

Unidade Curricular

Pesquisa em Química Ambiental

Material de apoio à ação
docente



**SECRETARIA DE
EDUCAÇÃO E ESPORTES**

SECRETARIA EXECUTIVA DE DESENVOLVIMENTO DA EDUCAÇÃO
GERÊNCIA GERAL DE ENSINO MÉDIO E ANOS FINAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL
GERÊNCIA DE POLÍTICAS EDUCACIONAIS DO ENSINO MÉDIO

Secretário de Educação e Esportes

Marcelo Andrade Bezerra Barros

Secretário Executivo Planejamento e Coordenação

Leonardo Ângelo de Souza Santos

Secretária Executiva do Desenvolvimento da Educação

Ana Coelho Vieira Selva

Secretária Executiva de Educação Profissional e Integral

Maria de Araújo Medeiros

Secretário Executivo de Administração e Finanças

Alamartine Ferreira de Carvalho

Secretário Executivo de Gestão da Rede

João Carlos Cintra Charamba

Secretário Executivo de Esportes

Diego Porto Perez



SECRETARIA DE EDUCAÇÃO E ESPORTES

SECRETARIA EXECUTIVA DE DESENVOLVIMENTO DA EDUCAÇÃO
GERÊNCIA GERAL DE ENSINO MÉDIO E ANOS FINAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL
GERÊNCIA DE POLÍTICAS EDUCACIONAIS DO ENSINO MÉDIO

Equipe de elaboração

Daniella Roberta Silva de Assis
Maria de Fátima de Andrade Bezerra
Rayane Lima Gomes

Equipe de coordenação

Alison Fagner de Souza e Silva
Chefe da Unidade do Ensino Médio (GEPEN/SEDE)

Ana Carolina Ferreira de Araújo
Gerente de Políticas Educacionais do Ensino Médio (GEPEN/SEDE)

Durval Paulo Gomes Júnior
Assessor Pedagógico (SEDE/SEE-PE)

Revisão

Chrystiane Carla S. N. Dias de Araújo
Rosimere Pereira de Albuquerque
Jacicleide Maria da Silva



SECRETARIA DE EDUCAÇÃO E ESPORTES

SECRETARIA EXECUTIVA DE DESENVOLVIMENTO DA EDUCAÇÃO
GERÊNCIA GERAL DE ENSINO MÉDIO E ANOS FINAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL
GERÊNCIA DE POLÍTICAS EDUCACIONAIS DO ENSINO MÉDIO

Sumário

1. Apresentação	5
2. A Química Ambiental	8
3. Os Ciclos Biogeoquímicos e a Química da Água, do Solo e do Ar	10
Orientações para realização de atividades	15
Orientações para a Avaliação	17
4. Gerenciamento dos recursos naturais e formas de prevenir os problemas ambientais	18
Orientações para realização de atividades	20
Orientações para a Avaliação	24
5. A utilização de tecnologias como recursos de combate aos problemas ambientais	25
Orientações para realização de atividades	26
Orientações para a Avaliação	29
Referencial Bibliográfico	30



I. Apresentação

Prezado/a professor/a.

A *Pesquisa em Química Ambiental* é uma Unidade Curricular (UC) presente no currículo do Novo Ensino Médio da Rede Pública Estadual de Pernambuco. Esta UC encontra-se em duas trilhas que compõem o currículo de Pernambuco. Uma é a trilha integrada das áreas de Ciências da Natureza e suas Tecnologias e Ciências Sociais e Humanas Aplicadas intitulada *Desenvolvimento Social e Sustentabilidade* e a outra é a trilha *Meio Ambiente e Sociedade* (trilha pertencente apenas a área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias). Esta Unidade Curricular é fundamentada na Portaria nº 1.432/2018 que orienta a elaboração dos Itinerários Formativos através do Referencial Curricular que norteou este documento para auxiliar o trabalho do professor na busca de estratégias que possibilitem o desenvolvimento das habilidades essenciais propostas para o 1º semestre das 2ª e 3ª séries do Ensino Médio (PERNAMBUCO, 2021), sistematizada a partir dos objetivos:

1. Analisar questões, elaborando hipóteses, previsões e estimativas sobre as variáveis que interferem nos ciclos biogeoquímicos;
2. Abordar o estudo da água, da atmosfera e do solo, com a expectativa de elaborar estratégias políticas, eticamente corretas, como forma de minimizar os problemas ambientais que afetam a saúde e o futuro do planeta e dos seus habitantes;
3. Propor e testar estratégias de mediação e intervenções individuais e/ou coletivas sobre as variáveis que interferem nos ciclos biogeoquímicos, abordando a água, a atmosfera e o solo, com a expectativa de elaborar estratégias políticas e eticamente corretas visando atenuar os problemas socioculturais e ambientais.

Em Pernambuco, a UC *Pesquisa em Química Ambiental* foi elaborada a partir da construção coletiva dos/as professores/as em Seminários Regionais e Estaduais realizados em 2020, almejando promover uma discussão acerca do desenvolvimento e do aprofundamento do assunto. Com relação aos docentes mais indicados para tratá-los de formação em Química ou Biologia.

A ementa desta Unidade Curricular se constitui em:



Análise de aspectos sobre gerenciamento dos recursos naturais, prevenção da poluição, energia, sustentabilidade, princípios da química verde, gerenciamento dos resíduos, elaborando estratégias sociais, políticas e eticamente corretas para minimizar os problemas ambientais. Implicações causadas pelos efeitos antropogênicos na química da água, do solo e da atmosfera para o aproveitamento e/ou degradação de elementos químicos através dos fatores: origem, reserva, e essencialidade nos Ciclos Biogeoquímicos. Discussão crítica sobre a utilização de tecnologias que minimizem os problemas ambientais que afetam tanto o meio ambiente quanto a saúde, com ou sem o uso de dispositivos digitais e outras linguagens e ferramentas tecnológicas.

Enquanto estratégia para materialização desses objetivos estabeleceu-se as habilidades específicas:

(EMIFCNT02PE). Analisar questões, elaborando hipóteses, previsões e estimativas sobre as variáveis que interferem nos ciclos biogeoquímicos, abordando a água, a atmosfera e o solo, com a expectativa de elaborar estratégias políticas e eticamente corretas, para minimizar os problemas ambientais que afetam a saúde e o futuro do planeta, utilizando ou não dispositivos e aplicativos digitais.

(EMIFCNT09PE) Propor e testar estratégias de mediação e intervenção individuais e/ou coletivas sobre as variáveis que interferem nos ciclos biogeoquímicos, abordando a água, a atmosfera e o solo, com a expectativa de elaborar estratégias políticas e eticamente corretas, visando atenuar os problemas socioculturais e ambientais.

Quanto às possibilidades metodológicas relativas a esta Unidade, podem encontrar, neste material de apoio à ação docente, um documento estruturado em focos pedagógicos, direcionados a propor a identificação de uma dúvida, questão ou problema ambiental no entorno da comunidade escolar com a finalidade de conhecer profundamente a realidade e discutir criticamente ações de resgate, conservação e preservação dos recursos naturais. Como também, realizar **levantamento, formulação e teste de hipóteses** que envolvam o estudo das fontes, transporte, efeitos e destinos das espécies químicas na água, solo, e ambientes aéreos,



SECRETARIA DE EDUCAÇÃO E ESPORTES

SECRETARIA EXECUTIVA DE DESENVOLVIMENTO DA EDUCAÇÃO
GERÊNCIA GERAL DE ENSINO MÉDIO E ANOS FINAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL
GERÊNCIA DE POLÍTICAS EDUCACIONAIS DO ENSINO MÉDIO

bem como a influência da atividade humana sobre esses processos. Como foco também é fundamental a **comunicação de conclusões**/considerações **com a utilização de diferentes linguagens** e mídias, empregando tecnologias e dispositivos digitais ou não, para mediar debates científicos sobre temáticas correlatas à química ambiental para alcançar e mobilizar principalmente a comunidade escolar.

Entendemos que o processo para superar a consciência ingênua (FREIRE, 2006) a respeito de problemas ambientais é lento e gradual. Segundo Torres (2010), algumas classificações situadas no campo da chamada linha crítica de educação ambiental, a partir de fundamentos da vertente educacional freireano, sinaliza o uso recorrente de expressões freireanas em obras da educação ambiental, tais como problematizadora, emancipadora e crítico-transformadora. Logo, também é *foco pedagógico* deste material de apoio, a **superação de situações de estranheza, resistência, conflitos interculturais, dentre outros possíveis obstáculos** que permeiam questões como poluição, resíduos, consumismo, degradação ambiental, entre outros, que afastam os jovens de se sensibilizarem com estes problemas cotidianos e buscarem socialmente respostas do poder público.

Diante da discussão apresentada, esse material de apoio não pretende ser exclusivo ao desenvolvimento dessa Unidade Curricular, porém pretende trazer uma compilação de conceitos, elementos fundamentais e práticas pedagógicas para subsidiar o trabalho do/a professor/a. Este/a deve tecer seus planejamentos de forma autônoma e crítica, fomentado nos documentos orientadores, nas suas experiências enquanto professor/a-pesquisador/a e outras fontes de estudos que acharem pertinentes.



2. A Química Ambiental

Nos últimos dias, estamos vivenciando uma era de mudanças, tanto no âmbito social, como econômico, tecnológico e ambiental. De uma forma geral, nem todas essas mudanças foram de caráter positivo para a sociedade, pois muitas vezes o progresso trouxe consigo degradação da vida humana e do meio ambiente, dos valores sociais e individuais. Diante dessa problemática a preocupação de garantir melhor qualidade de vida para nossa geração e para o futuro da humanidade está contemplada nas orientações curriculares para as escolas bem como é tratada pela Base Nacional Comum Curricular (BNCC).

A “química do meio ambiente” não é um tema novo, alguns documentos antigos, como o artigo “Nature 1872”, já apresentava uma minuciosa análise da qualidade do ar nas cidades inglesas de Londres e Manchester.

No Brasil, a 8ª Constituição já trazia um capítulo destinado ao meio ambiente, onde dentre outras atividades temos a preocupação de “promover a educação ambiental em todos os níveis de ensino e a conscientização pública para a preservação do meio ambiente”. Porém, até o início dos anos de 1980, as pesquisas nessa área se dedicavam ao estudo da poluição ambiental com foco voltado, principalmente, ao monitoramento das espécies químicas consideradas poluentes em um dos três compartimentos ambientais: atmosfera, litosfera e hidrosfera (ANDRADE, 1992).

Atualmente, as pesquisas na área de Química Ambiental estão voltadas a elucidar os processos químicos no meio ambiente e, geralmente, envolvem estudos dos processos químicos que controlam os mecanismos de transporte e a reatividade de substâncias que podem prejudicar o meio ambiente sendo, portanto, definida por Anastas e Kirchhoff (2002, p.686) como a invenção, desenvolvimento e aplicação de produtos e processos químicos para reduzir e/ou eliminar o uso e a geração de substâncias perigosas.



SECRETARIA DE EDUCAÇÃO E ESPORTES

SECRETARIA EXECUTIVA DE DESENVOLVIMENTO DA EDUCAÇÃO
GERÊNCIA GERAL DE ENSINO MÉDIO E ANOS FINAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL
GERÊNCIA DE POLÍTICAS EDUCACIONAIS DO ENSINO MÉDIO

Embora se tratando de assunto que abrange múltiplas áreas, frente às constantes mudanças, o tema tornou-se recorrente, desafiador e desperta o interesse de muitas áreas, incluindo as Ciências da Natureza e suas Tecnologias. Manahan (2013) define a Química Ambiental como sendo a ciência que “estuda as fontes, as reações, o transporte, os efeitos e o destino de espécies na hidrosfera, na atmosfera, na geosfera, na biosfera e na antroposfera, além dos efeitos das atividades humanas”. Ainda sobre o papel da Química Ambiental, Mozeto e Jardim (2002) a reconhecem como sendo “o maior e mais natural exemplo da intermultidisciplinaridade da Química como ciência exata” envolvendo assim, além da própria Química, a Biologia, a Geologia, a Ecologia e as Engenharias que atuam na área sanitária, logo é profícuo discorrer sobre o tema.

Com o intuito de “estudar as fontes, as reações, o transporte, os efeitos e o destino de espécies na hidrosfera, na atmosfera, na geosfera, na biosfera e na antroposfera, além dos efeitos das atividades humanas” podemos dizer que a Química Ambiental não é a divisão da química que faz o monitoramento ambiental, mas, sim, desvendar os mecanismos que definem e controlam a concentração das espécies químicas que serão monitoradas.

Para os processos de ensino, elaboração de projetos e aplicação da Química Ambiental de forma sistêmica, vamos começar falando sobre os Ciclos Biogeoquímicos e o Ciclo da Água.



Olá professores! Para melhorar a qualidade dos materiais ofertados a você e dinamizar ainda mais os seus estudos, vamos disponibilizar materiais que possuem o código QR Code, que é um código que permite que você acesse um conteúdo interativo relacionado ao tema que você está estudando. Para utilizar essa ferramenta, acesse as lojas de aplicativos e baixe um leitor de QR Code. Depois, é só aproveitar mais essa facilidade para aprimorar seus estudos!



3. Os Ciclos Biogeoquímicos e a Química da Água, do Solo e do Ar

Podemos considerar a Terra como um imenso sistema fechado que, de forma dinâmica sob os mais variados aspectos encontra-se em uma constante e permanente transformação. De acordo com Lopes e Rosso (2010, p. 95) os seres vivos mantêm uma constante troca de matéria, logo, todos os elementos químicos, tendem a circular na biosfera em caminhos característicos que vão do ambiente para os organismos e vice-versa. Pensando nessa dinâmica, de interdependência, os ciclos biogeoquímicos são os processos que garantem a circulação dos elementos entre os seres vivos e os reservatórios de matéria inorgânica.



Ao longo da nossa discussão daremos ênfase a dois importantes ciclos biogeoquímicos, o ciclo do carbono e o ciclo do nitrogênio, e o ciclo da água.

Ciclo da Água

O nosso planeta é composto em sua maior parte por água. Sendo também a molécula inorgânica mais abundante dos seres vivos, a água contribui ainda para o transporte de outras substâncias dentro dos organismos e dos ecossistemas. Esse importante ciclo tem início com a evaporação principalmente das águas dos oceanos, lagos, reservatórios, rios e riachos, e se completa na

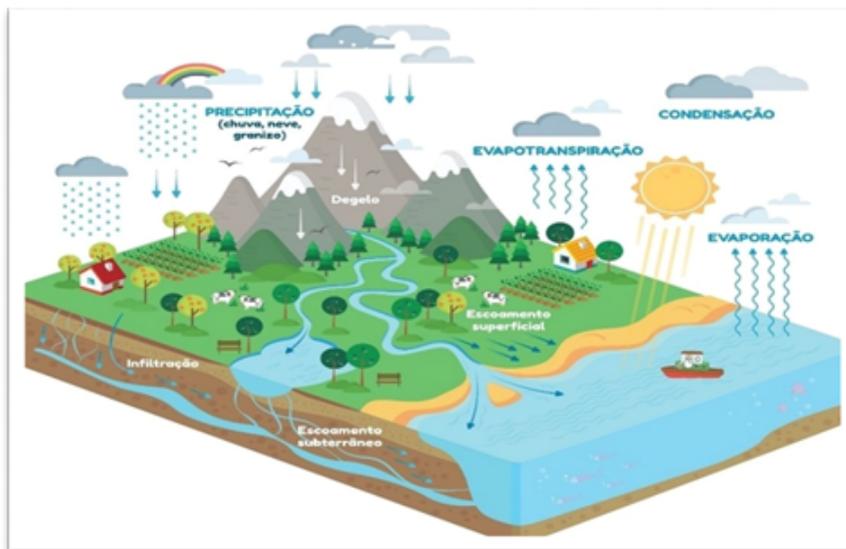


Figura 1. Ciclo da água. Fonte <https://www.epal.pt/EPAL/images/default-source/Educa%C3%A7%C3%A3o-Ambiental/ciclo-natural-da-agua7eb5046438176eda8323ff0000dd9d2a.jpg?sfrsrn=0>



atmosfera (Figura 1) com a condensação e precipitação na forma de chuva sobre a superfície do planeta podendo se infiltrar no solo e/ou reintegrar aos reservatórios na natureza.

Sendo um recurso fundamental para a manutenção da vida no planeta, estudar a água, sob os mais diversos aspectos, é falar sobre a sobrevivência das espécies, da conservação e do equilíbrio da biodiversidade e das relações de dependência entre seres vivos e ambientes naturais. Sob os pontos de vista, apresentados e considerando a importância do tema, faz-se necessário compreender um pouco mais sobre esse importante recurso.

Ao longo da História a água possui um papel fundamental no desenvolvimento das civilizações, em especial por estar associada à produção dos alimentos. Porém, por tratar-se de um recurso finito, ao longo do tempo a escassez desse recurso tem sido uma preocupação recorrente e segundo Colavitti (2008), atualmente a escassez de água potável afeta uma em cada seis pessoas no mundo, e as doenças relacionadas à água de má qualidade estão entre as principais causas de mortes.

Pesquisas apontam que cerca de $\frac{3}{4}$ de todo o planeta está coberto por água, principalmente aquela proveniente dos oceanos que circundam os continentes. Porém, nem toda água que vemos está disponível para uso, o volume maior registrado corresponde à água do mar, que é salgada e, portanto, inapropriada para utilização na alimentação ou higiene. Logo, qualquer degradação no ambiente causará desequilíbrios nos cursos d'água, trazendo consequências na disponibilidade, no equilíbrio dos ecossistemas, na manutenção da produção e na saúde da população (proliferação de doenças e vetores).



Dados da Organização das Nações Unidas para Educação, Ciência e Cultura (UNESCO) relatam que o Brasil possui 6,2 bilhões de m³ de água doce, cerca de 17% do total disponível no planeta. Com dimensões continentais, essa água do país não se encontra distribuída uniformemente em todas as regiões por apresentar um regime de chuvas diferenciadas.



Como principais problemas nos recursos hídricos no país, destacamos os relacionados à preservação e manejo que tem como grandes responsáveis pela degradação os efluentes industriais, domésticos e os resultantes da atividade agrícola. Restando ao Brasil enfrentar esses obstáculos criando estratégias que, para Grassi (2001) estão ligadas primeiro a redução das fontes contaminantes e segundo ao tratamento dos resíduos gerados de forma a solucionar ou transformar em uma forma menos nociva ao meio ambiente de uma forma geral.

Ciclo do Carbono

O carbono é o elemento químico fundamental, segundo César, Sezar e Caldini (2010) todas as moléculas orgânicas dos seres vivos têm átomos de carbono em sua composição e, por esse motivo, é de suma importância para os seres vivos. Como podemos observar na Figura 2, o carbono é fixado pelos vegetais através do processo da fotossíntese, cujos produtos finais são moléculas de oxigênio e de glicose. A devolução do carbono ao meio ambiente ocorre através do processo de respiração, ou pelos processos de decomposição da matéria orgânica, realizada pelos seres decompositores das cadeias alimentares.

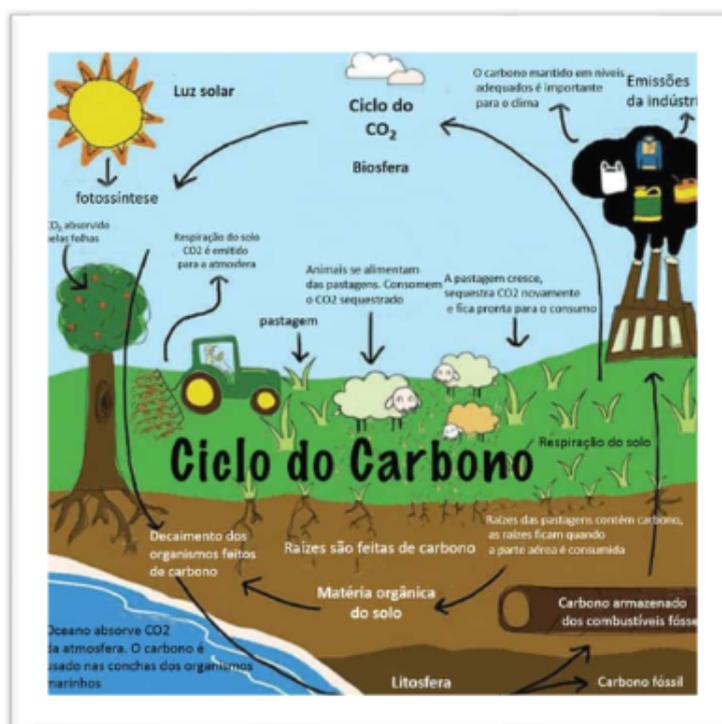


Figura 2. Ciclo do Carbono.

Fonte: <https://www.grupoescolar.com/a/b/ciclo-do-carbono-25.jpg>

O maior reservatório de carbono encontra-se nas rochas sedimentares formadas há milhões de anos. As reservas de petróleo e gás natural possuem grande quantidade de carbono aprisionado que o ser humano vem utilizando como combustível, fato que libera muito gás carbônico na atmosfera, que acaba não sendo absorvido pelo ciclo. Grande parte desse gás acaba dissolvida nos oceanos, porém uma outra parte significativa permanece na atmosfera e



acaba contribuindo para o aumento do efeito estufa e isso tem como consequência o aumento da temperatura média do nosso planeta, o chamado aquecimento global.

Ciclo do Nitrogênio

O nitrogênio é o elemento que constitui cerca de 78% do ar atmosférico. Em todos os tecidos vivos, esse elemento é parte integrante e indispensável de todas as enzimas e demais proteínas e da molécula que define a vida, o DNA.

Constituindo 78% do ar atmosférico, esse reservatório, no entanto, contém o nitrogênio em seu estado mais inerte, o

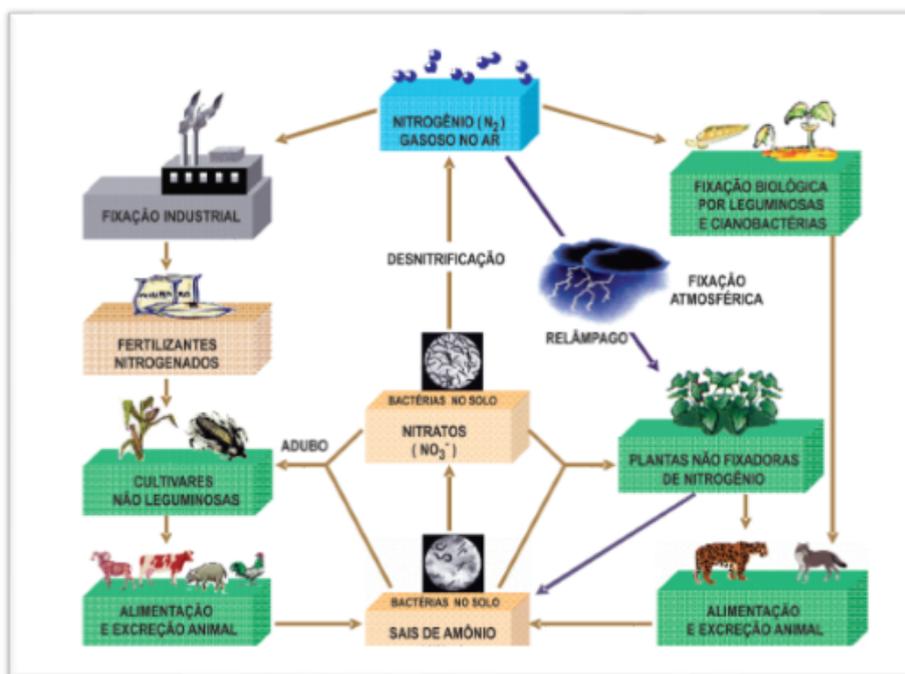


Figura 3: O ciclo global do Nitrogênio.

Fonte: http://qnesc.sbq.org.br/online/cadernos/05/quimica_da_atmosfera.pdf

gás nitrogênio. Para que esse elemento possa ser utilizado pelos organismos tem que ser transformado em moléculas mais reativas, por exemplo, a amônia, amônio ou nitrato, através de fixação ou de disponibilização de nitrogênio.

O ciclo do nitrogênio, ilustrado na Figura 3, é um dos mais importantes e complexos dos ciclos globais. Este ciclo descreve um processo dinâmico de intercâmbio de nitrogênio entre a atmosfera, a matéria orgânica e compostos inorgânicos.



Química do Solo

O solo é um recurso natural vital, que forma uma delgada camada na superfície terrestre, componente essencial do ecossistema terrestre, uma vez que sem o solo não seria possível imaginar como a maioria das plantas poderiam existir. Para Rickleffs (2001) o solo é um material alterado química e biologicamente, constituído de uma mistura de minerais derivados da rocha matriz, minerais modificados no próprio solo, matéria orgânica produzida pelas plantas, raízes vivas de plantas, ar e água dentro dos poros, micro-organismos, vermes e artrópodes.

O solo como conhecemos hoje é resultado do intemperismo, que consiste nas transformações físicas e químicas, que ocorreram ao longo dos tempos, em um material rochoso. Este processo ocorre quando a água que penetra em fissuras da rocha, congela e derrete, de forma repentina, resultando na quebra da rocha o que a expõe à ação química, devido à dissolução, pela água, de sais minerais da própria rocha (CAPECHE, 2010).

Sendo a base de sustentação de toda vida na Terra, ocupado desde épocas muito remotas, o solo é utilizado para agricultura, pecuária, ocupação para moradia e complexos industriais. Infelizmente esse recurso também tem sido local para depósito de resíduos e dejetos, alguns tóxicos, resultantes das crescentes atividades humanas. A perturbação antrópica tem provocado inquietação dos pesquisadores, uma vez que tende a causar mais perdas do que ganhos de carbono, acarretando perda da qualidade do solo ao longo do tempo (BARETTA *et al.*, 2005).

Para Rickleffs (2001), perturbações como o desmatamento, por exemplo, altera a estrutura do solo e o expõe ao lixiviamento e à luz solar. Outras ações como poluição dos recursos hídricos superficiais, uso irregular de substâncias destinadas ao controle de pragas, contaminação cumulativa de organomercúrios, organoclorados e organofosforados, poderiam comprometer a ciclagem dos nutrientes e o fluxo de energia do solo o que poderia resultar em evidentes prejuízos à saúde de animais e humanos.

Ainda falando sobre a contaminação do solo, os metais pesados como mercúrio, arsênico, chumbo, cobre, níquel, zinco, entre outros que são tóxicos, ao entrar no ambiente como refugos de mineração e da fundição de metais, rejeitos de processos de manufaturados,



fungicidas, e queima de gasolina com chumbo ou eliminados na atmosfera pelas fundições, retornam para a superfície e se depositam, reduzindo a população de minhocas, musgos, líquens e fungos do solo (RICKLEFFS, 2001).

Assim como a água, o solo é um importante recurso natural para preservação da vida no planeta. Logo, existe a necessidade de adotar algumas atitudes para conservar e evitar a contaminação do solo. Essas técnicas vegetativas de conservação visam aumentar a resistência do solo ou diminuir as forças erosivas pelo aumento da cobertura vegetal do solo e incorporação de resíduos, proteger contra as gotas de chuva e diminuir a velocidade de escoamento das enxurradas. Outras técnicas estão atreladas ao florestamento e reflorestamento em topos de morros, margens de rios e lagos, terrenos acidentados e recuperação de áreas degradadas, plantas de cobertura, cultivo em faixas, alternância de capinas, cobertura morta, faixas de bordadura e quebra-ventos.

Orientações para realização de atividades

Atividades relacionadas à Química Ambiental têm como objetivo provocar nos estudantes o interesse pela busca de uma consciência ambiental. Neste sentido, é necessário instigá-los a analisar a temática, seja por meio de uma dúvida ou pela problematização do entendimento de senso comum a respeito do meio ambiente.

Dessa forma, ao conduzir o processo de aprendizagem acerca da temática, educadores/as poderão apresentar alguns questionamentos/problemas relacionados ao cotidiano das juventudes, estimulando os/as estudantes a pensarem nas causas e possíveis soluções para tais questões.

Como exemplo, a elaboração, com os estudantes, de um registro com dúvidas, questionamentos e curiosidades a respeito do tema. Em seguida, pode-se apresentar uma situação-problema, mobilizando-os como nas etapas sugeridas posteriormente.



- **Etapa 1.** Conhecendo o solo e preparando a coleta das amostras

Como sugestão os estudantes poderão ser orientados a buscar informações sobre o solo com leitura de livros, vídeos e outras fontes de investigação como forma de se aprofundar sobre os contaminantes do solo. Ou ainda pode ser criada uma linha temporal como forma de avaliar a situação ambiental em épocas passadas e como tem sido tratada a questão ambiental atualmente.

Sugestão de livros:

Primavera Silenciosa – Rachel Carson (reed. 2010);

Futuro Roubado – Colborn *et al.* (1997)

- **Etapa 2.** Pode-se definir alguns pontos de coleta de solo, estabelecer um estudo de como são realizados os procedimentos de campo e construção de instrumentos para a coleta.
- **Etapa 3.** Nessa etapa poderia ser organizada uma atividade externa para observações e coleta das amostras de solo. Na sequência seria viável organizar análises das amostras coletadas e realizar o plantio de sementes de feijão em diferentes tipos de solo como forma de avaliar a influência de diferentes tipos de solo sobre o crescimento vegetal. Acompanhar o crescimento das plantas de feijão. Discutir as condições de germinação e de crescimento dos feijões. Discutir os resultados obtidos, comparando entre os colegas. Que diferenças e semelhanças você vê entre seus resultados e o dos colegas? Houve diferença no crescimento do feijão nas amostras? Em qual montagem o feijão teve melhor crescimento? Por quê?
- **Etapa 4.** Como parte experimental, uma sugestão é organizar uma demonstração de como ocorre a erosão hídrica do solo, discutindo os fatores que causam a erosão, os efeitos da erosão do solo e algumas práticas de controle e combate e sua importância para as atividades agrossilvipastoris, montado previamente um





experimento, simular o efeito da chuva sobre um ambiente sem cobertura vegetal e outro com cobertura vegetal, utilizando-se para isso o regador, para representar a chuva. Assim, os alunos podem observar a perda de solo nos dois ambientes. É possível ainda explicar a importância da preservação da mata ciliar e as consequências da perda da mesma, como o assoreamento dos cursos d'água decorrentes do desmoronamento de encostas e das perdas de solos em virtude do uso não sustentável na agricultura (como a compactação dos solos e o desmatamento das margens dos rios).

- **Etapa 5.** Como forma de estimular a criatividade dos estudantes, seria possível proporcionar um momento onde os estudantes iriam retratar todo o processo criando pinturas que teriam como principal matéria prima amostras de solos com cores diferentes.
- **Etapa 6.** Síntese e interpretação dos resultados e preparo para apresentação no Congresso da classe.



Orientações para a Avaliação

Ao longo da abordagem do desenvolvimento de um projeto acordado entre estudantes e professor(a), sugere-se a inclusão dos resultados das tarefas entre os elementos de avaliação. Outra possibilidade seria solicitar aos estudantes que preparem relatórios sobre o que fizeram em cada uma das etapas, incluindo as informações relevantes que compilaram e as figuras capturadas das fontes. Importa instruí-los a citarem as fontes, tanto do texto quanto das imagens. Como forma de avaliação individual, pode-se utilizar a apresentação em um *Congresso de Classe* e/ou a criação de um vídeo final, avaliando se o conteúdo está adequado, se os estudantes dominam o que estão apresentando e se o material cumpre com o objetivo proposto.



4. Gerenciamento dos recursos naturais e formas de prevenir os problemas ambientais

A Gestão de Recursos Naturais (GRN) é o conjunto de medidas direcionadas a regular a utilização, o controle e a proteção dos recursos naturais. Essa necessidade, da criação de um órgão com fins de proteger os recursos naturais, surgiu por volta das décadas de 60 e 70, resultados de debates científicos e políticos acerca da preocupação dentre outros, quanto às questões ambientais e ao uso desordenado e devastador dos recursos naturais (CARVALHO; CURI; LIRA, 2013, p. 31; LACERDA; CÂNDIDO, 2013, p. 13).

Mas não podemos falar do gerenciamento sem compreender o que são recursos naturais. Para Brito (2006, p. 73), “recursos são elementos de que o homem se vale para satisfazer suas necessidades”, sob essa perspectiva podemos inferir que os recursos naturais são aqueles que se originam sem qualquer intervenção humana. Ainda sobre a definição de recursos naturais, para Fonseca (1992 apud SENHORAS; MOREIRA; VITTE, 2009, p. 3), associada às ideias apresentadas, ainda podemos adicionar a classificação dos recursos renováveis e não renováveis, em função de suas capacidades ou não de esgotamento.

Enquanto a Lei n. 6.938/81, que dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, embora não defina de maneira direta, levanta outra concepção de recursos, a dos recursos ambientais, tais classificações ainda que pertencendo à mesma categoria, versam a respeito de diferentes aspectos, visto que de acordo com a Lei, os recursos ambientais tratam-se da atmosfera, das águas interiores, superficiais e subterrâneas, do mar territorial, do solo, do subsolo, dos elementos da biosfera, da fauna e da flora.

Nesse contexto, Fiorillo (2017) constrói um contraponto estabelecendo outro conceito, dentro da mesma dimensão, o de bem ambiental, que segundo o autor pode ser definido como um bem com característica constitucional mais relevante, por ter um caráter primordial e indispensável na promoção da qualidade de vida, sendo de uso comum à toda a sociedade, assim, pode ser desfrutado por todo e qualquer cidadão, desde que este respeite os limites constitucionais.



Tomando por base as ideias acima, e todo o processo histórico de trabalho humano que resultou nas mudanças no modo de vida das sociedades e nas transformações das paisagens, podemos inferir que o ser humano, portanto, não é tido como integrante do meio ambiente sendo assim, o mesmo é tido apenas como um agente externo de intervenção. Tanto que, de acordo com Gonçalves (1998), a definição de natureza não é natural, uma vez que trata-se de uma criação humana, ou seja, não passa de uma construção social e que, sendo assim, toda sociedade tem sua própria noção de natureza, fundamentada em sua cultura, seus princípios, dentre outros aspectos.

Por outro lado, existe o reconhecimento da correlação entre qualidade do meio ambiente e a qualidade de vida, como também se relata, estratégias adotadas com o intuito de minimizar os impactos decorrentes do utilitarismo imbuído nos métodos predatórios de apropriação.

Verifica-se entre os principais impactos a poluição ambiental, fenômeno que entre as características estão a produção de resíduos, ligados intrinsecamente ao desenvolvimento do ser humano e à vida, e a capacidade finita desses recursos de autodepuração, limitada no tempo e no espaço. O que leva o professor, diante da problemática, a pensar também nas formas de como prevenir a poluição e os impactos no meio ambiente e conseqüentemente na qualidade de vida..

Não há um consenso sobre o conceito de poluição, nem há divulgação correta do mesmo na esfera da população. Ao fazer um levantamento bibliográfico acerca do mesmo, para alguns autores poluição é a modificação prejudicial em um ambiente onde se encontra instalada uma forma de vida qualquer; para outros, essa forma de vida tem de ser o homem, e outros mais a entendem como alteração ecológica nociva, direta ou indiretamente, à higidez humana (BRANCO; ROCHA, 1987; MARGULIS, 1990).



Apesar dos problemas ambientais da contemporaneidade não se restringirem à poluição, sanar e/ou controlar problemas desta espécie, segundo Leal (2002), é uma constante



preocupação no tempo presente. Muitas pesquisas, constantemente apresentadas em revistas científicas, trazem entre os assuntos em destaque análises e ferramentas desenvolvidas para detectar contaminação no ar, na água, no solo, e em vegetais, animais e seres humanos; procedimentos de execução e tecnologias de contenção para minimizar os efeitos de poluentes; e técnicas, ferramentas e conhecimentos para o tratamento de resíduos líquidos e sólidos, para a despoluição e para a descontaminação do ar, do solo e da água.

Sob os aspectos apresentados prevenir, portanto, diz respeito a adotar medidas que tratem da poluição antes mesmo dela existir, o que, conseqüentemente, implicaria na redução de riscos tanto à qualidade de vida da população, quanto à preservação da natureza (LEAL, 2002).

Neste sentido, a Química Verde vem ganhando um importante papel, o de compreender as relações entre o conhecimento científico/químico e a problemática ambiental como forma de minimizar o uso de solventes orgânicos, a fim de evitar a sua emissão para a atmosfera; substituir reagentes e catalisadores perigosos e/ou tóxicos; substituir pesticidas e/ou agrotóxicos de alto impacto ambiental geralmente utilizados na agricultura; valorizar reservas de matérias primas renováveis e fontes alternativas de energia; e biotecnologias (LEAL, 2002).



Orientações para realização de atividades

Seguindo as pegadas da sustentabilidade – Fontes de Energia Sustentáveis

Regularmente, entramos em contato com muitas informações, veiculadas por diferentes meios de comunicação, acerca do impacto das ações humanas sobre o meio ambiente. Logo, aliar temas socioambientais aos conteúdos das disciplinas implica em promover discussões sobre a inserção destes temas na sociedade, discutindo, ainda, as possibilidades produzidas pela



ciência e pela tecnologia para a melhoria da qualidade de vida, decerto, contribuindo para o desenvolvimento de uma apreensão mais crítica da realidade.

No ambiente escolar não é diferente, ao discutir temas socioambientais em sala de aula, o professor estará aproximando o currículo escolar do contexto dos educandos, contribuindo para a formação de cidadãos conscientes. De acordo com Figueiredo; Almeida e César (2004), são as práticas em sala de aula que vão influenciar as perspectivas que os alunos têm, não só sobre o mundo, mas também acerca das questões relacionadas à sustentabilidade e à ciência. Para isso, é necessário o desenvolvimento de metodologias que promovam a discussão, o confronto com as concepções e a reflexão sobre as questões em discussão, na perspectiva de adotarmos uma abordagem eficaz acerca dos assuntos relacionados às questões socioambientais.

Tomando por exemplo o instrumento “Pegada Ecológica”, que consiste basicamente em um instrumento que visa medir o índice de sustentabilidade e o impacto do homem sobre a Terra, o professor pode adaptar seus planejamentos e direcionar suas ações, como por exemplo:

Etapa 1. Como forma introduzir o conteúdo e estimular a curiosidade dos estudantes poderia se propor encenar a reunião das conferências mundiais sobre meio ambiente, lançando questionamentos como:

- Qual o conceito de sustentabilidade e qual o contexto em que ele foi proposto?
- Quais conferências internacionais foram organizadas para discutir o meio ambiente e o desenvolvimento sustentável? O que foi estabelecido nessas conferências?
- Quais os esforços internacionais desenvolvidos nessas conferências e de que forma produziram resultados positivos para os impactos das atividades humanas sobre o meio ambiente? Quais foram esses resultados?
- O que seria energia, quais situações cotidianas nos fazem pensar nesse conceito, apresentando exemplos relacionados à transformação de um tipo de energia em outro (exemplo: televisão – transformação de energia elétrica em energia luminosa e sonora), como as fontes de energia se encontram no cenário ambiental?



Como sugestão para um segundo momento, fazer uso de recursos visuais como simuladores e/ou vídeos como forma de exemplificar tipos e transformações de energia;

Sugestão de simulador:

https://phet.colorado.edu/sims/html/energy-forms-and-changes/latest/energy-forms-and-changes_pt_BR.html)

- Após essa análise das simulações, seria interessante abrir um momento para questionamentos relacionados às simulações apresentadas. Encaminhando para que na próxima aula, os alunos que acessem o simulador e analisem todas as possibilidades, façam uma ligação entre os tipos de energias utilizadas (geradoras) e o tipo de energia que se obtém ao final de cada processo e realizar uma pesquisa sobre quais são os tipos de energia mais utilizados atualmente.

É importante sugerir que os estudantes organizem um registro com as principais informações levantadas durante a utilização dos recursos considerando os questionamentos que foram levantados na aula;

Etapa 2. Considerando que os alunos realizaram seus levantamentos bibliográficos, seria viável abrir um momento para socializar o que conseguiram e problematizar o estudo sobre as energias sustentáveis, partindo de alguns questionamentos: O que vocês acham da matriz energética mundial? Quais os problemas que essas fontes de energia mais utilizadas podem causar ao meio ambiente e ao ser humano?

Na sequência das atividades propostas, exibir um vídeo sobre energias renováveis e, após assistir ao vídeo, discutir o que viria a ser energia sustentável;

Sugestão de vídeo: o episódio *Energias Renováveis do Programa Biosfera* da Fundação José de Paiva Netto, (link de acesso: https://www.youtube.com/watch?v=A0bPm_VI_JM);

Como proposta para encerrar essa etapa e já apontar o caminho para as próximas, realizar uma divisão da turma e solicitar que cada grupo pesquise sobre um tipo de energia sustentável: eólica, hidroelétrica, biomassa e solar; na pesquisa devem abordar como ocorre a



transformação de cada um desses tipos de energia em energia elétrica, bem como os prós e contras de sua utilização sob os pontos de vista biológico, social, econômico e cultural.

Etapa 3. Considerando o que foi vivenciado até o momento pelos alunos que realizaram a pesquisa solicitada anteriormente, é interessante orientar um debate coletivo sobre o processo de transformação das principais fontes de energia sustentáveis em energia elétrica.

- Informe à turma que agora chegou o momento de eles defenderem suas opiniões em um Júri Simulado, onde terão que organizar com o advogado de defesa, de acusação e as testemunhas como será a implementação de energias sustentáveis como fundamento da matriz energética mundial; deverá ser informado aos estudantes que os argumentos levantados terão que considerar os aspectos biológicos, sociais, econômicos e culturais para a adoção ou não de fontes de energia sustentáveis; sendo o professor o mediador da atividade, ao final será informado ao grupo que não há vencedor nesse debate, a intenção é avaliar os alunos quanto aos conhecimentos adquiridos, pensamento crítico e capacidade de argumentação.

Etapa 4. Nas etapas anteriores do projeto, o foco foram as questões mais gerais e globais para as quais os estudantes acreditavam não se fazer uma reflexão sobre suas próprias ações em relação ao uso indevido de energia, os impactos ambientais e a sustentabilidade. Para incorporar tais reflexões, nesta etapa os estudantes devem avaliar os impactos dos seus hábitos de vida e o consumo desregrado de energia no ambiente, listando o que observam no ambiente escolar, que poderiam ser modificados para economizar energia. Após a observação cada ação relatada deve ficar a cargo de pelo menos um grupo, o qual deve pesquisar as tecnologias sustentáveis que podem ser aplicadas para diminuir impactos. Depois desse levantamento, o grupo deve escolher a tecnologia que seria mais viável e bem-sucedida para ser implementada na escola. Em seguida, devem fazer um estudo mais detalhado sobre ela e elaborar um manual ilustrado mostrando passo a passo de que modo a tecnologia escolhida pode ser implementada. Caso haja disponibilidade de equipamento audiovisual, os estudantes devem também gravar um tutorial com a mesma finalidade do manual.



Com o fechamento do projeto, os estudantes devem organizar, com a ajuda dos professores, um evento no qual oferecerão à comunidade escolar e do seu entorno oficinas relacionadas ao material produzido desde os levantamentos bibliográficos apresentados anteriormente até as propostas de tecnologias sociais sustentáveis. O modo como cada atividade realizada será transformada em uma oficina participativa deve ser definido coletivamente pelos estudantes, considerando as sugestões feitas pelos professores. Devem ser criadas comissões específicas para organização, divulgação e execução do evento a fim de que os estudantes possam desenvolver a autonomia e autogestão durante o planejamento e desenvolvimento do evento. É muito importante combinar todo o desenvolvimento do evento com a gestão da escola e discutir a viabilidade das propostas, bem como fazer adaptações, quando necessário, por questões de logística, de disponibilidade de equipamentos e materiais, etc.

Orientações para a Avaliação

A avaliação de aprendizagem dos estudantes, deve se valer tanto de instrumentos de avaliação formativa, a fim de identificarem dificuldades e avanços dos estudantes, bem como de avaliação formadora, ou seja, na qual os próprios estudantes percebam seu desenvolvimento.

Para o primeiro caso, como sugestão, poderiam ser solicitados relatórios das pesquisas e das outras atividades realizadas ao longo do projeto. Por sua vez, questionários auto avaliativos para serem respondidos individualmente e em grupo podem ser utilizados como instrumentos para avaliação formadora. Para facilitar a avaliação processual requerida quando se trabalha com a metodologia de projetos, pode ser elaborada uma matriz para correlacionar as habilidades e competências específicas pretendidas em cada atividade com os indicadores de aquisição da mesma, criando assim uma planilha única onde podem identificar, por exemplo, estudantes que precisam de atenção especial e temas em que a classe teve maiores dificuldades.



5. A utilização de tecnologias como recursos de combate aos problemas ambientais

Ao longo da história da humanidade a necessidade do homem de satisfazer suas necessidades e desejos aumenta sua capacidade de intervir na natureza. Esse fato também gerou conflitos e tensões quanto ao uso do espaço e dos recursos. Que se intensificaram nos últimos séculos, tendo como base a industrialização, com a forma de produção e organização do trabalho, a mecanização da agricultura, o uso intenso de agrotóxicos e a concentração populacional nas cidades.

Essas mudanças provocaram uma inquietação da sociedade sobre os desafios enfrentados quando se procura direcionar as ações para a melhoria das condições de vida no mundo que, entre os muitos temas que ocasionam essa preocupação, destaca-se as mudanças de atitudes em relação à interação humana com o meio ambiente.

No que se refere a educação, grandes são os desafios, no ensino básico a discussão tem como foco o despertar nos estudantes da sensibilização para os impactos das ações humanas sobre o meio ambiente e como os mesmos podem impactar a preservação da vida no planeta. Já na academia, entre os diversos rumos sobre o tema, o debate sobre tecnologia, inovação, sustentabilidade e meio ambiente se intensificaram e se tornaram mais complexos.

Diante da discussão apresentada surgem algumas indagações, tais como: “ A quais tecnologias presentes no nosso dia-a-dia precisamos nos adequar para obter um efeito positivo para a sociedade e para o meio ambiente? ” “ A sustentabilidade deve ser compreendida apenas como mudanças de hábitos e atitudes em relação ao meio ambiente?” “Como poderíamos pensar um modelo de gestão, onde há implantação e implementação de novas tecnologias e de novas ideias capazes de criar alternativas eficientes que irão sustentar o planeta futuramente?”

Partindo destes pontos e de que, neste momento, os alunos já estão familiarizados com os recursos tecnológicos atuais e com o tema apresentado, cabe propor atividades que incentivem os estudantes a pensar que e como a tecnologia pode ajudar no fator sustentabilidade. Quais recursos podem ser utilizados e de que maneira? Contribuindo assim



para a formação de uma geração que se preocupa com a escassez dos recursos naturais, incorpora ao seu perfil atitudes de preservação e consciência de que as gerações futuras irão sofrer com a falta destes recursos.

Orientações para realização de atividades

1ª Etapa. Problematização inicial

Pensando no objetivo do momento, estudar o conteúdo com as situações reais que os estudantes conhecem e vivenciam, mas que, por algum motivo, não conseguem interpretá-la completamente porque não dispõem de conhecimentos científicos suficientes para elucidar o fato, uma ferramenta seria apresentar uma seleção de fatos ambientais, retratados por ilustrações sem títulos, que ocorreriam na região onde residem e como forma de sondar o conhecimento dos estudantes solicitar que descrevam: os aspectos mais marcantes da imagem (cor, paisagem, seres vivos etc...); que sensações ou sentimentos as imagens despertam? Se conseguem identificar quais pontos foram retratados? Quais são e a localidade destes? Como forma de finalizar a investigação dos conhecimentos prévios dos estudantes apresentar um vídeo relacionado à temática e solicitar a organização de um mapa conceitual nos três eixos temáticos: Ar, Solo e Água.

- I. Qual impacto escolhido
- II. Consequências do impacto no Ar, solo e água
- III. Como este problema ocorre na minha cidade
- IV. Estratégias de ação para evitar este impacto ou promover a sua diminuição

O professor poderá introduzir outros questionamentos que julgar pertinentes.

Nessa fase como referem Carvalho e Gil-Pérez (2011), o foco é direcionado a conhecer os problemas que originaram a construção dos conhecimentos científicos, assim como as interações Ciência, Tecnologia e Sociedade implicadas, além de selecionar temas e conteúdo que



sejam de interesse dos alunos, com o professor sentindo-se seguro para aprofundar os seus conhecimentos e adquirir outros novos.

2ª Etapa. Organização do conhecimento

Dando sequência no processo de construção do conhecimento, com as pesquisas realizadas na etapa anterior, os estudantes podem ser orientados a construir painéis com mapas conceituais, organizados. Segundo Anastasiou e Alves (2012), com a construção dos mapas conceituais são estabelecidas conexões entre os conceitos mais simples e os mais complexos, que podem ser acompanhadas pelos professores pelas mudanças cognitivas dos alunos. Como forma de socializar a construção do conhecimento pode-se trabalhar com a apresentação dos mapas e abrir um fórum de questionamentos.

Para a finalização do momento os discentes deverão observar o seu contexto social e investigar exemplos de impactos ambientais existentes na sua vizinhança. Como forma de socializar a ação uma exposição fotográfica poderá ser organizada e terá como tema o impacto da ação humana no solo, na água ou no ar da localidade onde residem.

O docente terá como responsabilidade orientar os alunos a fazerem, em textos científicos com linguagem acessível, pesquisas sobre os impactos ambientais registrados, que tenham como conteúdo propostas de remediação ambiental para cada área, em seguida, os discentes terão o papel de correlacionar os impactos ambientais com a solução identificada por eles nos textos.

Sugestão para as pesquisas:

Os problemas ambientais são um problema para a humanidade. Cada lugar da cidade tem algo que pode ser transformado com suas ações. Pense: suas ações podem mudar o mundo onde você vive. Com isto em mente:

- I. Pesquisar sobre o histórico da região onde você vive a qual sofre impacto ambiental, seja de Ar, de Água e de Solo
- II. Escolher e investigar acerca de 3 impactos ambientais na sua região
- III. Pesquise sobre formas de dirimir este problema



Nessa fase também é esperada a construção de novos saberes em relação às atividades humanas e os problemas ambientais. Seguindo a orientação da BNCC, em sua competência “Argumentação”, onde os alunos devem ser capazes de argumentar a partir de fatos, dados e informações confiáveis.

3ª Etapa. Organização do conhecimento

Com base nos resultados obtidos nas etapas anteriores, sob supervisão do docente, este é o momento de estimular o “Pensamento Científico, Crítico e Criativo”. Entre as ações que podem promover esse momento destacar a elaboração de um artefato impresso (ex.: livretos, banners, cartazes ou objetos feitos de material reciclado), ou virtual (ex.: campanhas em redes sociais), com a finalidade de conscientizar a comunidade local acerca de sua responsabilidade para com as questões ambientais. Como parte do planejamento, professor e alunos devem estabelecer o público alvo, o aspecto natural a ser trabalhado e os impactos que estão afetando o recurso escolhido.

É possível a construção de simulações, virtuais ou na forma de maquetes, com estratégias tecnológicas que minimizem efeitos negativos sobre os recursos naturais observados, já relatados na literatura, adotados em situações semelhantes às vivenciadas pelos estudantes. Após a pesquisa e a finalização desse artefato, a turma, juntamente com o professor e a equipe gestora da escola, poderão promover um evento para divulgação dos resultados obtidos, uma vez que, oportunizar momentos de divulgação e conscientização também faz parte da fase da organização do conhecimento, pois visa articular os conhecimentos prévios e problematizados. Para tanto, sugere-se que os discentes, de posse dos materiais construídos, sejam capazes de expor o que aprenderam sobre os problemas ambientais, suas causas e consequências para o meio ambiente e para a vida social como um todo.



Orientações para a Avaliação

O método avaliativo aplicado deverá levar em consideração o caráter atitudinal do estudante com sua participação nas atividades e a assiduidade, bem como, as competências e habilidades explorando a compreensão e a assimilação dos conceitos propostos. Diante do que foi explorado, e tendo em vista a necessidade de entender se o discente alcançou as competências e habilidades propostas, e se ele desenvolveu os conceitos, atitudes e procedimentos esperados, é interessante que seja adotado um método avaliativo contínuo e na íntegra de todo o processo, levando em consideração não apenas a análise quantitativa, mas também promovendo reflexões com os próprios estudantes, para que de forma coletiva, haja reflexão sobre o que pode ser melhorado no trabalho.



Referencial Bibliográfico

ANASTAS, P.T.; KIRCHHOFF, M.M. Origins, Current Status, and Future Challenges of Green Chemistry. *Acc. Chem. Res.* v. 35, n.9, p. 686-694, jun./2002.

ANASTASIOU, L. G. C. ; ALVES, L. P. Processo de Ensino na Universidade: pressupostos para estratégias de trabalho em aula. 10. ed. Joinville: UNIVILLE, 2012. Disponível em: https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/3203177/mod_resource/content/2/Anastasiou%20e%20Alves.pdf. Acesso em: 1 de abr. 2022.

ANDRADE, J. B. Pesquisa em química ambiental no Brasil: uma visão geral das reuniões científicas da sociedade brasileira de química de 1990 a 1992. *Química. Nova*, v. 15, n.2, p.173-176, Abril 1992. Disponível em: http://static.sites.s bq.org.br/quimicanova.s bq.org.br/pdf/Vol15No2_173_v15_n2_%2810%29.pdf. Acesso em: 30 mar. 2022.

BARETTA, D.; SANTOS, J. C. P; FIGUEIREDO, S. R.; KLAUBERG FILHO, O. Efeito do monocultivo de *Pinus* e da queima do campo nativo em atributos biológicos do solo no planalto sul catarinense. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 29, n. 5, p. 715-724, 2005. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbcs/a/ZDy7q3cr73xCYrs8qHbBQhL/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 30 mar. 2022.

BRANCO, S. M.; ROCHA, A. A. Poluição - A morte de nossos rios. 2.ed. São Paulo, Convênio Cetesb/Ascetesb, 1987.

BRASIL. Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981. Política Nacional do Meio Ambiente. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. Disponível em: <https://www2.camara.leg.br/legin/fed/lei/1980-1987/lei-6938-31-agosto-1981-366135-norma-atualizada-pl.pdf>. Acesso em: 12 abr. 2022.

BRITO, M. C. A. de. Desenvolvimento compartilhado de reservatórios comuns entre Estados. Rio de Janeiro: E-papers, 2006, 151p.



SECRETARIA DE EDUCAÇÃO E ESPORTES

SECRETARIA EXECUTIVA DE DESENVOLVIMENTO DA EDUCAÇÃO
GERÊNCIA GERAL DE ENSINO MÉDIO E ANOS FINAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL
GERÊNCIA DE POLÍTICAS EDUCACIONAIS DO ENSINO MÉDIO

CAPECHE, C. L. Educação ambiental tendo o solo como material didático: pintura com tinta de solo e colagem de solo sobre superfícies. Dados eletrônicos. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2010. 60 p. - (Documentos/Embrapa Solos, ISSN 1517-2627; 123). Disponível em: <http://gg.gg/yk9g9>. Acesso em: 30 mar. 2022.

CARVALHO, A. M. P.; GIL-PÉREZ, D. Formação de professores de ciências: tendências e inovações. 10 ed. São Paulo, Editora Cortez, 2011. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Daniel-Perez-22/publication/305391589_Formacao_de_professores_de_ciencias/links/578cabb508ae59aa66812b8e/Formacao-de-professores-de-ciencias.pdf. Acesso em: 1 de abr. 2022

CARVALHO, J. R.M.; CURI, W. F.; LIRA, W. S. Processo participativo na construção de indicadores hidroambientais para bacias hidrográficas. *In*: LIRA, W. S.; CÂNDIDO, G. A. (Orgs.). Gestão sustentável dos recursos naturais: uma abordagem. Campina Grande: EDUEPB, 2013.

CESAR, J. S.; SEZAR, S.; CALDINI, N.J. Biologia celular, vírus: entre moléculas e células: a origem da vida: histologia animal. 10 ed. São Paulo: Saraiva, 2010.

COLAVITTI, F. O planeta pede água. 2008. Publicada pela Revista Galileu. Disponível em: <http://revistagalileu.globo.com/Revista/Galileu/0,,EDG82626-7833,00-O+PLANETA+PEDE+AGUA.html>. Acesso em: 28 mar. 2022.

FIGUEIREDO, O.; ALMEIDA, P.; CÉSAR, M. O papel das metaciências na promoção da educação para o desenvolvimento sustentável. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias, España*, v. 3, n. 3, p. 320-338, 2004. Disponível em: <https://repositorio.ul.pt/bitstream/10451/6440/1/Figueiredo%20Almeida%202004.pdf>. Acesso em: 30 mar. 2022.

FIORILLO, C. A. P. Curso de Direito Ambiental Brasileiro. 17ª edição, revista, ampliada e atualizada. São Paulo: Saraiva, 2017.

FREIRE, P. Extensão ou comunicação? 13 ed. São Paulo: Paz e Terra, 2006.



SECRETARIA DE EDUCAÇÃO E ESPORTES

SECRETARIA EXECUTIVA DE DESENVOLVIMENTO DA EDUCAÇÃO
GERÊNCIA GERAL DE ENSINO MÉDIO E ANOS FINAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL
GERÊNCIA DE POLÍTICAS EDUCACIONAIS DO ENSINO MÉDIO

GONÇALVES, C. W. P. Os (des)caminhos do meio ambiente. São Paulo: Contexto, 1998.

GRASSI, M. T. As águas do planeta Terra. Revista Química Nova na Escola, p. 31-40, maio, 2001. Edição especial. Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/cadernos/01/aguas.pdf>. Acesso em: 30 mar. 2022.

GUIVANT, J. Curso Métodos Participativos em el Desarrollo Rural Sustentable (material clase 1). Rio de Janeiro: Redcapa, 2006. Disponível em: <https://www.uniasselvi.com.br/extranet/layout/request/trilha/materiais/livro/livro.php?codigo=7893>. Acesso em: 6 abr. 2022.

LACERDA, C. S.; CÂNDIDO, G. A. Modelos de indicadores de sustentabilidade para gestão de recursos hídricos. *In*: LIRA, W. S.; CÂNDIDO, G. A. (Orgs.). Gestão sustentável dos recursos naturais: uma abordagem. Campina Grande: EDUEPB, 2013.

LEAL, J. P. Estudo Geoambiental & Evolução Paleográfica da Lagoa Olho D'água – Jaboatão dos Guararapes – PE. Dissertação (Mestrado), Pós-Graduação em Geociências, UFPE, Recife-PE, 133 p. 2002. Disponível em: http://www.btdt.ufpe.br/tedeSimplificado//tde_busca/arquivo.php?codArquivo=1106. Acesso em: 28 mar. 2022.

LOPES, S.; ROSSO, S. Biologia: Suplemento do professor. São Paulo: Saraiva, 2010.

MANAHAN, S. E. Química Ambiental. 9. ed. Porto Alegre: Bookman, 2013.

MARGULIS, S. Meio Ambiente. Aspectos Técnicos e Econômicos. Brasília, Ipea/PNUD, 1990.

MOZETO, A. A.; JARDIM, W. F. A química ambiental no Brasil. Química. Nova, v. 25, Supl.1, p.7-11, 2002. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/qn/a/yZ98nTzs8ZdC6wGzVbLfXff/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 30 mar. 2022.



**SECRETARIA DE
EDUCAÇÃO E ESPORTES**

**SECRETARIA EXECUTIVA DE DESENVOLVIMENTO DA EDUCAÇÃO
GERÊNCIA GERAL DE ENSINO MÉDIO E ANOS FINAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL
GERÊNCIA DE POLÍTICAS EDUCACIONAIS DO ENSINO MÉDIO**

PERNAMBUCO. Currículo Pernambuco: Etapa Ensino Médio. 2021. p.441 – 560. Disponível em:

http://www.educacao.pe.gov.br/portal/upload/galeria/523/CURRICULO_DE_PERNAMBUCO_DO_ENSINO_MEDIO_2021_ultima_versao_17-12-2021.docx.pdf/. Acesso dia 23 mar. 2022.

SENHORAS, E. M.; MOREIRA, F.; VITTE, C. C. S. A agenda exploratória de recursos naturais na América do Sul: da empiria à teorização geoestratégica de assimetrias nas relações internacionais. 2009. Disponível em:

<http://observatoriogeograficoamericalatina.org.mx/egal12/Geografiasocioeconomica/Geopolitica/16.pdf>. Acesso em: 30 mar. 2022.

RICKLEFS, R. E. A economia da Natureza. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan. 5ª Ed. 504p.

TORRES, J. R. Educação ambiental crítico-transformadora e abordagem temática Freireana. 2010. Tese (Doutorado em Educação Científica e Tecnológica) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2010. Disponível em:

<https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/93568>. Acesso em: 30 mar. 2022.