e moléculas lipídicas e glicoproteicas formadoras de membranas protetoras das moléculas formadoras do material genético.

Resumo do conteúdo para o professor trabalhar (“Formação e origem da água no planeta Terra”):

O professor pode abordar sobre a formação da água no universo e no planeta Terra. Sabe-se que estrelas como o Sol e sistemas planetários se formam em nuvens moleculares interestelares compostas essencialmente por hidrogênio e pequenas quantidades de outros elementos, como hélio, oxigênio e carbono.

A água é produzida nestas nuvens moleculares, e é de fato a terceira molécula mais abundante nas regiões quentes em volta de estrelas que estão se formando.

O professor deverá também abordar a chegada de água no planeta Terra através dos cometas com gelo e o ciclo da água no planeta Terra.

Deverá também abordar sobre os processos de intemperismo e erosão com ação da água nas rochas e relacionar este processo com a salinidade da água.

Vale a pena o professor discutir também a ideia da “sopa orgânica” nos mares e oceanos primitivos onde foram formados os coacervados. Nos mares e oceanos primitivos as águas da chuva traziam os elementos químicos (H, C, N, O) que se combinaram formando as primeiras moléculas orgânicas capazes de se multiplicar, o DNA e o RNA. A partir do momento que surgem estas

moléculas e elas são envolvidas por uma membrana lipoproteica (membrana plasmática), a vida surge.

Durante os bilhões de anos, ocorreram mutações no material genético dos seres vivos que surgiram na água e diversos fatores como mudança de temperatura na água, formação de determinados gases etc. atuaram na seleção natural e na evolução dos organismos desde os primeiros organismos procariontes mais simples até os seres humanos atuais. Uma das principais evidências deste processo, é o fato da massa corpórea dos seres vivos ser composta de mais de 70% de água.

Sugestão/orientação de como o professor pode orientar os alunos e trabalhar uma peça teatral a partir desta temática (“Formação e origem da água no planeta Terra”):

1-O professor pode selecionar um grupo, cujos alunos sejam menos inibidos, muito motivados e que tenham domínio do conteúdo que investigaram para responder às perguntas. Ou o professor pode sortear um grupo;

2-O professor pode estudar através de livros de teatro sugeridos neste guia sobre como orientar peças teatrais;

3-O professor pode sugerir a um grupo de 5 alunos que criem uma dança em que existam colisões encenadas entre alguns alunos (representando os cometas) em um só aluno (representando o planeta Terra).

4- O fundo musical da dança pode ser a música “Planeta água” do cantor e compositor **Guilherme Arantes** (link: <https://www.youtube.com/watch?v=oPwnAq2xMUg>);

- 5-Um laptop com uma caixinha de som ou um celular podem ser utilizados para a colocação da música no cenário da sala de aula;
- 6- O aluno da dança que vai representar o Planeta Terra poderia vestir uma roupa vermelha e azul para representar a Terra quente no início de sua formação e o seu resfriamento com a chegada da água através dos cometas;
- 7- Os alunos que vão representar os cometas poderiam se vestir de branco, azul e marrom para representar a água congelada no corpo rochoso do cometa;
- 8-Um aluno locutor poderia ser escolhido para explicar a origem da água no planeta Terra enquanto a dança ocorre;
- 9-O aluno locutor poderia vestir uma roupa formal;
- 10- Um cenário com vulcões emitindo vapor de água poderia ser montado na sala de aula utilizando argila, papelão, cola, papel vermelho dentre outros materiais de acordo com a criatividade dos alunos;
- 11-O tempo de duração da peça deve ser no máximo uns 20 minutos.

Sugestão 6 - Diálogo entre Sarah e tia Marlene / Texto sobre a seguinte situação-problema: “Origem dos primeiros seres vivos e do oxigênio no planeta Terra”.

Uma menina chamada Sarah de 7 anos de idade cuidava com muito carinho de um pequeno aquário que a sua tia Marlene de 40 anos deu a ela de presente. Neste aquário, ela criava uma peixinha chamada Saiaka e uma alga verde que ela chamava de Dalva.

Sarah adorava sua peixinha e sua alga. Todos os dias Sarah alimentava a peixinha e observava a alga. Sua tia Marlene sempre que a visitava ficava feliz, pois percebeu que Sarah realmente tinha gostado do presente. A alegria de Sarah com seu aquário contagiou a família, e até sua avó Irany visitava a casa de Sarah para ver o aquário com Saiaka e Dalva.

Até que um belo dia, Dalva começou a ficar amarelada e depois de uma semana morreu. Sarah ficou muito triste...e logo em seguida depois de uns dias, para o seu desespero, Saiaka aparece também morta boiando no aquário.

Sarah então liga desesperadamente para a sua Tia Marlene, que rapidamente vai à casa de sua sobrinha para consolá-la. E então as duas começaram a conversar:

Sarah: - Tia Marlene, estou tão triste. Saiaka e Dalva morreram...Bá, Bá, Bá...

Tia Marlene: - Sarah, faz parte da vida morrer. Todos os seres vivos nascem, crescem, reproduzem e morrem.

Sarah: - É mesmo tia... Mas agora fiquei com uma dúvida. Saika nasceu da mãe dela que já morreu. A mãe dela nasceu da avó dela que também morreu. A avó dela nasceu da bisavó dela que também morreu. A bisavó dela nasceu da tataravó que também morreu...Então, quem foi a primeira de todas as Saiakas?? O mesmo aconteceu com Dalva. Quem foi a primeira de todas as Dalvas?

Tia Marlene: - Sarah, minha sobrinha...Esta explicação é tão complexa. Eu estudei Biologia na escola e aprendi algumas coisas sobre isso que posso te explicar depois, mas vai ser necessário você ter paciência. A resposta é longa.

Sarah: - Eu quero ouvir sua explicação , tia! E tenho mais dúvidas. Minha professora de ciências da escola me disse em uma aula que as algas fazem fotossíntese e que elas liberam oxigênio na atmosfera e na água. Ai lembrei de Dalva e contei para a professora do aquário que a senhora me deu. A professora me disse que Dalva produzia oxigênio na água para Saiaka. Isso é verdade?

Tia Marlene: - Sua professora parece ser muito boa, adequou a aula com a realidade dos alunos. É verdade sim, Sarah.

Sarah: - Mas tia Marlene, voltando a pergunta anterior, quem gerou a família de Saika primeiro? E quem gerou a família de Dalva? Para ser mais direta, tia...Quem gerou a família de todas as plantinhas e animais?

Tia Marlene: - A priori, querida...pense que todos são parentes...que todos são irmãos RSSS!

Sarah: - Parentes? Saika era parente de Dalva? Será que é por isso que Dalva produzia oxigênio para Saiaka?

Tia Marlene: - Dalva produzia oxigênio para Saika por causa de processos evolutivos biológicos e químicos que ocorreram há bilhões de anos atrás quando surgiu a fotossíntese.

Sarah: - Nossa, tia Marlene! Que fala difícil! “...processos evolutivos biológicos e químicos...”. “Surgiu a fotossíntese???” Como assim? Quem inventou a fotossíntese? Quem fez a fotossíntese primeiro???

Tia Marlene: - Querida sobrinha, é uma longa história de bilhões de anos. Eu vou te explicar durante esta noite...mas uma coisa já te adianto...nem sempre existiu o gás oxigênio neste planeta que você vive....

Sarah: - Quem fez o gás oxigênio??? Como os seres vivos respiravam sem oxigênio?

Tia Marlene: - É uma longa história querida...

Questões disparadoras e investigativas para os alunos solucionarem com a sequência didática (“Origem dos primeiros seres vivos e do oxigênio no planeta Terra”):

1-Quando Sarah pergunta sobre as avós, bisavós e tataravós de Saiaka e Dalva, e tia Marlene responde que Saika (peixe) e Dalva (alga) são irmãs, qual é a hipótese de vocês em relação a esta resposta de tia Marlene? Por que tia Marlene respondeu isso?

2-Tia Marlene disse que era uma longa história a explicação sobre a origem dos parentes de Saika e Dalva, vocês saberiam dizer que longa história é essa? Como vocês explicariam esta história?

3-Como vocês hipotetizam que ocorreu o surgimento do primeiro ser vivo?

4-“ *Quem inventou a fotossíntese? Quem fez a fotossíntese primeiro???*” Como vocês responderiam a estes questionamentos de Sarah?

5-Quais foram as consequências da produção de oxigênio para o planeta Terra?

6-Sempre existiu oxigênio na atmosfera da Terra?

7-Improvise uma apresentação, discussão ou peça teatral de no máximo 10 minutos encenando as respostas aos questionamentos de Sarah.

Expectativa das respostas dos alunos (“Origem dos primeiros seres vivos e do oxigênio no planeta Terra”):

Espera-se que os alunos investiguem e concluam que toda a biodiversidade de hoje é oriunda do primeiro organismo simples, unicelular, procarionte que surgiu há cerca de 3,8 bilhões de anos atrás nos mares primitivos do planeta Terra. Por isso que a tia Marlene disse que Saika e Dalva eram irmãs. O primeiro organismo surgiu a partir do momento que átomos e moléculas se combinaram formando uma molécula mais complexa com capacidade de replicação (DNA e RNA) e protegida por uma membrana plasmática simples de lipídios, carboidratos e proteínas.

Os alunos devem através da investigação concluir também que nem sempre a atmosfera terrestre foi constituída de oxigênio (O_2) e nem de ozônio (O_3). A atmosfera primitiva tinha constituição bem diferente da atual com metano (CH_4), amônia (NH_3), vapor de água (H_2O) e gás carbônico (CO_2).

A origem do gás oxigênio surgiu a partir da evolução do metabolismo dos primeiros seres vivos até a fotossíntese. E o acúmulo de moléculas O_2 na atmosfera só ocorreu após estas moléculas produzidas pelas cianobactérias (estromatólitos) terem esgotado a combinação com o ferro, com o cobre e com outros metais. A sobra das moléculas oxigênio (há cerca de 3 bilhões de anos

atrás) é que foi deslocada para a atmosfera. Após isso, os organismos anaeróbicos primitivos não adaptados ao oxigênio foram eliminados (seleção natural).

Os alunos devem concluir que a atmosfera terrestre também evolui e que a evolução dos seres vivos e do planeta está conectada com a evolução da atmosfera. O planeta Mercúrio por exemplo, não tem atmosfera pois o calor é tão forte que não permite o acúmulo de gases ao seu redor e não existe vida em mercúrio.

A presença de uma atmosfera com determinados gases propicia a manutenção e a evolução da vida no planeta. Por exemplo, o gás carbônico promove o efeito estufa natural que mantém a temperatura do planeta amena, enquanto que o ozônio na atmosfera terrestre protege a Terra dos raios ultravioleta (que gera alterações no material genético dos seres vivos primitivos) permitindo o surgimento e a evolução da vida sem alterações bruscas no material genético dos seres vivos. Em Mercúrio, a situação é diferente, que nem atmosfera tem.

Resumo do conteúdo para o professor trabalhar (“Origem dos primeiros seres vivos e do oxigênio no planeta Terra”) :

É relevante que o professor domine e trabalhe a Teoria de Oparin e a ideia do experimento de Urey-Miller feito em laboratório que comprovou a possibilidade do surgimento de moléculas orgânicas constituintes dos seres vivos a partir da combinação e reações químicas entre diferentes átomos e moléculas em meio à água e a altas temperaturas e raios ultravioletas nos mares primitivos. Quando as primeiras moléculas de DNA com capacidade de replicação e as primeiras membranas lipoproteicas surgiram envolvendo este DNA, as

primeiras formas de vida surgiram no planeta Terra há aproximadamente 3,8 Bilhões de anos atrás.

O professor deverá trabalhar a ideia de que existe uma discussão científica se as primeiras formas de vida que surgiram no planeta Terra eram heterotróficas ou autotróficas. O professor também deverá enfatizar que o fato de um organismo ser autotrófico não significa ser necessariamente fotossintetizante. O organismo autotrófico pode ser quimiossintetizante e não fotossintetizante.

Para os cientistas que acreditam na hipótese dos primeiros seres vivos terem sido autotróficos a ordem do metabolismo bioquímico energético teria sido respectivamente:

Quimiossíntese-fermentação-fotossíntese-respiração aeróbica.

Para outros cientistas que acreditam na hipótese de que os primeiros seres vivos eram heterotróficos, a ordem do metabolismo energético teria sido respectivamente:

Fermentação-Quimiossíntese-fotossíntese--respiração aeróbica.

O professor deverá saber que os processos e etapas do metabolismo bioquímico foram se tornando cada vez mais complexos ao longo da evolução bioquímica dos organismos. Permaneceu na natureza os processos bioquímicos mais vantajosos, e no caso do metabolismo energético, permaneceram e fizeram sucesso os processos mais eficazes e com maior produção de energia a partir de moléculas orgânicas e inorgânicas.

Deve-se ter domínio também de que a cada surgimento de uma rota metabólica energética ocorreu uma seleção natural. Por exemplo, quando surgiu a fotossíntese com a liberação de oxigênio, a maior parte dos organismos anaeróbico que viviam naquele tempo foram extintos.

O professor também deverá trabalhar o conhecimento de que todos os organismos são “irmãos” devido a origem a partir do primeiro ser vivo, porém o professor também deve ter o conhecimento de que diferentes grupos de organismos, como por exemplo os multicelulares tiveram origens independentes gerando diferentes linhagens. Ou seja, o professor deverá introduzir conceitos de sistemática filogenética (Grupos monofiléticos, parafiléticos e polifiléticos).

No caso dos organismos fotossintetizantes, esta origem independente é bem clara, principalmente quando se trata algas.

Sugestão/orientação de como o professor pode orientar os alunos e trabalhar uma peça teatral a partir desta temática (“Origem dos primeiros seres vivos e do oxigênio no planeta Terra”):

1-O professor pode selecionar um grupo, cujos alunos sejam menos inibidos, motivados e que tenham domínio do conteúdo que investigaram para responder às perguntas. Ou o professor pode sortear um grupo;

2-O professor pode estudar através de livros de teatro sugeridos neste guia sobre como orientar peças teatrais;

3- Poderia ser montado um pequeno aquário na sala com peixes e algas;

4-Duas alunas poderiam interpretar Sarah e tia Marlene dialogando próximas ao aquário;

5-A aluna que representará Sarah poderia vestir roupa infantil e a aluna que representasse tia Marlene poderia vestir roupas que representassem uma pessoa com uns 40 anos;

6-Poderia ser colocado um som de fundo de aquário durante o diálogo (<https://www.youtube.com/watch?v=siCeSgAxqso>);

7-O professor e os alunos do grupo selecionado poderiam criar um roteiro de diálogo entre Sarah e tia Marlene que responda às questões investigativas e disparadoras que foram passadas para a turma;

8- O tempo de duração da peça deve ser no máximo uns 20 minutos.

Sugestão 7 - Diálogo entre Cláudia e Eliana / Texto sobre a seguinte situação-problema: “Origem e evolução dos seres vivos”.

Duas meninas chamadas Cláudia e Eliana de 9 e 10 anos de idade respectivamente se encontraram em um parquinho de uma praça e começaram a conversar sobre uma aula de filosofia que tiveram na escola. Cláudia ficou impressionada em relação a algumas perguntas clássicas e filosóficas que o professor fez em sala de aula, “De onde viemos? E para onde vamos?”. Muito intrigada, Cláudia começou a dialogar com Eliana:

Cláudia: - Eliana, você já parou para pensar nisso? De onde viemos?

Eliana: - Sim, às vezes. Uma vez perguntei para a minha mãe, e ela me disse que viemos de Adão e Eva da bíblia. Porém, eu me pergunto, e as plantas? E os cogumelos? Vieram de onde?

Cláudia: - Pois é! E o cachorro? Os peixes? Os outros seres vivos?

Eliana: - Eu acho que na bíblia diz que foi Deus que criou todos os seres vivos, né? Mais são tantas plantas e bichos diferentes...será que ele teve tempo de fazer tudo isso sozinho, pintar de várias cores as flores e os frutos das plantas,

*ensinar os bichos a voar, a cavar, a nadar, a andar...Quem treinou os bichos?
Quem ensinou tudo isso a eles?*

*Cláudia: - Tenho as mesmas dúvidas que você. E nós seres humanos? Somos
tão diferentes também. Se Deus criou todos a partir de Adão e Eva, por que
alguns são mais claros, outros mais escuros, alguns são altos, outros baixos,
uns têm olhos castanhos e outros azuis?*

*Eliana: - De onde veio tudo isso? Será que foi tudo criado de uma vez só ou
aos pouquinhos?*

*Cláudia: - Quem será que Deus fez primeiro? O Adão ou os animais e as
plantas? Será que as plantas foram feitas primeiro ou os animais? Será que
somos parentes das plantas?*

*Eliana: - Eu acho que as plantas vieram primeiro, porque alguns animais se
alimentam de plantas. Vamos perguntar sobre tudo isso depois ao professor de
filosofia e também ao professor de ciências, aquele que ensina botânica e
zoologia!*

Cláudia: - Vamos sim!

**Questões disparadoras e investigativas para os alunos solucionarem
("Origem e evolução dos seres vivos"):**

- 1- Após a leitura do diálogo entre as meninas Cláudia e Eliana, o que vocês
acham que o professor de ciências irá responder em relação à pergunta "De
onde viemos?"? "E em relação à pergunta "Para onde vamos?"?

- 2- Como cientificamente o professor de ciências das meninas poderia respondê-las em relação aos questionamentos de como surgiram as plantas, os animais, os cogumelos, ou seja, a diversidade da vida?
- 3- Por que os organismos são tão diferentes uns dos outros?
- 4- Como o professor responderia à pergunta “*Quem surgiu primeiro, os animais ou as plantas ?*”?
- 5- Como o professor de ciências poderia responder à seguinte pergunta de Eliana contextualizando com os processos evolutivos já conhecidos pela ciência “*Será que foi tudo criado de uma vez só ou aos pouquinhos?*” ?
- 6- Improvisem uma discussão, apresentação ou peça teatral de no máximo 10 minutos que solucione os questionamento de Cláudia e Eliana.

Expectativa das respostas dos alunos (“Origem e evolução dos seres vivos”):

Espera-se que os alunos cheguem à conclusão de que todas as formas de vida do planeta Terra tiveram origem a partir do primeiro ser vivo que surgiu há aproximadamente 3.8 bilhões de anos atrás nos mares primitivos. E que os seres vivos mutaram e passaram por diferentes processos de seleção natural e de adaptação ao longo do tempo geológico durante bilhões de anos e por isso como consequência temos esta grande diversidade de vida na Terra.

O processo de geração da biodiversidade não ocorreu de maneira rápida, mas ao longo de milhões de anos com processos de mutação no material genético que deram certo gerando características favoráveis ao meio ambiente em alguns casos levando conseqüentemente ao sucesso de alguns seres vivos no meio ambiente. Ocorreram também processos de mutação que deram errado

levando à extinção de alguns organismos. Em alguns casos, as mutações que levaram ao surgimento de características que não foram favoráveis à adaptação ao meio ambiente geraram à extinção de alguns grupos de seres vivos e propiciou a liberação de nichos ecológicos para outros seres vivos que se beneficiaram disso.

É importante que o aluno aborde também os processos de anagênese e cladogênese que culminam na biodiversidade.

Em relação a qual grupo surgiu primeiro, se foi o grupo das plantas ou dos animais, espera-se que os alunos discutam primeiramente qual é o conceito de planta. Pois, geralmente os adolescentes acham que qualquer organismo que faz fotossíntese pode ser considerado planta. De acordo com a filogenia atual, é considerado planta os organismos pertencentes ao grupo das embriófitas. Sendo assim, espera-se que os alunos concluam que os animais surgiram primeiro de acordo com os registros da fauna de Ediacara (Pré-Cambriano ~ 650 Ma) e da fauna do Folhelho Burgess (Cambriano~542-488 Ma).

Porém, espera-se também que os alunos investiguem e concluam, que antes dos animais e das plantas surgiram organismos fotossintetizantes produtores de oxigênio que pertencem a grupos distintos das embriófitas (consideradas plantas) há cerca de 3,5 bilhões de anos atrás no Arqueano. Graças ao oxigênio produzido por estes organismos, surgiram as condições adequadas para a evolução dos organismos multicelulares aeróbicos , que culminou no surgimento dos animais.

Resumo do conteúdo para o professor trabalhar (“Origem e evolução dos seres vivos”):

O professor deve conhecer e estimular a investigação dos alunos em relação à ideia da evolução química que ocorreu nos mares e oceanos primitivos até a formação das primeiras moléculas capazes de se replicarem (DNA e RNA) e das moléculas formadoras das primeiras membranas lipoproteicas capazes de envolverem os primeiros protótipos de materiais genéticos.

E que a membrana plasmática com uma bicamada lipídica constituída de fosfolípidios (com estrutura polar em uma extremidade - fosfato/ e uma estrutura apolar na outra - ácido graxo) permitiu uma disposição na célula de forma a isolar o meio interior da célula do meio exterior.

A partir do momento que o material genético foi envolvido por uma membrana plasmática surgiu a primeira célula ("Mãe" de todos os seres vivos do planeta Terra) , que era do tipo procariótica. Uma célula bem simples parecida com as bactérias. Acredita-se que estas células tenham surgido há aproximadamente 3,8 bilhões de anos atrás (Arqueano 4.0 Ga.-2.5 Ga.).

Até a formação da primeira célula acontecer muitos átomos de carbono, nitrogênio, hidrogênio, oxigênio dentre outros tiveram que se combinar formando as primeiras moléculas, que por sua vez formaram as primeiras substâncias, que por sua vez formaram as primeiras misturas e as primeiras estruturas. Tudo isso em um processo que durou milhões de anos em meio a reações químicas nas águas dos mares primitivos submetidos à temperaturas elevadas e à raios ultravioletas.

Após mais alguns milhões de anos as células que tinham membranas plasmáticas mais invaginadas, ou seja, com reentrâncias para o interior, tiveram o seu material genético mais protegido até a culminância da formação

da membrana nuclear gerando o núcleo celular e organelas celulares como os retículos endoplasmáticos, os complexos de golgi etc.

O surgimento do núcleo foi um grande “empreendedorismo biológico” que trouxe vantagens para as células que o possuíam. A seleção natural foi positiva para as células com núcleo. Estas vantagens foram: proteção do material genético, concentração deste material em um espaço isolado otimizando processos de leitura e replicação do mesmo e do controle do metabolismo celular dentre outras vantagens.

Vale ressaltar também que as primeiras mutações ocorreram no material genético das células procarióticas gerando esta nova característica vantajosa de ter o material genético protegido por um núcleo. Posteriormente, as células mutantes com esta nova característica se multiplicaram e se adaptaram ao ambiente.

Acredita-se que as primeiras células com núcleo teriam surgido há cerca de 2 bilhões de anos atrás (Proterozoico 2.5Ga-542Ma.). Estas células por sua vez, após vários processos de mutação e seleção natural foram se reunindo formando colônias, agregados celulares e posteriormente tecidos até a formação dos primeiros organismos multicelulares.

Fungos, algumas macroalgas, esponjas, cnidários e outros grupos de organismos já extintos são alguns exemplos dos primeiros organismos multicelulares ou pluricelulares que surgiram no planeta Terra.

Sabe-se hoje que a origem de organismos multicelulares ocorreu de maneira independente em muitos grupos e em diferentes ocasiões.

A biodiversidade foi aumentando ao longo do tempo geológico conforme as mutações ocorriam nos diferentes materiais genéticos dos organismos e conforme as trocas de material genético ocorriam durante os cruzamentos nas reproduções sexuais e nas conjugações das reproduções assexuais.

Novas características que surgiam, passavam e passam até hoje por um processo de seleção natural, ou seja, somente os organismos com as características adaptáveis e vantajosas para viver no meio ambiente sobreviviam e sobrevivem. Os organismos com características desvantajosas em relação às condições ambientais são “eliminados” pela seleção natural.

Conforme os milhões de anos vão passando e todos estes processos de mutação, seleção natural e reproduções vão ocorrendo, a variabilidade genética e a complexidade dos organismos multicelulares vão aumentando com o surgimento dos tecidos especializados até a formação dos organismos com órgãos cada vez mais especializados.

E assim a natureza organiza a variabilidade e a complexidade das células, que formam tecidos, que formam órgãos, que formam os sistemas ou aparelhos, que formam indivíduos, que formam populações, que formam comunidades, que formam os ecossistemas que formam toda a biosfera do planeta Terra. E assim o professor pode explicar o surgimento da biodiversidade no planeta Terra. Desde simples bactérias até os mais complexos animais e plantas passando pelos fungos e pelos protozoários gerando os três domínios, Arqueobactérias, Eubactérias e Eucariotas.

Vale ressaltar que a complexidade evolutiva não se deu por exemplo, apenas na passagem de células únicas até a organização em tecidos e órgãos e assim

sucessivamente. Organismos unicelulares também ao longo da evolução tiveram a sua complexidade aumentada através de mutações, seleções naturais e reproduções sem alcançar a multicelularidade,mas alcançando toda a complexidade e especialização de organelas atuantes no metabolismo celular.

O professor deve orientar a investigação dos processos de anagênese e cladogênese. A anagênese compreende processos pelos quais uma característica surge ou se modifica numa população ao longo do tempo, sendo responsável pelas “novidades evolutivas”. É uma evolução contínua que gera uma nova espécie. Resulta de mutação, permutação, seleção natural. A cladogênese compreende a ramificação filogenética, ocasionando a ruptura na coesão de uma população, que em função de contínuas transformações anatômicas e funcionais, em resposta às condições ambientais, resultam na dicotomia (separação, neste caso em grupos) da população, estabelecendo diferenças capazes de originar clados não compatíveis.

O professor também deve orientar a investigação através da pesquisa dos registros fossilíferos que demonstra por exemplo, o registro fóssil do surgimento dos animais antes do surgimento das plantas (embriófitas), porém posterior ao surgimento dos primeiros organismos fotossintezantes e dos fungos.

Sugestão/orientação de como o professor pode orientar os alunos e trabalhar uma peça teatral a partir desta temática (“Origem e evolução dos seres vivos”):

1-O professor pode selecionar um grupo, cujos alunos sejam menos inibidos, motivados e que tenham domínio do conteúdo que investigaram para responder às perguntas. Ou o professor pode sortear um grupo;

2-O professor pode estudar através de livros de teatro sugeridos neste guia sobre como orientar peças teatrais;

3-O professor com os alunos pode criar um cenário que represente um Céu com algodão, barbante, tnt e cartolina branca . No meio do cenário, o professor pode colocar uma cadeira com um personagem que represente Deus vestido de branco e em torno dele as duas alunas que representem as personagens Cláudia e Eliana (Seria interessante que as alunas vestissem roupas infantis);

4-O professor juntamente com os alunos poderia criar um texto dinâmico e divertido com enfoque científico para o diálogo entre Deus e Cláudia e Eliana;

5-A criação dos diálogos poderia ser feita no contraturno, ou sob a orientação do professor como tarefa de casa;

6- O personagem Deus então responderia cientificamente aos questionamentos de Cláudia e Eliana e às questões disparadoras e investigativas . O Deus falaria do conceito biológico de evolução, falaria de DNA, de mutação e seleção natural, das primeiras células que surgiram no planeta Terra;

7-Pode ser colocado um fundo musical clássico que remeta a ideia de natureza ou de paz interior à critério do professor e dos alunos. Uma sugestão é a música deste link https://www.youtube.com/watch?v=gD4nXzMXA_c

8-Um laptop com uma caixinha de som ou um celular podem ser utilizados para a colocação da música no cenário da sala de aula;

7- O tempo de duração da peça deve ser no máximo uns 20 minutos.

Sugestão 8 - Diálogo entre adolescentes / Texto sobre a seguinte situação-problema: “Primeiros organismos produtores de oxigênio, estromatólitos”.

Em uma viagem à Araruama no estado do Rio de Janeiro, um grupo de adolescentes encontrou dois professores da UFRJ coletando fragmentos de uma estrutura rochosa e afirmando que ali tinham organismos fotossintetizantes muito parecidos com um dos primeiros seres vivos que surgiram no planeta Terra.

Intrigados, os adolescentes começaram a dialogar entre eles:

- Ué? Como pode naquela rocha ter organismo fotossintetizante? Para mim, organismo fotossintetizante é planta. Não tem planta na rocha que eles coletaram, então como pode ter organismo fotossintetizante?

- Tem vida naquela rocha? E vida parecida com os primeiros seres vivos que surgiram no planeta Terra? Como e quando surgiram os primeiros seres vivos? Como eram estes seres?

Sem jeito e envergonhados não tiveram coragem de ir perguntar aos pesquisadores as suas dúvidas e digitaram no google do celular a palavra estromatólito citada pelos pesquisadores e encontraram a definição abaixo:

“Estromatólitos são fósseis vivos e as formas de vida mais antigas em nosso planeta. Acredita-se que os estromatólitos foram formados pelos primeiros organismos que surgiram no planeta Terra. O nome deriva do grego, stroma, que significa "colchão", e lithos, que quer dizer "pedra". Estromatólito significa literalmente "rocha em camadas". Do ponto de vista científico amador, os estromatólitos são estruturas rochosas construídas por colônias de organismos microscópicos fotossintetizantes chamados cianobactérias. À medida que sedimentos se acumulam em águas rasas, as bactérias crescem sobre eles, se vinculando às partículas sedimentares e construindo camadas milimétricas sobre camadas milimétricas até se tornarem montes” (Fonte: <https://www.bbc.com/portuguese/vert-tra-55905807>).”

Questões disparadoras e investigativas para os alunos solucionarem (“Primeiros organismos produtores de oxigênio, estromatólitos”):

- 1- A partir da situação-problema e do texto acima, tentem responder com suas próprias hipóteses aos questionamentos dos adolescentes.
- 2- Criem hipóteses, Investiguem, pesquisem e expliquem resumidamente onde, como e quando surgiram as primeiras formas de vida no planeta Terra.
- 3- De acordo com as pesquisas que vocês fizeram, quais eram as características das primeiras formas de vida que surgiram no planeta Terra? E por quais razões vocês acham que as características eram estas? Isto teria relação com evolução química?
- 4- Existe algum experimento científico que evidencie como a vida pode ter surgido no planeta Terra? Como foi este experimento e de que maneira ele evidenciou isto?

5- Vocês seriam capazes de tentar sugerir algum experimento que pudesse ajudar a comprovar a evolução da primeira forma de vida no planeta Terra? Explique.

6- Elaborem uma discussão ou peça teatral que responda as perguntas anteriores.

Expectativa das respostas dos alunos (“Primeiros organismos produtores de oxigênio, estromatólitos”):

Espera-se que nas respostas dos alunos, eles abordem que a ciência discute ainda se os primeiros seres vivos eram autotróficos ou heterotróficos, mas que não existe dúvida de que eram organismos simples, microscópicos e procariontes, semelhantes as bactérias, ou seja, com uma membrana simples e um material genético disperso no citoplasma capaz de se duplicar. Os alunos devem abordar também que a evolução bioquímica culminou na origem dos organismos fotossintetizantes, devido à carência de material orgânico nas águas primitivas em um determinado momento do tempo geológico.

Os alunos também devem reconhecer que existem organismos microscópicos que vivem em ambientes como as rochas, e que apesar de microscópicos podem ter um “gigante aparato bioquímico fotossintetizante”. Não são apenas as plantas, organismos verdes macroscópicos, que são capazes de fazer fotossíntese, mas também as microalgas microscópicas do grupo archeoplastida, do grupo excavata e do grupo eubactéria. Espera-se também que os alunos sejam criativos na proposta dos experimentos fictícios e que posteriormente busquem conhecer e compreender a hipótese Oparin e o experimento de Urey-Miller.

Resumo do conteúdo para o professor trabalhar (“Primeiros organismos produtores de oxigênio, estromatólitos”):

O professor deverá trabalhar a ideia de que existem discussões científicas sobre o surgimento dos primeiros seres vivos no planeta Terra. Uma das discussões é se os primeiros organismos procariontes surgiram ou não antes dos vírus (vírus não são seres vivos). E se estes organismos procariontes eram autotróficos ou heterotróficos.

Para os cientistas que hipotetizam a origem autotrófica, os mesmos afirmam que a quimiossíntese teria surgido antes da fotossíntese. Na quimiossíntese, ocorre a síntese de moléculas orgânicas utilizando-se a energia química proveniente de compostos inorgânicos. Na fotossíntese, por sua vez, observa-se um processo em que compostos orgânicos são formados utilizando-se a energia luminosa absorvida por pigmentos especiais.

O professor também deve saber que a quimiossíntese e fotossíntese são processos relacionados à nutrição, diferente de fermentação que é um processo relacionado à respiração.

O professor deve também ajudar o aluno a concluir que os organismos fotossintetizantes também respiravam, pois muitos alunos equivocadamente pensam que pelo fato de um organismo fazer fotossíntese liberando oxigênio (para os organismos aeróbicos respirarem), significa que estes organismos fotossintetizantes não respiram.

É importante que o professor também tenha conhecimento da Teoria de Oparin e dos experimentos de Urey-Miller que explicam a teoria do surgimento

das primeiras moléculas da vida a partir da “sopa orgânica”, ou seja, dos mares primitivos a partir da evolução química.

O professor também deve conhecer e orientar os alunos a investigarem para entenderem a estrutura dos estromatólitos, como eles são formados por cianobactérias e qual a importância destas estruturas fossilizadas para entendermos a evolução dos primeiros seres vivos no planeta Terra.

As cianobactérias encadeiam filamentos que formam um tapete em malha ou rede que aprisiona sedimentos dissolvidos na água, como por exemplo, carbonato de cálcio, que são precipitados e formam as construções estromatolíticas ao longo do tempo. A cada construção, as cianobactérias se multiplicam e formam um novo tapete acima de cada camada de sedimentos precipitados.

A preservação dos estromatólitos fósseis durante bilhões de anos é uma das maiores evidências do surgimento e desenvolvimento das primeiras formas de vida no planeta Terra. E até hoje existem estromatólitos sendo produzidos inclusive em regiões litorâneas do Brasil como por exemplo na região dos lagos no estado do Rio de Janeiro.

Sugestão/orientação de como o professor pode orientar os alunos e trabalhar uma peça teatral a partir desta temática (“Primeiros organismos produtores de oxigênio, estromatólitos”):

1- O professor pode selecionar os alunos menos inibidos e motivados para apresentarem as respostas dos questionamentos do diálogo do texto e das questões disparadoras através de peça teatral;

- 2-O professor e os alunos podem montar um cenário com rochas e tentar obter através de empréstimo em alguma universidade uma rocha com estromatólito;
- 3-Dois alunos podem ser escolhidos para representarem os professores da UFRJ do texto e uns quatro alunos podem ser escolhidos para representarem o grupo de adolescentes intrigados com as atividades e falas dos pesquisadores;
- 4- A peça pode ser montada no sentido de continuar os diálogos do texto com as situações-problemas sendo respondidas pelos pesquisadores ao grupo de adolescentes;
- 5-O professor e os alunos podem construir juntos o texto-diálogo entre os pesquisadores e os adolescentes durante o contraturno ou como atividade de casa;
- 6- O tempo de duração da peça deve ser no máximo uns 20 minutos.

Sugestão 9 - Diálogo entre vovô Arai e Natali / Texto sobre a seguinte situação-problema: “Surgimento dos primeiros organismos unicelulares eucariontes fotossintetizantes”.

Um vovô japonês de 70 anos cientista chamado Arai tinha um microscópio em casa. Com frequência ele coletava água de um laguinho perto de sua casa, colocava em uma lâmina algumas gotinhas e observava ao microscópio. Até que um dia sua netinha Natali de 9 anos começou a fazer algumas perguntas a ele:

Natali: - Vovô o que o senhor fica tanto vendo neste microscópio? Para que serve este microscópio?

Vovô Arai: - Natali, eu fico vendo microalgas. O microscópio é um equipamento que me permite ver bem grande coisas que são pequeninas .

Natali: - O que são microalgas? Eu também quero ver isso!!

Vovô Arai: - Microalgas são uns seres vivos bem pequeninos que podem ser verdinhos, vermelhinhos, marrons dentre outras colorações capazes de produzirem seu próprio alimento utilizando a luz do sol, a água e um gás que fica no ar chamado gás carbônico. Diferente de você, as microalgas não dependem que a mãe delas cozinhe para elas se alimentarem.

Natali: - Vovô , por favor deixa eu ver também elas no microscópio!!!

Vovô Arai: - Ok. Venha cá que vou te mostrar.

Natalie: - Que lindas!! Vovô têm umas girando com um “rabo” e outras com umas bolinhas verdes dentro delas!!! O que é isso?

Vovô Arai: - Essas que você observa girando são dinoflagelados. Estas microalgas têm dois flagelos e não “rabo”, querida netinha! São os flagelos que as fazem girar. Quanto as bolinhas verde dentro delas, são os cloroplastos.

Natali: - O que são cloroplastos?

Vovô Arai: - Assim como você tem órgãos, as microalgas também têm. O cloroplasto é um órgão da microalga. Como ele é muito pequenininho, chamamos de organela.

Natali: - E para que esta organela serve?

Vovô Arai: - É nesta organela que a microalga, tataravó das plantas que você ver no seu quintal, produz seus alimentos. É como se ela fosse a panela da sua

mãe. Sua mãe coloca ingredientes na panela e usa o fogo para fazer a sua comida, não é?

Natali: - É...

Vovô Arai: - As microalgas usam como ingredientes para preparar a sua própria comida o gás carbônico (CO₂) do ar e a água (H₂O). A comida que elas preparam se chama carboidrato.

Natali: - Nossa que interessante!

Vovô Arai: - Mais uma coisa! Quando sua mãe prepara a sua comida , sai fumaça, vapor, não é?

Natali: - Sim, é!

Vovô Arai: - Quando as microalgas preparam a comida delas, elas liberam uma fumaça de oxigênio (O₂) que outros seres vivos usam para respirar.

Natali: - Nossa vovô, que incrível. Então, sem as microalgas não conseguiríamos respirar.

Vovô Arai: - Natali, tem mais um detalhe. Eu disse para você que o cloroplasto é uma organela, ou panela da microalga RSSS! Porém, para ser mais preciso o cloroplasto era um grande amigo da microalga, que prestou favores a ela e ela também prestou favores a ele. E até hoje estão juntos e inseparáveis.

Natali: - Como assim, vovô?

Vovô Arai: A microalga na verdade era apenas um ser microscópico bem simples. Com o passar dos anos, com a maturidade, ela foi envelhecendo, se “enrugando” de forma que novas organelas foram aparecendo em seu interior

devido a este enrugamento, como por exemplo, o núcleo. Depois ela percebeu que estava muito solitária, sem disposição e energia e que precisaria de alguém para motivá-la e dar a energia que ela precisava para ser feliz e ajudar mais seres vivos.

Natali: - E quem a motivou e deu a energia que ela precisava??

Vovô Arai : - O cloroplasto!!! Ele também vivia solitário pelas águas dos mares primitivos e precisava de uma amiga forte que o protegesse! Então, ele decidiu viver junto e no interior da microalga para dar aquele apoio moral e energético em troca da proteção e do carinho dela. E até hoje vivem juntos e todos os seus descendentes acompanharam esta cultura da união e da troca de favores!

Natali: - Que emocionante! Há quanto tempo estão juntos? Como foi que o encontro aconteceu? Como a relação foi “rolando”?

Vovô Arai: - Estão juntos há aproximadamente 2 bilhões de anos e a história de como foi o encontro e de como aconteceu a relação é muito complicada e inadequada para a sua idade, Natali. Quando você crescer mais, vovô te conta.

Questões disparadoras e investigativas para os alunos solucionarem (“Surgimento dos primeiros organismos unicelulares eucariontes fotossintetizantes”):

- 1- Algumas microalgas foram uns dos primeiros organismos a surgirem no planeta Terra. Como você definiria microalga cientificamente?
- 2- Existem microalgas procarióticas e eucarióticas. No texto, a qual dos dois grupos o vovô está se referindo?

- 3- Em relação à evolução, qual grupo de microalgas você acha que surgiu primeiro? As procarióticas ou as eucarióticas? Justifique.
- 4- *“A microalga na verdade era apenas um ser microscópico bem simples. Com o passar dos anos, com a maturidade, ela foi envelhecendo, se “enrugando” de forma que novas organelas foram aparecendo em seu interior devido a este enrugamento, como por exemplo, o núcleo.”* Em relação a esta fala do vovô Arai é percebido que ele tenta em uma linguagem simples falar de evolução com a netinha. Podemos perceber que durante a evolução e o surgimento das primeiras células eucarióticas, alguns processos para a formação e surgimento das organelas foram importantes. Que processos foram estes? Como uma célula procariótica se “transformou em uma célula eucariótica” de acordo com a ciência? Investigue, pesquise.
- 5- Por que você acha que foi importante ao longo da evolução surgir as organelas membranosas citoplasmáticas?
- 6- No trecho *“O cloroplasto!!! Ele também vivia solitário pelas águas dos mares primitivos e precisava de uma amiga forte que o protegesse! Então, ele decidiu viver junto e no interior da microalga para dar aquele apoio moral e energético em troca da proteção e do carinho dela. E até hoje vivem juntos e todos os seus descendentes acompanharam esta cultura da união e da troca de favores!”* O vovô Arai fala com uma linguagem simples para a sua Neta sobre uma teoria da evolução das células eucarióticas relacionadas com os cloroplastos e com as mitocôndrias. Qual é esta teoria? Explique.
- 7- *“Estão juntos há aproximadamente 2 bilhões de anos.”* Neste trecho a qual relação ecológica e evolutiva o vovô Arai se referiu?

Expectativa das respostas dos alunos (“Surgimento dos primeiros organismos unicelulares eucariontes fotossintetizantes”):

Espera-se que os alunos percebam que o termo “microalgas” é uma denominação que abrange organismos de diferentes grupos biológicos entre os procariontes e os eucariontes, melhor, entre os domínios Eubactéria e Eucaria. Além disso, as microalgas são organismos que para serem vistos com seus detalhes morfológicos é preciso o uso de microscópio.

O que une o grupo das microalgas de maneira artificial é o fato das microalgas serem microscópicas e fazerem fotossíntese. Alguns especialistas inclusive dizem que algas e microalgas são um “saco de gato” pois são um agrupamento de diferentes linhagens.

Os alunos deverão perceber que no texto as microalgas discutidas são as do tipo unicelulares eucariontes, que surgiram após o surgimento e evolução das microalgas unicelulares procariontes. O texto tenta explicar de maneira simples a evolução dos organismos unicelulares procariontes até organismos unicelulares eucariontes.

Organismos unicelulares procariontes representantes de algumas microalgas eram mais simples e sem organelas intramembranas, diferentes das microalgas unicelulares eucariontes que são mais complexas já possuindo organelas intramembranas, inclusive já possuindo cloroplastos. Os alunos deverão explicar que nas microalgas procariontes a fotossíntese ocorre em membranas (lamelas) entre a membrana plasmática e o citoplasma diferente das microalgas eucariontes, que já possuem cloroplastos responsáveis pela fotossíntese.

Tem-se a expectativa de que os alunos vão falar sobre a teoria da endossimbiose da autora Lynn Margulis publicada em 1981. Os alunos deverão dizer que esta teoria afirma que organismos procariontes simples maiores englobaram outros organismos procariontes simples menores e passaram a viver juntos. Estes organismos menores procariontes que foram englobados são os cloroplastos e as mitocôndrias. As evidências disso é que estas organelas se reproduzem independente da célula em que estão contidas, têm seu próprio metabolismo e material genético, além de membranas muito parecidas com os procariontes atuais.

O aluno deve citar também que paralelamente a este englobamento, a membrana plasmática dos procariontes maiores (que englobaram os menores) foi se invaginando (“enrugando” como disse o vovô) gerando outras organelas intremembranasas como o núcleo, os retículos endoplasmáticos rugosos e lisos, o complexo de golgi, os lisossomos dentre outras organelas.

Os alunos deverão perceber a importância do surgimento das organelas intramembranasas especializadas em suas funções, pois com o surgimento destas organelas o metabolismo celular se tornou mais eficaz porque o trabalho celular ficou “setorizado” . Isso favoreceu a especialização celular e culminou no próximo passo para a evolução e para o surgimento dos tecidos e dos organismos multicelulares.

Por fim os alunos devem perceber que a relação entre as microalgas e os cloroplastos ao longo dos bilhões de anos partiu de uma simbiose. E que a evidência disso está na análise do número de membranas presentes nos

cloroplastos das microalgas e de diferentes grupos de organismo fotossintetizantes.

Resumo do conteúdo para o professor trabalhar (“Surgimento dos primeiros organismos unicelulares eucariontes fotossintetizantes”):

O professor pode orientar os alunos a investigarem e pesquisarem o significado dos termos microalgas e algas. Os termos “microalgas” e “algas” não têm nenhum sentido taxonômico, evolutivo ou filogenético. Estes termos abrangem organismos de diferentes linhagens no grupos das Eubactérias e dos Eucarias.

Porém, o professor deve ter o conhecimento de que existe um denominador comum que reúne artificialmente organismos nos termos algas ou microalgas. Este denominador é a fotossíntese baseada na clorofila a (embora embriófitas também possuam clorofila a, e nem toda microalga faça fotossíntese), um talo simples e o fato de serem organismos aquáticos apesar de existirem exceções de organismos denominados algas mas que vivem fora da água.

O professor deve estimular bastante a investigação dos alunos em relação à utilização do termo microalga no texto entre vovô Arai e Natalie em referência a organismos unicelulares eucariontes e fotossintetizantes. O professor deverá orientar a linha de investigação dos alunos no sentido de desvendar que a evolução dos organismos unicelulares eucariontes fotossintetizantes ocorreu a partir de englobamentos e simbioses entre organismos fotossintetizantes procariontes e eucariontes.

A fotossíntese dos organismos unicelulares eucariontes, conhecidos como microalgas, ocorre em organelas denominadas cloroplastos. Estas organelas (cloroplastos) no passado de milhões de anos atrás foram células procariontes

fotossintetizantes que viviam livres nos mares primitivos e foram englobadas por células eucarióticas. Posteriormente estas células procariontes englobadas viveram em simbiose com células eucarióticas dando a elas carboidratos, alimento. Enquanto as células eucarióticas deram proteção a estas células procarióticas fotossintetizantes englobadas por elas. Acredita-se que estas primeiras células procarióticas fotossintetizantes que foram englobadas eram cianobactérias.

Os organismos fotossintetizantes eucarióticos apresentam uma grande diversidade de cloroplastos que diferem em sua forma, ultraestrutura e pigmentação. Entender as origens e as relações das diferentes linhagens de organismos fotossintéticos e de seus cloroplastos é um importante problema da biologia evolutiva. A Biologia molecular vem tentando responder sobre a evolução destes organismos. Somente a Paleobotânica através dos fósseis não consegue responder sobre estas questões evolutivas, pois os cloroplastos em geral não são preservados.

O fato é que o professor deverá orientar o aluno durante o seu trajeto de investigação a chegar a conclusão de que a biodiversidade de organismos eucariontes fotossintetizantes ocorreu devido a uma sequência de endossimbioses, ou seja, de englobamentos de células procarióticas fotossintetizantes por células eucarióticas.

A endossimbiose primária ocorreu quando a primeira célula eucariótica englobou uma cianobactéria. A endossimbiose secundária ocorreu quando uma outra célula eucariótica englobou outra célula eucariótica que já havia englobado outra célula procariótica fotossintetizante anteriormente.

A endossimbiose primária gerou cloroplastos com duas membranas, a endossimbiose secundária gerou cloroplastos com três membranas. E é isso que os alunos investigando precisam compreender.

Glaucófitas, algas verdes e as plantas têm seus cloroplastos oriundos de endossimbiose primária. Enquanto que chromistas, alveolados, euglenas e chlorarachneans têm seus cloroplastos oriundos de endossimbiose secundária. Chromistas e alveolados têm seus cloroplastos oriundos de endossimbiose secundária através do englobamento de microalga vermelha. Euglenas e chlorarachneans têm seus cloroplastos oriundos de endossimbiose secundária através do englobamento de microalga verde.

Sugestão/orientação de como o professor pode orientar os alunos e trabalhar uma peça teatral a partir desta temática (“Surgimento dos primeiros organismos unicelulares eucariontes fotossintetizantes”):

1- O professor e os alunos podem montar um cenário com um microscópio da escola, com um microscópio de brinquedo ou com um microscópio montado por eles mesmos sobre uma mesa rodeada de duas cadeiras para os personagens sentarem;

2-Pode ser colocada uma cortina de fundo por trás do microscópio na mesa;

3-Caso exista algum aluno de origem japonesa na sala, este poderia ser selecionado para representar o vovô Arai. Seria interessante o personagem vovô ter um óculos, peruca branca e roupas de idoso;

4-Caso não exista nenhum aluno de origem japonesa, pode ser feita uma maquiagem para fazer os olhos puxados;

5-Caso exista alguma aluna de origem japonesa, esta pode representar a netinha Natalie. Porém, a cena pode ser com a Natalie de 18 anos de idade;

6-O texto da cena pode abordar as respostas do vovô Arai com uma linguagem “madura” e científica para os questionamentos de Natalie já crescida;

7-O professor pode inclusive aproveitar o microscópio para mostrar microalgas para os alunos e discutir as características e adaptações das mesmas;

8- O tempo de duração da peça deve ser no máximo uns 20 minutos.

Sugestão 10 - Diálogo entre as crianças Kanzy, Mohamed e Belize /Texto sobre a seguinte situação-problema: “Surgimento dos primeiros organismos multicelulares fotossintetizantes”.

Três crianças chamadas Kanzy de 11 anos, Mohamed de 8 anos e Belize de 12 anos estavam brincando na água da praia de Copacabana no Rio de Janeiro quando começaram a reclamar de algumas algas que ficaram grudadas em seus corpos. Kanzy e Mohamed eram turistas e irmãos egípcios, e Belize uma turista turca. Eles se conheceram na praia e começaram a dialogar:

Mohamed: - Kanzy! Olha aquela menina! O cabelo dela está cheio de uma planta verde fofa, que parece uma borracha.

Kanzy: - Aquilo não é planta! Nosso pai Haytham uma vez me disse que estas coisas verdes que parecem plantas na água do mar são algas. Temos que avisar a menina que o cabelo dela está cheio de alga e que vai embolar. Ela está parecendo uma medusa RSS!

Kanzy e Mohamed: - Ei!! Mahaba!! Coleguinha! Coleguinha!!!

Belize: - Oi! Mahaba!

Kanzy: - Meu nome é Kanzy e esse é meu irmão Mohamed. Você já viu como está o seu cabelo?

Belize: - Não...O que tem de errado com meu cabelo?

Kanzy: - Está cheio de alga . Se vc não tirar isso do seu cabelo, ele vai embolar e depois vai ser difícil você conseguir pentear.

Belize: - Caramba! É mesmo ! Eu não tinha percebido! Nossa! Seu biquini está cheio de alga também, Kanzy!

Kanzy: - É mesmo! Eu também não tinha reparado! Mohamed, tire estas algas do meu biquini.

Mohamed: - Ok! Menina, qual é o seu nome?

Belize: - Meu nome é Belize.

Mohamed : - Seu nome combina com você que é Bela, Belize.

Belize ficou vermelha e respondeu:

Belize: - Obrigada. Vamos brincar?

Mohamed e Kanzy: - Sim, vamos!

Mohamed: - Kanzy, antes de brincar, eu gostaria de te perguntar uma coisa. Você disse que aquelas coisas no cabelo da Belize não eram plantas, mas que eram algas. O que são algas? Por que elas não são plantas mas são parecidas com as plantas de terra?

Kanzy: - As algas são parentes das plantas de terra, tipo tataravó, por isso algumas são parecidas com as plantas e são verdes. Pelo menos, foi isso que nosso pai Haytham me disse uma vez.

Belize: - Desculpa me intrometer na conversa de vocês, mas eu já vi alga que nem verde é. Já vi alga vermelha e umas marrons também. As vermelhas que eu vi não parecem muito com as plantas da terra não... Parecem umas cracas grudadas em pedras...

Mohamed: - Então, você já sabia o que era alga também?

Belize: - Sim, parece um “geleca de água”. Meu pai Akkiraz também já conversou comigo sobre algas quando viajamos para um outro lugar que tinha praia com algas na Turquia. Eu não gosto delas, pois ficam grudando no nosso corpo quando estamos na água.

Kanzy: - Belize, meu pai Haytham também conversou sobre algas comigo, mas sempre tive uma dúvida. Se algas são parentes das plantas da terra, por que elas morrem quando as ondas as deixam na areia? Se algas são parentes das plantas da terra, elas deveriam conseguir sobreviver na terra junto com seus parentes plantas.

Belize: - É mesmo, Kanzi. Eu não tinha parado para pensar nisso.

Mohamed: - Eu também não entendo isso. Nossa família por exemplo, mora todo mundo junto em casas no mesmo quintal.

Kanzy: - Outra coisa, eu nunca vi flores e nem frutos em alga. Se as algas são parentes das plantas da terra, por que elas não têm flores e nem frutos?

Belize: - Caramba é mesmo! Deveriam ter!

Mohamed: - Pera aê Kanzi, aquela samambaia da vovó, que é planta da terra, nunca deu flor e nem fruto também.

Kanzy: - É mesmo! E se é planta de terra, deveria dar flor e fruto, não é?

Mohamed: - Acho que sim.

Belize: - Se a samambaia da sua avó não dá flor e nem fruto, por que será que nem todas as plantas de terra dão flores e frutos?

Mohamed: - Isto é um grande mistério. Será que elas não querem por vontade própria não fabricar flores e frutos? Ou será que elas têm um problema de saúde?

Kanzy: - Será que as algas que não produzem flores e frutos são mais aparentadas com as samambaias da vovó do que com a mangueira que produz fruto manga, por exemplo?

Belize: - E semente? Vocês já viram semente de alga? Para elas brotarem no mar deve ter semente, né?

Kanzy: - Eu nunca vi. Será que a semente da alga boia?

Mohamed: - Semente boiando? Semente fica é enterrada na terra ou dentro de frutos. Só se a semente da alga fica enterrada na areia do fundo da praia. Eu nunca vi.

Belize: - Gente! Chega!!! Eu quero brincar! Depois eu pergunto para meu pai Akkiraz estas coisas. Ele é professor de uma universidade e estuda fósseis de plantas.

Mohamed: - Fósseis, o que é isso?

Belize: - Ah depois explico! Eu quero brincar.

Kanzy: - Que vergonha , Mohamed! Nosso pai Haytham também estuda fósseis e você faz esta pergunta? Vamos brincar que é melhor!

**Questões disparadoras e investigativas para os alunos solucionarem:
("Surgimento dos primeiros organismos multicelulares fotossintetizantes"):**

1-O texto aborda uma conversa entre crianças, que têm como objeto de discussão algas marinhas multicelulares macroscópicas e a comparação das mesmas com plantas terrestres. Como você responderia cientificamente às seguintes perguntas de Mohamed a Kanzy *“O que são algas? Por que elas não são plantas mas são parecidas com as plantas de terra?”*?

2-Quais são as principais características das algas multicelulares?

3-De acordo com a ordem evolutiva, quem deve ter surgido primeiro no planeta Terra, as plantas de terra ou as algas? Quais são as evidências da sequência deste surgimento?

4-Quais características são peculiares às plantas que vivem na terra e não são encontradas nas algas multicelulares? Quais são as vantagens destas características selecionadas pela seleção natural que permitiram as plantas a viverem no ambiente terrestre?

5-No trecho de uma fala de Belize, ela diz: *“Desculpa me intrometer na conversa, mas eu já vi alga que nem verde é. Já vi alga vermelha e umas*

marrons também. As vermelhas que vi não parecem muito com as plantas da terra não... Parecem umas cracas grudadas em pedras.” Como você explicaria a razão das cores diferentes das algas multicelulares? E qual surgiu primeiro a verde, a vermelha ou a marrom?

6- O que você responderia aos seguintes questionamentos de Belize “*E semente? Vocês já viram semente de alga? Para elas brotarem no mar deve ter semente, né?*” ?

7-Quem surgiu primeiro, a semente ou planta? Qual é o conceito científico de planta?

8-Qual é a importância da semente para as plantas terrestres? Quais as vantagens evolutivas da semente para as plantas?

9-Mohamed em um dos diálogos chama atenção de que apesar da samambaia da avó dele ser planta de terra, nunca deu flores e frutos como as algas multicelulares. Qual é a importância das flores e dos frutos para as plantas?

10-Existem na natureza evidências preservadas da sequência evolutiva das plantas e de outros seres vivos. No texto, uma destas evidências é citada por um dos personagens. Que evidência é esta? Explique como esta evidência de organismos multicelulares fotossintetizantes é formada.

11- Qual é o nome da ciência que estuda a evidência evolutiva preservada citada na questão anterior?

Expectativa das respostas dos alunos (“Surgimento dos primeiros organismos multicelulares fotossintetizantes”):

Espera-se que os alunos investiguem e concluam que o termo “alga” não se refere a um grupo monofilético, ou seja, um grupo que reúne todos os descendentes de um mesmo ancestral comum. O termo alga abrange organismos de diferentes linhagens que pertencem aos domínios Eubactérias e Eucaria. O termo alga abrange organismos unicelulares e multicelulares.

Durante a investigação dos alunos é importante que os mesmos busquem informações sobre os diferentes grupos de algas multicelulares como as algas vermelhas, pardas e verdes e averiguem as diferenças entre elas, ou seja, as diferenças de tipos de pigmentos (ficoeritrina, fucoxantina, clorofila, dentre outros), de tipos de cloroplastos, de tipos de estruturas etc.

Os alunos devem compreender o que se entende por algas de maneira geral e informal, ou seja, são organismos com clorofila a que fazem fotossíntese, são formadas por apenas um talo e vivem na água. Algumas são unicelulares e algumas multicelulares.

As algas multicelulares não têm tecidos e órgãos tão especializados como as plantas. As algas não têm determinadas características importantes que permitem a sobrevivência em um ambiente terrestre. Elas dependem da água para a sua reprodução, para a sua alimentação, respiração e sustento.

É muito relevante que os alunos concluam que ocorreu uma transição, ou seja, uma passagem gradual dos organismos fotossintetizantes do ambiente aquático para o ambiente terrestre. E para que esta transição ocorresse, mutações e seleções naturais de características favoráveis foram necessárias.

Algumas características favoráveis foram: o surgimento de esporos resistentes com esporopolenina permitindo a reprodução assexuada em ambiente fora da água e a dispersão da espécie, a proteção e nutrição do embrião pelo corpo da mãe, o surgimento da lignina (componente químico) que dá sustentação e resistência a planta fora da água, a reprodução sexuada independente da água a partir do surgimento de estruturas sexuais (arquegônios, anterídeos, estróbilos, flores, grãos de pólen), o surgimento da cutícula (camada de lipídios do tipo cerídeos) que impede a perda de água (desidratação) pela planta.

Os alunos podem citar também o surgimento dos vasos condutores de seiva bruta e elaborada nos grupos mais derivados tornando-os independente da água para o transporte de nutrientes e para o sustento dos mesmos.

O surgimento da semente (que guarda o embrião das plantas mais derivadas como ocorre nas Gimnospermas e nas Angiospermas) também foi uma importante característica para as plantas permitindo o desenvolvimento do embrião fora da água e permitindo de maneira eficiente a ocupação do ambiente terrestre através dispersão deste embrião dentro da semente.

O aluno tem que concluir que algas não têm sementes como as embriófitas mais derivadas (Gimnospermas e Angiospermas) e não possuem as outras características citadas acima para a ocupação do ambiente terrestre. Porém, alguns grupos de algas multicelulares ou macroalgas, como as por exemplo clorófitas, ou seja, as macroalgas são um avanço evolutivo que permitiu a transição da vida fotossintetizante da água para o continente. E isso é evidenciado pelos fósseis.

Espera-se também do aluno que ele busque investigar as funções das flores e dos frutos, ou seja, reprodução e proteção da semente que contém o embrião. Nas algas não existem flores e nem estrutura que proteja o embrião, sementes e frutos. Em algumas algas até existem algumas estruturas rudimentares que mantêm o embrião no corpo da mãe, mas muito inferior ao papel adaptativo da semente e do fruto para a ocupação do ambiente terrestre.

O aluno deve investigar e chegar a conclusão clara de que são consideradas plantas os organismos fotossintetizantes pertencentes ao grupo das embriófitas que possuem as seguintes características: embrião multicelular preso ao corpo da mãe, alternância de geração, esporo com esporopolenina, anterídio, arquegônio, cutícula, parênquima. Ou seja, estas são algumas características que facilitaram a ocupação do ambiente terrestre pelas plantas.

O aluno inclusive deve investigar e compreender os termos utilizados para definir estas características e perceber as diferenças claras entre as plantas que ocupam ambiente terrestre e as algas que ocupam o ambiente aquático de maneira geral.

É esperado que o aluno conclua também que a ciência Paleontologia responsável por estudar os fósseis (restos ou vestígios de organismos preservados em rochas, gelo e âmbar durante milhões de anos).

Existe um ramo da Paleontologia denominado Paleobotânica que estuda os fósseis das plantas e de outros organismos fotossintetizantes e que reúne evidências da evolução dos organismos fotossintetizantes incluindo as algas e as embriófitas.

Os alunos devem investigar e pesquisar sobre fósseis microalgas, macroalgas e de plantas. Como exemplo podem ser citados fósseis de lâminas de algas, fósseis de apressórios de algas, fósseis de vesículas de ar de algas, fósseis de esporângios de briófitas e pteridófitas, fósseis de tecidos vegetais, fósseis de sementes, de flores e de frutos.

É importante que os alunos investiguem como o estudo dos fósseis ajuda na compreensão das evidências da evolução, na datação da origem de alguns organismos e na diversificação dos mesmos. O registro fóssil permite a compreensão do surgimento de novas estruturas nos organismos e da adaptação dos mesmos.

Resumo do conteúdo para o professor trabalhar (“Surgimento dos primeiros organismos multicelulares fotossintetizantes”):

O professor deve ter o domínio e orientar os alunos na investigação dos diferentes grupos de organismos multicelulares fotossintetizantes relacionados aos grupos das macroalgas como por exemplo as rodófitas, as feófitas e as clorófitas.

As algas vermelhas e as verdes pertencem filogeneticamente ao grupo Archeoplastida, ou seja, ao mesmo grupo que abrange as plantas terrestres ou embriófitas, cujos cloroplastos são oriundos de endossimbiose primária. Enquanto que as algas pardas pertencem ao grupo dos cromoalveolados, cujos cloroplastos são oriundos de endossimbiose secundária.

De acordo com o registro fóssil, as algas vermelhas são uns dos primeiros organismos registrados no registro fóssil, antes da Fauna de Ediacara datando de mais de 1 bilhão de anos atrás no Proterozoico (2,5 Ga-542Ma).

Vale ressaltar que os registros fossilíferos demonstram que as algas não possuíam tecidos especializados e suas células faziam trocas de substâncias diretamente com a água, eram sustentadas pela água e a reprodução dependia da água como é até hoje.

O professor deve também orientar no sentido de uma investigação direcionada para evolução destes grupos até o surgimento das primeiras embriófitas que se adaptaram a ocupar o ambiente terrestre e que teriam surgido no Ordoviciano (488-444 Ma) de acordo com os primeiros registros fossilífero de Briófitas (plantas avasculares, sem folhas, caules e raízes verdadeiros).

O professor deve saber que as primeiras embriófitas tiveram o mesmo ancestral comum dos grupos das Charales (algas verdes). E que ao longo dos milhões de anos com as sucessivas mutações e seleções naturais devidos a uma série de fatores geológicos (tectônica de placas, aumento e diminuição do nível do mar), fatores climatológicos (radiação ultravioleta, aumento e diminuição da temperatura global do planeta Terra), fatores biológicos dentre outros fatores, as transformações das características ocorreram e a ocupação do ambiente terrestre inóspito foi possível.

Tais características novas nos organismos multicelulares fotossintetizantes foram: surgimento do embrião multicelular, surgimento dos arquegônios e anterídios, da reprodução independente da água, do surgimento dos esporos com esporopolenina, do surgimento da semente, das flores e dos frutos, do surgimento da cutícula, da lignina, dos vasos condutores de seiva bruta e elaborada, da especialização dos tecidos.

Sugestão/orientação de como o professor pode orientar os alunos e trabalhar uma peça teatral a partir desta temática (“Surgimento dos primeiros organismos multicelulares fotossintetizantes”):

1-O professor pode pedir que os alunos coletem algumas algas mortas na beira de praias próximas e as coloquem em potes com formol ou façam exsiccatas no contra turno;

Observação: Caso, não exista praia, o professor pode fazer coletas em rios ou lagos. Caso, não existam rios e lagos também, podem ser feitas esculturas com massa de modelar e gesso ou pode ser feito pedidos de empréstimo de materiais em universidades próximas;

2-O professor pode pedir a elaboração de cartazes sobre algas para que juntamente com os potes com as algas coletadas seja montado um cenário para a peça teatral;

3-Areia, conchas, boias e cadeiras de praia podem ser utilizadas para montar um cenário de praia na sala de aula;

4-Três alunos motivados e interessados em fazer a peça teatral podem ser selecionados para representarem Kanzy, Mohamed e Belize. Tais, alunos podem simular roupas de praia e se maquiar para simular a aparência de egípcios e turcos;

6-Dois alunos podem ser selecionados para representarem os pais Haytham e Akkiraz;

7-A peça pode ser montada no sentido dos pais responderem cientificamente durante a peça aos questionamentos dos filhos presentes no diálogo com a situação-problema;

8-Os alunos que representarão os pais inclusive podem utilizar as algas coletadas para explicarem cientificamente as origens e as características das mesmas durante a peça;

9- O tempo de duração da peça deve ser no máximo uns 20 minutos.

Sugestão 11 - Diálogo entre os gnomos Selectin e Enzin, fungos Ispor e Hifar e Sra. Carofar / Texto sobre a seguinte situação-problema: “Evolução e ocupação do ambiente terrestre pelos organismos fotossintetizantes”.

Dois gnomos Selectin e Enzin viviam em um quase deserto no bairro Continental. Eles tinham como companhia apenas alguns amigos fungos chamados Ispor e Hifar que conseguiam sobreviver na extrema pobreza orgânica.

Até que depois de alguns milhões de anos chegaram novos moradores da família Algaloide. Era uma família bem eclética e diversificada. Alguns membros desta família eram sujeitos pequeníssimos e bem frágeis e outros eram sujeitos mais robustos e maiores. Os que se destacavam mais se vestiam de verde.

A família Algaloide se fixou no bairro Continental e se reproduziu, inclusive um filho bem diferente nasceu nesta família e se adaptou bem ao bairro.

Assim que a família Algaloide chegou para morar no bairro Continental, a matriarca, Sra. Carofar começou a conversar com os gnomos Selectin e Enzin e depois com Ispor e Hifar:

Sra. Carofar: - Bom dia a todos! Meu nome é Carofar. Eu e minha família somos os novos moradores do bairro Continental.

Gnomo Selectin: - Prazer em conhecê-la, Sra.Carofar!

Gnomo Enzin: - Seja bem-vinda, Sra.Carofar!

Ispor: - Obá! Novos vizinhos! Nossa Sra.Carofar, percebi que a senhora tem um veículo da mesma marca que o nosso! Marca esporo! Veja isso, Hifar!

Hifar: - Prazer em conhecê-la respeitosa Sra. Carofar! Que coincidência mesmo! Esporo é uma excelente marca de veículo. Ele transporta para qualquer lugar.

Sra. Carofar: - O prazer é todo meu. É uma honra para mim ocupar o bairro Continental. Espero que eu e minha família possamos ajudar na melhoria do bairro para que novos moradores venham morar aqui também.

Ispor: - Sim, Sra. Carofar. Realmente aqui no bairro é bem difícil de sobreviver. Quem tem o veículo da marca esporo é que consegue se virar melhor e visitar outros bairros. Não é, Hifar?

Hifar: - É sim, eu que moro há mais tempo aqui neste bairro é que sei como o veículo da marca esporo me ajudou a sobreviver.

Gnomo Enzin: - Olha Sra. Carofar, o veículo da marca esporo é excelente mesmo, mas eu já adianto para a senhora que mesmo com veículo aqui , a vida é difícil.

Sra. Carofar: - Ué, mas por quê???

Gnomo Enzin: - Porque eu e o Gnomo Selectin fiscalizamos todos estes veículos e passageiros, e se não estiverem aptos, infelizmente tiramos de rotação.

Gnomo Selectin: - O Gnomo Enzin averigua se tem alguma alteração no veículo e eu analiso se esta alteração é permitida ou não para o veículo. Se for permitida, o veículo pode continuar rodando, se não for permitida, infelizmente tenho que tirar do trânsito.

Sra.Carofar: - Meu Deus! Pode deixar! Eu e minha família vamos fazer o melhor para sermos cidadãos aptos e manter o nosso veículo da marca esporo girando.

Gnomo Selectin: - Que assim seja, caso contrário, preciso fazer a seleção e tirar o veículo do bairro continental.

Hifar: - Perdoe-me pela intromissão, na conversa, mas vamos mudar de assunto? Eu queria muito que trabalhássemos duro para que ocorresse a melhoria do bairro continental e novos moradores viessem para cá. Eu preciso fazer novas parcerias, associações e trocas com novos moradores. Isso traria mais lucro para mim e para os novos parceiros.

Ispor: - Eu concordo com Hifar.

Sra. Carofar: - Vou fazer o meu melhor, Hifar. Vou estimular a minha família a trabalhar bastante. Inclusive, na minha família, eu tenho um neto que é bem diferente de todos os outros. Ele é tão esperto que sabe confeccionar uma roupa da moda do estilo “Esporopolenina”. Vocês conhecem?

Gnomo Selectin: - Eu conheço! Nossa! É a última moda! É um estilo de resistência e proteção! Ótimo para viagens distantes! Meu gosto aprovou esta nova moda!

Ispor: - Perdoe-me, mas eu ainda prefiro a marca Quitina....

Hifar: - Eu uso o estilo e a marca Quitina, mas sinceramente...tenho que reconhecer que o estilo esporopolenina é excelente. Seu neto vai enriquecer se investir nesta produção, Sra. Carofar. Ainda mais que a marca celulose super comum não é tão resistente quando falamos em duração de anos.

Sra. Carofar: - É...vamos ver. Meu neto precisa fazer sucesso, porque agora a esposa dele engravidou. O médico disse, que a gravidez dela é bem diferente.

Gnomo Selectin: - Mas por que diferente?

Sra. Carofar: - Porque existe tipo uma “cobertura”, “capa” envolvendo o filho deles junto ao corpo da mãe.

Gnomo Selectin: - Nossa! Que coisa mais diferente! Gostei! Que nasça um novo morador do bairro continental resistente e saudável!

Sra. Carfar: - Muito obrigada. Agora, senhores preciso retornar para a minha residência e ficar com a minha família. Foi um grande prazer conhecê-los. Tchau!

Questões disparadoras e investigativas para os alunos solucionarem (“Evolução e ocupação do ambiente terrestre pelos organismos fotossintetizantes”):

1-Após ler o texto você consegue hipotetizar qual evento biológico é abordado? Você poderia citar qual evento você hipotetizou e por que chegou a esta conclusão?

2-Quais grupos biológicos estão sendo tratados no texto?

3-Você conseguiria hipotetizar há quantos milhões de anos atrás ocorreu o evento biológico na metáfora do texto?

4-Como você interpreta ecologicamente e evolutivamente o trecho da Sra. Carofar: “... *É uma honra para mim ocupar o bairro continental. Espero que eu e minha família possamos ajudar na melhoria do bairro para que novos moradores venham morar aqui também*”.

5-Levando-se em consideração os processos evolutivos biológicos, qual é a relação e a importância da metáfora “*veículo da marca esporo*” com a ocupação do ambiente terrestre?

6-Ao pensar em evolução, a qual processo evolutivo você associaria o trecho dito pelo Gnomo Enzi “*eu e o Gnomo Selectin fiscalizamos todos estes veículos e passageiros, e se não estiverem aptos, infelizmente tiramos de rotação*”.

7-Na metáfora do texto, a que grupos biológicos Hifar e Sra.Carofar pertencem?

8-Segundo a fala de Hifar, quem surgiu primeiro, ele ou Carofar? *Hifar: “- É sim, eu que moro há mais tempo aqui neste bairro continental é que sei como o veículo da marca esporo me ajudou a sobreviver neste bairro.”*

9-Qual tipo de relação ecológica Hifar se refere neste trecho “... *Eu preciso fazer novas parcerias, associações e trocas com novos moradores. Isso traria mais lucro para mim e para os novos parceiros*” ?

10-Qual é a importância da “moda” esporopolenina para o desenvolvimento do bairro Continental e para a evolução e preservação dos moradores? A que grupo biológico a esporopolenina está relacionada?

11- O neto da sra. Carofar vai ser pai. Porém, a esposa dele está com uma gravidez especial, porque existe tipo uma “cobertura”, “capa” envolvendo o filho deles junto ao corpo da mãe. A qual característica botânica importante esta metáfora é associada em relação à evolução das plantas?

12-O neto e o bisneto de dona Carofar correspondem a qual grupo vegetal?

Expectativa das respostas dos alunos (“Evolução e ocupação do ambiente terrestre pelos organismos fotossintetizantes”):

Após a leitura do texto espera-se que os alunos investiguem e concluam que o evento é a ocupação do ambiente terrestre pelas plantas (embriófitas). E que isso aconteceu aproximadamente no Ordoviciano (488-444Ma).

Porém, antes do surgimento e ocupação do ambiente terrestre pelas embriófitas, algumas microalgas e fungos adaptados ao ambiente terrestre começaram a ocupar os continentes gerando um ambiente e um solo mais favorável à ocupação das embriófitas.

De acordo com o registro fóssil de hifas e esporos, os fungos datam de pelo menos 1 bilhão de anos atrás, ou seja, do Proterozoico (2.5Ga-542Ma) e as microalgas de diferentes grupos datam de mais de 3 bilhões de anos atrás.

É interessante que os alunos também investiguem se existem outras evidências além dos fósseis para compreender a evolução das plantas e a ocupação do ambiente terrestre e cheguem à conclusão de que existe a técnica do “relógio molecular”.

A técnica do relógio molecular consiste em averiguar o tempo de divergência entre duas espécies através análise do número de diferenças moleculares medidas entre as sequências de DNA ou proteínas entre duas espécies .

O aluno deverá concluir que os três grupos biológicos discutidos são os fungos, as carófitas e as embriófitas. E que todos eles possuem uma estrutura de reprodução fundamental, o esporo. O esporo é uma célula que gera um novo indivíduo sem a necessidade de cruzamento e pode ser transportado pelo vento ou pela água facilitando o processo de ocupação do ambiente terrestre. Além disso, os esporos dos fungos têm parede resistente constituída de quitina enquanto que os esporos das plantas têm uma parede constituída de um polímero mais resistente que a quitina, a esporopolenina.

A constituição da parede dos esporos das embriófitas por esporopolenina foi muito vantajosa para a ocupação do ambiente terrestre por estes organismos dando resistência e proteção a esta célula durante a dispersão. Sendo assim, a seleção natural selecionou esta característica vantajosa.

Os alunos devem concluir com suas investigações que adicionalmente ao trabalho dos fungos e de carófitas (que também se dispersam por esporos) em

relação à preparação do solo favorecendo a evolução e a ocupação do ambiente terrestre pelas embriófitas, as simbioses entre fungos e embriófitas e entre fungos e algas também favoreceram a ocupação do ambiente terrestre pelas plantas.

Os alunos também devem concluir que uma das principais características das embriófitas que permitiu a ocupação do ambiente terrestre é o embrião multicelular protegido por uma camada de células da mãe.

A reprodução independente da água, o processo de lignificação das células ajudando na sustentação da planta fora da água, o surgimento da cutina ajudando na impermeabilização para evitar a perda de água pela planta no ambiente terrestre dentre outras características que permaneceram após os processos de seleção natural, devem ser citados também pelos alunos.

Resumo do conteúdo para o professor trabalhar (“Evolução e ocupação do ambiente terrestre pelos organismos fotossintetizantes”):

O professor deverá ter o conhecimento de que para ocorrer a ocupação do ambiente terrestre pelos organismos fotossintetizantes foram necessárias muitas mutações, seleções naturais e o trabalho de preparação do solo por outros organismos não fotossintetizantes como os fungos. E que associações e simbioses entre os fungos e alguns organismos fotossintetizantes foram fundamentais para a ocupação do ambiente terrestre pelas plantas.

O professor também deverá saber que os organismos fotossintetizantes unicelulares, conhecidos como algas unicelulares ocuparam primeiro o

ambiente terrestre, e somente posteriormente os multicelulares começaram a ocupar.

O professor deverá ter em mente a importância das carófitas na evolução dos organismos fotossintetizantes para a ocupação do ambiente terrestre.

O professor também deverá ter conhecimento do grupo das plantas avasculares (Briófitas) e que estas foram as primeiras embriófitas que ocuparam o ambiente terrestre.

As Briófitas são diminutas e não possuem folhas, nem caule e nem raízes verdadeiras e são avasculares. O transporte de água e nutrientes ocorre por difusão. Porém, elas já possuem esporos com esporopolenina, cutícula, anterídios (estrutura masculina) e arquegônios (estrutura feminina).

As briófitas têm duas fases do seu ciclo de vida, ou seja, a esporofítica (assexuada – através da dispersão dos esporos através dos esporângios) e a gametofítica (sexuada através dos anterozoides produzidos nos anterídios e que precisam alcançar as oosferas produzidas nos arquegônios). Esta característica das briófitas deu a elas uma grande vantagem para a ocupação e dispersão no ambiente terrestre. Os netos e bisnetos da Sra. Carofar no texto são as briófitas.

Sugestão/orientação de como o professor pode orientar os alunos e trabalhar uma peça teatral a partir desta temática (“Evolução e ocupação do ambiente terrestre pelos organismos fotossintetizantes”):

1-O professor e os alunos poderiam montar uma peça teatral sem necessariamente colocar os personagens do texto, mas relacionando os novos personagens com as situações-problemas e com as perguntas disparadoras;

2-Poderia ser criado os personagens esporo de fungo, esporo de briófitas e pteridófitas, pólen e sementes;

3-Cada personagem poderia se apresentar dizendo as suas características, a qual grupo de organismos pertencem e as suas funções e importância para a ocupação do ambiente terrestre;

4- Esta apresentação poderia ocorrer através de falas e danças com fundo musical escolhido pelo professor e pelos alunos;

5-Os alunos personagens poderiam criar vestimentas com papelão, cartolina, panos, tintas que conseguissem simular a cobertura dos esporos, grãos de pólen e sementes;

6-Todo o ensaio e preparativos poderiam ocorrer no contraturno como atividade de casa;

7-O tempo de duração da peça deve ser no máximo uns 20 minutos.

Sugestão 12- Diálogo entre Marli e Zinete / Texto sobre a seguinte situação-problema: “Evolução das plantas vasculares com sementes”.

Duas adolescentes Marli de 14 anos e Zinete de 15 anos estavam ajudando a mãe de Marli, dona Irany, a plantar algumas plantas em um sítio da família e começaram a conversar e a indagar algumas coisas:

Marli: - Zinete, o que você vai plantar?

Zinete: - Eu vou plantar limão. E você?

Marli: - Eu vou plantar um abacate.

Zinete: - Marli, olha que interessante, quando eu abro o limão para pegar a semente, vejo que tem várias sementes dentro dele, mas quando olho o seu abacate, só tem uma semente.

Marli: - E daí?

Zinete: - E daí?? Por que o limão tem várias sementes e o abacate só tem uma?

Marli: - Nossa! Não sei!! Agora me veio outra pergunta... Por que a banana não tem semente????

Zinete: - Caramba!!! Eu também não sei!!!!

Marli: - Agora me veio outra pergunta!!! Por que aquele pinheiro do sítio que minha mãe enfeita no Natal nunca deu fruto?

Zinete: - Quem te falou que não dá fruto? Dá fruto sim! Eu já comi e se chama pinhão!

Marli: - Não, não! Minha mãe disse que pinhão é semente e não fruto!

Zinete: - Não é possível! É tão gostosa e carnudinha...Você por um acaso come semente de abacate ou de limão? Estas sementes são bem diferentes do pinhão. Então, como pinhão é semente e não fruto?

Marli: - Eu não como semente de abacate e nem de limão. Realmente, elas são bem diferentes e não são tão saborosas como o pinhão.

Zinete: - Tem alguma coisa errada aí, Marli. Semente fica dentro dos frutos. Se pinhão é semente, quem é o fruto dele?

Marli: - É mesmo...será a pinha? Aquele negócio marrom pendurado nas árvores que tem vários pinhões presos?

Zinete: - Não sei...talvez, mas é estranho...

Marli: - Estranho, por quê?

Zinete: - Porque no limão e no abacate as sementes ficam tão escondidinhas.

Por que no pinheiro, as sementes pinhões não ficam escondidas?

Marli: - É...eu não sei.

Zinete: - Outra pergunta, Marli. Todo mundo pergunta “Quem nasceu primeiro o ovo ou a galinha?” Agora eu pergunto, “quem nasceu primeiro, a semente ou o fruto?”.

Marli: - RSSSSSSSSS! Eu não faço ideia!!!

Zinete: - Pois é....Quem será a tataravó dos frutos e das sementes do abacateiro, do limoeiro e do pinheiro?

Marli: - Quem nasceu primeiro? O abacateiro? O limoeiro? Ou o pinheiro?

Zinete: - Você pergunta no seu quintal? Ou no planeta inteiro?

Marli: - A priori pensei no meu quintal, mas agora vc me deixou curiosa em relação aos parentes deles no mundo inteiro RSSSSS!

Questões disparadoras e investigativas para os alunos solucionarem (“Evolução das plantas vasculares com sementes”):

1-Marli e Zinete logo no início do texto dizem que vão plantar. Para plantar, é necessário possuir uma estrutura vegetal importante. Qual é esta estrutura

importante que Marli e Zinete utilizam? E qual é a sua importância para a reprodução das plantas e para a ocupação do ambiente terrestre?

2- Por qual razão o abacate possui apenas uma semente e o limão várias? O que isso significa evolutivamente para as plantas? Existe alguma vantagem de possuir uma ou várias sementes? Explique.

3- Qual seria a resposta para a pergunta de Zinete *“quem nasceu primeiro, a semente ou o fruto?”*?

4- Qual é a importância do fruto para as plantas?

5- Marli e Zinete discutem se pinhão é fruto ou não. Qual a resposta que vocês dariam a elas?

6- Como vocês responderiam aos seguintes questionamentos de Marli *“Quem nasceu primeiro? O abacateiro? O limoeiro? Ou o pinheiro?”*

7- Vocês sabem o que são fósseis? Caso não, pesquisem. Caso sim, os fósseis poderiam ajudar a responder aos questionamentos de Marli e Zinete? Justifique sua resposta.

Expectativa das respostas dos alunos (“Evolução das plantas vasculares com sementes”):

Espera-se que os alunos percebam a importância do surgimento da semente no processo evolutivo das plantas. A semente é a estrutura que contém o embrião da planta e o protege.

Os alunos devem perceber que esta proteção foi vantajosa para proteger o embrião do ataque de bactérias, de fungos e de herbívoros de maneira geral,

pois conforme o tempo geológico foi passando, não só os organismos fotossintetizantes foram evoluindo e ocupando ambiente terrestre, mas também os animais herbívoros por exemplo, os insetos.

Além disso, a semente também protege contra a irradiação solar e foi extremamente importante para a dispersão das plantas vasculares com sementes no ambiente terrestre permitindo a ocupação e a formação de diferentes biomas.

O aluno deverá perceber que os diferentes grupos de embriófitas podem ser divididos de acordo com possuir ou não semente e se esta semente é ou não protegida por um fruto.

É esperado também que o aluno perceba a importância do fruto em termos evolutivo, pois o fruto além de ter ajudado no reforço da proteção do embrião protegendo a semente, o fruto também ajudou na dispersão das plantas, pois alguns animais ao consumirem os frutos ajudavam e ajudam até hoje na dispersão das sementes.

É muito importante também que os alunos reconheçam que a Paleobotânica ajuda na compreensão da ordem de surgimento dos diferentes grupos de embriófitas através do registro fossilífero. Fósseis são restos ou vestígios de organismos preservados em rochas, sedimentos, âmbar ou gelo.

Sendo assim, fósseis das diferentes embriófitas são encontrados em diferentes estratos de rochas depositadas em ordem geocronológica. Desta forma, os fósseis das plantas avasculares sem sementes são encontrados em rochas mais antigas do que os fósseis das plantas vasculares sem sementes, que por sua vez são encontrados em rochas mais antigas que os fósseis das plantas

vasculares com sementes que por sua vez são encontradas em rochas mais antigas que os fósseis das plantas vasculares com sementes e frutos.

Resumo do conteúdo para o professor trabalhar (“Evolução das plantas vasculares com sementes”):

O professor deverá primeiramente conhecer os quatro principais grupos das embriófitas e suas principais características:

Briófitas - Formam um grupo polifilético (Não formam um grupo que abrange todos os descendentes de um mesmo ancestral comum. É um grupo que contém membros de mais de um ancestral). São plantas avasculares, sem raízes, sem caules, sem folhas verdadeiras. Também sem sementes e frutos. O transporte de nutrientes ocorre por difusão entre as células. O ciclo de vida tem duas fases (esporofítica e gametofítica). A reprodução ocorre através de esporos produzidos por esporângios e através do encontro de gametas produzidos por gametângios de sexo separado. A Fase duradoura é a gametofítica enquanto que a esporofítica é a fase efêmera.

Pteridófitas - Formam um grupo parafilético (Não formam um grupo que abrange todos os descendentes de um mesmo ancestral comum. É um grupo que contém apenas uma parte dos descendentes de um mesmo ancestral comum). São plantas vasculares sem sementes e já possuem raízes, caules e folhas verdadeiros. O ciclo de vida tem duas fases (esporofítica e gametofítica). A reprodução ocorre através de esporos produzidos por esporângios e através do encontro de gametas produzidos por gametângios de sexos separados). A Fase duradoura é a esporofítica enquanto que a gametofítica é a fase efêmera, ou seja, o oposto do que ocorre no grupo das briófitas.

Gimnospermas - Existe uma discussão se as gimnospermas formam um grupo monofilético (grupo que abrange todos os descendentes de um ancestral comum) ou polifilético (grupo que contém membros de mais de um ancestral, ou seja, de diferentes ancestrais). Segundo Souza (2010), a maioria dos trabalhos recentes vêm indicando que as gimnospermas são monofiléticas, ou seja, elas teriam um único ancestral e este deu origem apenas às gimnospermas. Entretanto, se forem também considerados os grupos fósseis, as plantas com sementes não formariam um grupo monofilético, já que as extintas pteridospermatófitas, também chamadas de “samambaias com sementes” possuem uma origem distinta.

As gimnospermas são um grupo de plantas vasculares com sementes caracterizadas como o grupo biológico que “revolucionou” trazendo a semente como uma “inovação biológica” que otimizou a ocupação do ambiente terrestre. Possuem raiz, caule e folha verdadeiros. Além disso já possuem estruturas sexuais bem desenvolvidas, os estróbilos que produzem o pólen, que transporta o gameta masculino até o gameta feminino oosfera também produzido em estróbilos. A semente é formada pelo encontro destes gametas. E esta semente não é protegida por um fruto.

As gimnospermas também possuem um ciclo de vida com duas fases (esporofítica e gametofítica). A fase duradoura é a esporofítica, semelhante as pteridófitas.

Angiospermas - Formam um grupo monofilético (grupo que abrange todos os descendentes de um ancestral comum). São plantas que possuem raiz, caule e folha verdadeiros, semente e a inovação de um fruto que protege a semente.

Além disso, possuem flores com características atrativas como pétalas coloridas, cheiro e néctar que atraem polinizadores (insetos, pássaros, morcegos etc) . Estes polinizadores levam o pólen de uma flor para outra , tal processo é denominado polinização.

O pólen contém em seu interior o gameta masculino e tem a missão de transportá-lo até o encontro do gameta feminino que está em outra flor. Este encontro entre os gametas forma o embrião vegetal.

O embrião vegetal é protegido pela semente, que por sua vez é formada por camadas oriundas do óvulo (que não é o gameta feminino dos vegetais e sim uma estrutura que contém o gameta feminino e fica no interior do ovário da flor).

Após a formação da semente a mesma é coberta pelo fruto que nada mais é do que o ovário dilatado das flores.

É importante que o professor saiba que ao longo da evolução das embriófitas, a estrutura da fase gametofítica, o gametófito, foi diminuindo de tamanho. O pólen e o óvulo (gametófitos) por exemplo, presentes apenas nas gimnospermas e angiospermas, são microscópicos.

É importante que o professor saiba e aborde as diferentes características que permitiram as embriófitas a ocuparem o ambiente terrestre e que estas características em conjunto deram o maior sucesso atualmente no planeta às angiospermas. Tais características são:

- Embrião multicelular protegido por semente aumentou a probabilidade de sobrevivência do embrião vegetal em ambiente hostil;

- Estruturas sexuais masculinas e femininas produtoras de gametas aumentando a variabilidade genética;
- Reprodução independente da água;
- Esporos e grãos de pólen com paredes resistentes de esporopolenina aumentando a possibilidade de chances de reprodução assexuada e sexuada;
- Presença de cutina para evitar a perda de água pelas folhas em ambiente continental;
- Tecidos lignificados para a sustentação fora da água;
- Vasos condutores de seiva elaborada e seiva bruta para o transporte de substâncias sem a necessidade da difusão;
- Presença de semente e fruto que protegem o embrião e ajudam a disseminar a planta no ambiente continental.

Sugestão/orientação de como o professor pode orientar os alunos e trabalhar uma peça teatral a partir desta temática (“Evolução das plantas vasculares com sementes”):

- 1-O professor pode selecionar uma aluna motivada a fazer uma peça teatral sozinha representando uma única personagem, dona Irani;
- 2-O professor pode solicitar a turma que traga as frutas citadas no texto, abacate, limão, um estróbilo e pinhões para serem apresentados durante a peça teatral;

Observação: caso, exista a dificuldade de se obter estróbilos ou pinhões verdadeiros, pode-se tentar obter estróbilos artificiais de enfeite de árvores de natal ou fazer cartazes.

3-A aluna que representar a dona Irany deverá se vestir de idosa;

4- Um cenário com galhos de árvores, mato no chão poderá ser montado pelos alunos sob a orientação do professor;

5-O professor juntamente com os alunos, pode contruir um texto de forma que a personagem dona Irany explique as razões científicas da importância da semente para a ocupação do ambiente terrestre, as razões do abacate ter apenas uma semente e do limão ter várias sementes;

6-Dona Irany pode explicar também que o pinhão não é fruto e a diferença entre estróbilo e uma flor;

7- O tempo de duração da peça deve ser no máximo uns 20 minutos.

Bibliografia sugerida para professor fazer o planejamento das atividades

Carvalho, I. S. 2010. *Paleontologia - Conceitos/Métodos*. 3. Edição, Volume 1. Rio de Janeiro: Interciência. 734p.

Grotzinger, J.; Jordan, T. 2013. *Para entender a Terra*. 6. Edição. Porto Alegre: Bookman. 738 p.

Taylor, T. N.; Taylor, E. L., Krings, M. 2009. *Paleobotany: The Biology and Evolution of Fossil Plants*. 2. Edição. Elsevier, Book Aid International. 1252 p.

6-Discussão:

Neste guia didático, os textos do “teatro de respostas” com histórias lúdicas e questões disparadoras entre os personagens pode ser uma estratégia para fazer com que os alunos fiquem curiosos e se sintam desafiados a descobrir as respostas dos questionamentos dos personagens.

Além disso, as perguntas formalizadas dos questionários com um caráter investigativo, ou seja, um estudo dirigido, após a leitura dos textos em uma sequência temporal e lógica funcionam como uma “orientação” das etapas investigativas pelas quais os alunos terão que passar.

Esta sequência temporal ordenada das perguntas do questionário (estudo dirigido) é importante para a organização do pensamento lógico necessário para a investigação dos alunos sobre as temáticas propostas.

A organização do pensamento do aluno durante a investigação torna o mesmo mais seguro para sequenciar também a apresentação da discussão das respostas ou a peça teatral sob a orientação do professor.

De acordo com Gabriel *et al.* (2018) é eficiente na prática pedagógica a aplicação do ensino investigativo, do estudo dirigido e estudo de texto, como estratégias que favorecem uma pedagogia ativa. Segundo estes autores, com este tipo de prática, o aluno desenvolve uma maneira de buscar o conhecimento de forma mais criativa e resolve problemas usando diferentes ferramentas como a internet para selecionar textos, vídeos e ficam motivados em mostrar suas sínteses e conclusões aos professores.

Ainda segundo Gabriel *et al.* (2018), quando este tipo de prática pedagógica é aplicada, durante os trabalhos em grupo, os alunos mostram-se receptivos quanto à aceitação e exposição de ideias sobre os temas indicados.

A prática do ensino investigativo nos moldes propostos no presente guia didático corrobora com a Pedagogia da autonomia de Freire (2004) que defende a autonomia do aluno no seu processo de aprendizagem e afirma que o professor deve respeitar o tempo e o ritmo do aluno.

Com o ensino investigativo o tempo e o ritmo do aluno são respeitados na medida que é o aluno que investiga e que constrói as discussões e as conclusões das atividades investigativas e desafiadoras, como é proposto no presente guia didático.

O ensino investigativo estimula exatamente as perspectivas do “aprender a aprender”, da autonomia e da busca da resolução de problemas pelos alunos fazendo com que os mesmos aprendam por eles mesmos ao tentarem solucionar os problemas (DELORS *et al.* 1998).

A proposta do presente guia didático também corrobora com Freire (1974) ao propor atividades em grupo que envolvam o teatro e seus jogos, pois este autor afirma “*Os homens se educam entre si, mediatizados pelo mundo*”. A atividade teatro de resposta do guia ao propor as atividades em grupo propicia a situação de um aluno interagindo com o outro, ou seja, educando-se entre si como afirmou Freire (1974).

Em relação aos conteúdos propostos pelo guia didático (Origem e evolução do universo, Origem e evolução das primeiras formas de vida, Evolução dos seres

vivos, seleção natural e adaptação com enfoque nos organismos fotossintetizantes ao longo do tempo geológico) são de extrema importância.

Segundo Duarte *et al.* (2016, 2018, 2019) existe uma carência do ensino destes conteúdos nas escolas estaduais do Rio de Janeiro e também pelo Brasil devido a uma série de fatores, pois a abordagem da Paleontologia é praticamente inexistente. Vale ressaltar que a Paleontologia é uma das principais ferramentas da evolução.

Moraes *et al.* em 2007 e Vieira *et al.* em 2010 também chegaram à conclusão de que existe um déficit no ensino da Paleontologia a partir da análise dos Parâmetros curriculares nacionais (PCNs), de livros didáticos e dos conteúdos cobrados nas provas do Exame nacional do ensino médio (ENEM).

E tal carência é refletida até mesmo dentro das universidades nos alunos ingressantes dos cursos de Ciências Biológicas e Geologia como foi observado por Duarte *et al.* (2019). Sendo assim, a proposta do presente guia didático está de acordo com algumas das necessidades da educação básica brasileira.

Carneiro e Signoretti (2008) também concluíram que existe carência no ensino de Geociências no currículo das escolas de ensino básico de Minas Gerais. Essa conclusão é grave pois o ensino de Geociências “linkado” com o ensino de evolução da Biologia é fundamental para a compreensão dos fatores que interferiram nos processos de mutação e seleção natural dos organismos. Pois, a evolução do planeta Terra está relacionada com a evolução dos organismos desde a tectônica de placas que criou barreiras através do surgimento de montanhas e mares gerando especiação alopátrica até o surgimento de uma atmosfera rica em oxigênio que eliminou milhares de organismos anaeróbicos.

O trabalho interdisciplinar na prática do ensino investigativo é fundamental e no presente guia a proposta é fazer a interação da Biologia com a Geociências e com a arte teatral enfocando a Paleobotânica. Vale ressaltar que o enfoque na Paleobotânica é extramamente importante, pois além de trabalhar a evolução utilizando fósseis de plantas como ferramenta, propõe fazer o aluno investigar e concluir que o surgimento dos organismos fotossintetizantes gerou um grande impacto na evolução geológica e biológica, como, por exemplo, as rochas das formações bandadas de ferro (BIFS) a partir da combinação do oxigênio produzido pelas primeiras cianobactérias com o ferro e outros metais.

Outro exemplo, é a pedogênese, ou seja, a formação dos primeiros solos a partir do intemperismo físico e químico causado nas rochas pelos primeiros organismos fotossintetizantes que ocuparam o ambiente terrestre etc.

Porém, para que a interação entre a Biologia e a Geociências ocorra com enfoque na Paleobotânica, é preciso que o ensino de Botânica nas escolas também esteja presente e seja eficiente. Todavia, o ensino de Botânica nas escolas brasileiras ainda é deficiente (FRANÇA *et al.* 2021) e para compreender a Paleobotânica é importante entender a Botânica atual.

Retornando a importância do ensino investigativo, vale ressaltar que a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) prevê o ensino investigativo como item central na formação dos alunos. O professor tem a responsabilidade de promover situações para que os estudantes desenvolvam a capacidade de observar, perguntar, propor hipóteses, experimentar, desenvolver, alcançar conclusões e solucionar problemas.

O guia didático tem uma proposta que corrobora com o que a BNCC prevê e o professor que utilizar este guia estará promovendo situações que estimulam o estudante a investigar e a trabalhar em equipe.

Em relação às atividades do guia interagirem com o teatro e fazer com que os estudantes alcancem discussões e conclusões, é importante que o professor tenha domínio dos conteúdos e capacidade de organização das atividades teatrais e mostrar as possibilidades dos jogos de improviso para os alunos.

Para Koudela (1984) o improviso é muito importante na prática do teatro, e para a realização das atividades do guia didático, seja na discussão ou na realização de peças teatrais, o improviso na apresentação das conclusões científicas será fundamental.

O direcionamento interdisciplinar do guia-didático pode ir além da interação entre Biologia, Geologia, Química, Física, Cosmologia e Artes (teatro). Pode haver uma interação com a Filosofia Pré-socrática que discute a origem de todas as coisas, a origem do universo, a origem da natureza e a transformação da natureza.

Por exemplo, no diálogo 1 entre Marli e Marina sobre “Evolução do universo, dos átomos e das estrelas”, é possível dialogar com o filósofo pré-socrático Demócrito (Século V a.C), já que este filósofo enfoca a cosmologia e a origem da natureza. Ele acreditava no sensível e que a origem de tudo partia do vazio e de pequenas partículas denominadas átomos que se combinavam aleatoriamente (BORNHEIM, 1967).

No diálogo 5 entre Francisco e César sobre a “Formação e origem da água no planeta Terra”, o filósofo Tales de Mileto pode ser discutido. Este filósofo

acreditava que todas as coisas surgiram a partir da água. Ele percebeu que a água era fundamental para a manutenção da vida (BORNHEIM, 1967).

Outras discussões relacionando outros diálogos do guia com outros filósofos podem ser feitos também como por exemplo, uma discussão com relação à origem e a forma do Planeta Terra utilizando os pensamentos de Anaximandro que acreditava no apoierón e na Terra cilíndrica ou nas ideias de Anaximenes de que a origem das coisas era o ar (BORNHEIM, 1967). Tais pensamentos podem ser discutidos com a sugestão 4 referente ao diálogo entre Dona Clotilde e Sheila sobre a situação-problema “Evolução e transformação do planeta Terra”.

A interdisciplinaridade com a Filosofia através das atividades deste guia pode ser muito interessante para o ensino investigativo que busca entre outros objetivos ensinar aos alunos fazerem ciência pensando através de situações-problemas pois a Filosofia Pré-socrática foi um marco para as discussões da origem das coisas sem a interferência da mitologia a partir do pensamento dos filósofos a partir das situações-problemas da época.

7-Conclusão

Conclui-se que novas alternativas para o desenvolvimento do processo de ensino-aprendizagem nas escolas são necessárias. O “*Guia didático: teatro, investigação e arte para aprender Evolução e Paleontologia com criatividade*” é uma boa alternativa para a prática do ensino investigativo de ciências, de Biologia abordando Evolução em diferentes aspectos de maneira

interdisciplinar com enfoque na Paleontologia-Paleobotânica interagindo com o teatro.

Conclui-se também que não basta apenas oferecer cursos de formação e atualização para que os professores brasileiros pratiquem o ensino investigativo. É preciso apresentar a eles novas alternativas de materiais pedagógicos para utilização em sala de aula, e este guia é uma destas alternativas.

Neste guia didático existem explicações para os professores de como trabalharem com o material, sugestões de atividades e a expectativa de resultado do processo de aprendizagem dos alunos.

Foi concluído que este guia didático demonstra que é possível interagir o ensino investigativo com o teatro e com dinâmicas de discussões que otimizam o aprendizado do aluno trabalhando o improviso, a autonomia, a timidez, a criatividade, a capacidade do trabalho em equipe dentre outras habilidades.

Este guia didático também demonstra que é possível trabalhar os conceitos e ideias de evolução com enfoque na Paleontologia/Paleobotânica em uma perspectiva diferente do ensino expositivo, fragmentado e conteúdista da educação tradicional. É possível trabalhar evolução de maneira lúdica e interdisciplinar envolvendo, Geociências, Geografia, Química, Física, Cosmologia dentre outras ciências.

Conclui-se também que a proposta do guia didático de trabalhar a evolução de forma não fragmentada e interdisciplinar faz com que o aluno compreenda melhor a evolução de maneira global como por exemplo, faz o aluno perceber

que a evolução geológica vai interferir na evolução biológica, assim como a evolução química culminou na evolução biológica.

E como conclusão final, o guia didático demonstra que é possível compreender a evolução dos organismos fotossintetizantes ao longo do tempo geológico através de uma abordagem da Paleobotânica simples a partir do questionamento e reflexões dos personagens. A proposta do guia didático facilita a compreensão da evolução dos organismos fotossintetizantes, enquanto a compreensão desta evolução é mais difícil no ensino expositivo.

Este guia didático com enfoque na Paleobotânica é uma alternativa para valorizar a Botânica que muitas vezes não é trabalhada nas escolas com enfoque evolutivo ao longo do tempo geológico.

8-Referências bibliográficas

Abreu, R.T.N.; Marques, D.D.A. 2020. A importância do Teatro em sala de aula. *Revista da pós-graduação*, v.6, n.1,p. 30-41.

Al-Mousaw, F.M.S.; Zamili, A.S.R. 2012. Historical relations and methodology for children's theater and theater school. *Alustath Journal for Human and Social Sciences*, v.212, p.617-646.

Almeida, F.S.; Oliveira, P.B.; Reis, D.A. 2021. A importância dos jogos didáticos no processo de ensino aprendizagem: Revisão integrativa. *Research, Society and Development*, v. 10, n.4, p.1-9.

Bergqvist, L.P.; Prestes, S.B.S. 2014. Kit paleontológico: um material didático com abordagem investigativa. *Ciência e Educação*, v. 20, n.2: 345-357.

Bornheim, G. 1967. *Os filósofos pré-socráticos*. São Paulo: Cultrix. 128p.

Cachapuz, A.F. 2014. Arte e ciência no ensino das ciências. *Interacções*, v.31, p.95-106.

Carneiro, C.D.R.; Signoretti, V.V. 2008. *Geografia*, v. 33, n. 3, p. 467-483.

Carvalho, I. S. 2010. *Paleontologia - Conceitos/Métodos*. 3. Edição, Volume 1. Rio de Janeiro: Interciência. 734p.

Chin, C.; Chia, L.G. 2005. Problem-Based Learning: Using Ill-Structured Problems in Biology Project Work. *Wiley InterScience*, v.90, p.44–67.

De Lima, D.B. 2012. O ensino investigativo e suas contribuições para a aprendizagem de Genética no ensino médio. Instituto de Biociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Monografia-Trabalho de conclusão de curso de graduação. 48p.

Delors, J. ; Al-Mufti, I.; Amagi, I.; Carneiro, R.; Chung, F.; Geremek, B.; Gorham, W.; Kornhauser, A.; Manley, M.; Quero, M.P.; Savané, M.A.; Singh, K.; Stavenhagen, R.; Suhr, M.W.; Nanzhao, Z. 1998. *Educação: um tesouro a descobrir: relatório para a UNESCO da Comissão Internacional sobre Educação para o Século XXI*. São Paulo: Unesco. 287p.

Freire, P. 2004. *Pedagogia da autonomia: saberes necessários a prática educativa*. São Paulo: Paz e Terra. 148p.

Dias, B.B.; Martins, R.M. 2018. Métodos Didáticos no Ensino da Paleontologia na Educação Básica do Brasil. *Anuário do Instituto de Geociências*, v.41, n.2, p.22-30.

Duarte, S.G.; Santos, N.M.; Bandeira, L.G.; Martins, C.M.M.R.; Pereira, M.G.; Caetano, L.C. 2019. Conhecimento prévio de Paleontologia e Geologia de ingressantes em cursos de Ciências Biológicas e Geologia de universidades do Rio de Janeiro. *Terrae didática*, v.15, p.1-12.

Duarte, S.G.; Martins, C.M.M.R.; Bandeira, L.G.; Carramillo, L.C.; Gervasio, M.P.; Wanderley, M.D. 2018. Experiência interdisciplinar na Educação básica e na formação de professores: Artes, Biologia e Geociências. *Terrae didática*, v.14, n.3, p. 245-255.

Duarte, S.G.; Arai, M.; Passos, N.Z.G.; Wanderley, M.D. 2016. Paleontologia no Ensino Básico das Escolas da Rede Estadual do Rio de Janeiro: uma Avaliação Crítica. *Anuário do Instituto de Geociências*, v.39, n.2, p.124-132.

França, L.S.S.; Silva, S.C.G.M.; Silva, R.S. 2021. Concepções de estudantes sobre o ensino de botânica em escolas estaduais de Vitória de Santo Antão-PE. *Revista Ciência em Extensão*. v.17, p121-137.

Fernández-Raga, M.; Aleksić, D.; İlkiz, A.K.; Markiewicz, M.; Streit, H. 2023. Development of a Comprehensive Process for Introducing Game-Based Learning in Higher Education for Lecturers. *Sustainability*, v.15, p.1-18.

Freire, P. 2004. *Pedagogia da autonomia: saberes necessários a prática educativa*. São Paulo: Paz e Terra. 148p.

Freire, P. 1974. *Pedagogia do oprimido*. São Paulo: Paz e Terra. 129p.

Freitas, N.M.S.; Gonçalves, T.V.O. 2018. Práticas teatrais e o ensino de Ciências: o teatro jornal na abordagem da temática do lixo. *Educar em Revista*, v.34, n.68, p.199-216.

Gabriel, A.G.P. ; Silva, J.S.; Freire, E.J. 2018. A utilização da investigação, do estudo dirigido e do estudo de texto como estratégias de ensino: um caso particular numa instituição de ensino superior (IES) no município de Alta Floresta – MT. *Pedagogia em foco*, v. 13, n. 9, p. 112-129.

Garrutti, E.A.; Santos, S.R. 2004. *Revista de Iniciação Científica da FFC*, v. 4, n. 2, p.187-197.

Grotzinger, J.; Jordan, T. 2013. *Para entender a Terra*. 6. Edição. Porto Alegre: Bookman. 738 p.

Koudela, I.D. 1984. *Jogos Teatrais*. São Paulo: Perspectiva. 151p.

Kendler, B.S.; Grove, P.A. 2004. Problem-Based Learning in the Biology Curriculum. *The American Biology Teacher*, v.66, n.5, p.348-354.

Li, M.C.; Tsai, C.C. 2013. Game-Based Learning in Science Education: A Review of Relevant Research. *Journal of Science Education and Technology*, v.22, p. 877–898.

Lück, H. 1995. *Pedagogia interdisciplinar: fundamentos teórico-metodológicos*. Petrópolis: Vozes. 92 p.

Macedo-Junior, E. B. 2021. *O Uso do Teatro para Introdução da Astronomia no ensino médio*. Programa de Pós-Graduação de Mestrado Profissional em

Ensino de Física, Universidade Federal de São Carlos, dissertação de mestrado, 147p.

Martello A.R.; Novais T.; Oleques L.C.; Leal L.A.; Rosa Á. A. S. 2015. A inserção da paleontologia no ensino fundamental em diferentes regiões do Brasil. *Terræ Didática*, v.11, n.1, p. 33-41.

Mendes, J.C. 1986. *Paleontologia básica*. 1. Edição. São Paulo: USP. 347p

Moraes, S.S.; Santos, J.F.S.; Brito, M.M.M. 2007. *Importância dada à paleontologia na educação brasileira: Uma análise dos PCN e dos livros didáticos utilizados nos colégios públicos de Salvador, Bahia*. In: Carvalho, I.S.; Cassab, R.C.T.; Schwanke, C.; Carvalho, M.A.; Fernandes, A.C.S.; Rodrigues, M.A.C.; Carvalho, M.S.S.; Arai, M.; Oliveira, M.E.Q. (eds.) *Paleontologia: Cenários de Vida*. Editora Interciência, p. 71-75.

Muhammedovna, Q. M.; Jobirovich, Y. M. ; Yulduz, N. 2023. Possibilities of using didactic games in primary grade mathematics education. *Horizon: Journal of Humanity and Artificial Intelligence*, v.2, n.4, p. 10-16.

Nazareth, C. A. 2008. O texto teatral na formação do leitor e o texto teatral como formador de plateia. *Revista Vertente Cultural Teatro Infantil*. Disponível em: < <http://vertenteculturalteatroinfantil.blogspot.com/> > Acesso em: 11 de maio de 2023.

Neves, J.P.; Campos, L.M.L.; Simões, M.G. 2008. Jogos como recurso didático para o ensino de conceitos paleontológicos básicos aos estudantes do ensino fundamental. *Terr@ Plural*, v.2, n.1, p. 103-114.

Nizer, M.W.A. 2019. *Paleontologia como ferramenta de ensino para estudantes do ensino médio*. Programa de Pós-graduação em Ensino de Biologia em Rede nacional, Universidade Federal do Paraná, dissertação de mestrado, 74 p.

Oliveira, J. R. S. 2010. Contribuições e abordagens das atividades experimentais no ensino de ciências: reunindo elementos para a prática docente. *Acta Scientiae*, v.12, n.1, p.139-153.

Pereira, A.S.; Calixto, V.S. 2019. Utilização do teatro de temática científica como forma de divulgar a ciência na educação básica. *Revista multidisciplinar de ensino, pesquisa, extensão e cultura do Instituto de aplicação Fernando Rodrigues da Silveira*. v.8, n.18, p.59-71.

Reis, A.C.A.; Santos, E.I.; Piassi, L.P.C. 2019. Teatro de bonecos: proposta lúdico investigativa na articulação de temáticas sociocientíficas na escola. *Revista de estudos sobre teatro de formas animadas*. p.105-122.

Rocha , F.M.; Santos, V.L.B. 2021. Teatro no Contexto Escolar: para uma prática investigativa, experimental e compartilhada. *Revista cena*, v.34, p.109-118.

Russo, C.A.M.; André, T. 2019. Science and Evolution. *Genetic and Molecular Biology*, v.43, n.1, p.120-124.

Sagan, C. 2017. *Cosmos*. 1. Edição. Rio de Janeiro:Companhia das letras. 488p.

Santana, R.; Duarte, E.; Lima, R. A. 2016. Jogos didáticos e o ensino por investigação. *Revista internacional de formação de professores*, v. 1, n.4, p. 80-97.

Schwanke C.; Silva M.A.J. 2010. Educação e Paleontologia. In: Carvalho I.S. (Ed.) Paleontologia. v.2. Rio de Janeiro: Interciência. p.123-130.

Silveira, A.F.; Ataíde, A.R.P.; Freire, M.L.F. 2009. Atividades lúdicas no ensino de ciências: uma adaptação metodológica através do teatro para comunicar a ciência a todos. *Educar em revista*, v.34, p.251-262.

Squire, K.; Jenkins, H. 2003. 1- Harnessing The Power of Games in Education. *Insight*, v.3, n 5, p.1-33.

Sobral, A.C.S.; Sá, D.R.; Zucon, M.H. 2010. Multimídia: conteúdos de Paleontologia na forma de CD-ROM para a Educação Básica. *Scientia Plena*, v.6, n.6, p.1-10.

Souza, V.C. 2010. Introdução: as gimnospermas do Brasil. In: FORZZA, RC., org., et al. Instituto de pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro. *Catálogo de plantas e fungos do Brasil* [online]. Rio de Janeiro: Andrea Jakobsson Estúdio: Instituto de Pesquisa Jardim Botânico do Rio de Janeiro, p. 75-77. Vol. 1. ISBN 978-85-8874-242-0. Available from Scielo Books.

Spolin, V. 2010. *Improvisação para o teatro*, Tradução: Ingrid Koudela, São Paulo: Perspectiva. 351p.

Stănescu, M.; Andronache, D.C. 2020. The Importance of Theater Pedagogy from a Student's Perspective. An Empirical Study in a German-Speaking Elementary School in Romania. *Educatia*, v.21, n.18, p. 103-112.

Taylor, T. N.; Taylor, E. L., Krings, M. 2009. *Paleobotany: The Biology and Evolution of Fossil Plants*. 2. Edição. Lodon: Elsevier, Book Aid International. 1252 p.

Thiesen, J.S. 2008. A interdisciplinaridade como um movimento articulador no processo ensino-aprendizagem. *Revista Brasileira de Educação*, v.13, n.39, p. 445-554.

Vieira, F.S.; Zucon, M.H.; Santana, W.S. 2010. Análise dos conteúdos de paleontologia nos livros didáticos de biologia e nas provas de vestibular da UFS e do ENEM. In: EDUCON Colóquio Internacional de Educação e Contemporaneidade, 4, 2010. Anais... São Cristóvão: Universidade Federal de Sergipe, p.1-10.

Watson, K.J.D. 2011. Perspective: Serious Play: Teaching Medical Skills With Improvisational Theater Techniques. *Academic Medicine*, v.86, n.10, p. 1260-1265.

Zaghloul, H. S. 2020. The Theater in the Educational Context: Elements of Strengths, Weaknesses, Opportunities and Threats. *Journal of History Culture and Art. Research*, v.9, n.2, p. 106-122.