

EDUCAÇÃO AMBIENTAL CRÍTICA E A CAMADA DE OZÔNIO: ENFOQUE INTERDISCIPLINAR MEDIANTE UM PLANO DE AULA PARA O ENSINO MÉDIO

CRITICAL ENVIRONMENTAL EDUCATION AND THE OZONE LAYER: INTERDISCIPLINARY APPROACH THROUGH A LESSON PLAN FOR HIGH SCHOOL

LA EDUCACIÓN AMBIENTAL CRÍTICA Y LA CAPA DE OZONO: ENFOQUE INTERDISCIPLINAR A TRAVÉS DE UN PLAN DE LECCIONES PARA LA ESCUELA SECUNDARIA TÍTULO EN ESPAÑOL

 <https://doi.org/10.56238/arev8n1-150>

Data de submissão: 29/12/2025

Data de publicação: 29/01/2026

Antonio Bezerra Pereira

Mestre em Ciências Ambientais
Instituição: Universidade Brasil (UB)
E-mail: bezerraescritorio@hotmail.com

João Adalberto Campato Jr.

Doutor em Letras
Instituição: Universidade Brasil (UB)
E-mail: campatojr@gmail.com

Evandro Roberto Tagliaferro

Doutor em Administração Empresarial e Comercio Internacional
Instituição: Universidade Brasil (UB)
E-mail: tagliaferro@etagli.com.br

Luiz Sérgio Vanzela

Doutora em Agronomia
Instituição: Universidade Brasil (UB)
E-mail: luiz.vanzela@ub.edu.br

RESUMO

A camada de ozônio, composta pelo ozônio (O₃), gás que filtra os raios ultravioletas emitidos pelo Sol, caracteriza-se por ser de extrema importância para a vida terrestre. A existência da camada de ozônio auxilia na manutenção da vida na Terra, já que filtra cerca de 95% dos raios ultravioletas do Sol, impedindo que a maior parte dessa radiação atinja a superfície terrestre causando malefícios como alterações genéticas, aumento da incidência de câncer de pele, crescimento de casos de catarata, prejuízo à fotossíntese das plantas, entre outros danos de relevância. Ocorre que a camada de ozônio tem sido prejudicada pela ação do homem, que lança na atmosfera compostos químicos destruidores do ozônio, como, por exemplo, os clorofluorcarbonos (CFCs). Objetiva-se com o presente artigo auxiliar na educação ambiental de alunos do ensino médio público e privado oferecendo a seus professores um plano de aula por meio do qual eles serão capacitados a tratar dessa problemática pela educação ambiental crítica e pela interdisciplinaridade. A pesquisa tem um enfoque qualitativo, seguindo um delineamento bibliográfico. Como resultado, apresenta-se, sobretudo, um plano de aula formal, crítico, emancipatório, politizado e interdisciplinar sobre a camada de ozônio e sua caracterização, bem como os perigos de sua

Palavras-chave: Camada de Ozônio. Educação Ambiental. Plano de Aula.

ABSTRACT

The ozone layer, composed of ozone (O₃), a gas that filters ultraviolet rays emitted by the Sun, is extremely important for life on Earth. The existence of the ozone layer helps maintain life on Earth, as it filters about 95% of the Sun's ultraviolet rays, preventing most of this radiation from reaching the Earth's surface and causing harm such as genetic alterations, increased incidence of skin cancer, increased cases of cataracts, impaired plant photosynthesis, and other significant damage. However, the ozone layer has been damaged by human activity, which releases ozone-depleting chemical compounds into the atmosphere, such as chlorofluorocarbons (CFCs). This article aims to assist in the environmental education of public and private high school students by offering their teachers a lesson plan through which they will be able to address this issue through critical environmental education and interdisciplinarity. The research has a qualitative approach, following a bibliographic design. As a result, a formal, critical, emancipatory, politicized, and interdisciplinary lesson plan is presented, focusing on the ozone layer and its characteristics, as well as the dangers of its depletion.

Keywords: Ozone Layer. Environmental Education. Lesson Plan.

RESUMEN

La capa de ozono, compuesta por ozono (O₃), un gas que filtra los rayos ultravioleta emitidos por el Sol, es extremadamente importante para la vida en la Tierra. La existencia de la capa de ozono ayuda a mantener la vida en la Tierra, ya que filtra alrededor del 95% de los rayos ultravioleta del Sol, impidiendo que la mayor parte de esta radiación llegue a la superficie terrestre y cause daños como alteraciones genéticas, mayor incidencia de cáncer de piel, aumento de casos de cataratas, alteración de la fotosíntesis de las plantas y otros daños significativos. Sin embargo, la capa de ozono ha sido dañada por la actividad humana, que libera compuestos químicos que agotan la capa de ozono a la atmósfera, como los clorofluorocarbonos (CFC). Este artículo tiene como objetivo apoyar la educación ambiental de estudiantes de secundaria públicos y privados, ofreciendo a sus docentes un plan de clase a través del cual podrán abordar esta cuestión mediante la educación ambiental crítica y la interdisciplinaria. La investigación tiene un enfoque cualitativo, siguiendo un diseño bibliográfico. Como resultado, se presenta un plan de clase formal, crítico, emancipador, politizado e interdisciplinario, centrado en la capa de ozono y sus características, así como en los peligros de su agotamiento.

Palabras clave: Capa de Ozono. Educación Ambiental. Plan de Clase.

1 INTRODUÇÃO

A camada de ozônio constitui uma faixa composta de ozônio, gás composto de três átomos de oxigênio (O₃), que possui a capacidade de filtrar os raios solares ultravioletas, sendo, por isso, um escudo solar natural da Terra. A camada de ozônio está localizada entre 15 e 35 km de altitude, variando tal localização de acordo com a variação da latitude (Cirino; Souza, 2008).

A existência da camada de ozônio, na estratosfera, auxilia a manutenção da vida no planeta, já que filtra 95% dos raios ultravioletas (UV-B) do Sol, impedindo que eles atinjam a superfície terrestre causando malefícios. Sem o ozônio, não haveria vida na Terra em função de ausência de condições de proteção dos seres vivos das radiações ultravioletas. Porém, em camadas baixas, a acumulação antrópica de ozônio torna-se perniciososa para esses mesmos seres. (Vigneau, 2012). A maciça destruição da camada de ozônio estratosférico significaria um abalo da saúde humana, com alta significativa de câncer de pele, envelhecimento precoce, enfraquecimento do sistema imunológico e aumento de episódios de alergia. Para além disso, haveria um acréscimo de casos de catarata, de elevação drástica da temperatura, queimaduras solares e um prejuízo ao processo de fotossíntese das plantas, ameaças a colheitas, florestas, plantas e ao ecossistema em geral. (Barsano; Barbosa, 2019; Cetesb, 2005).

Na década de 1980, constatou-se que produtos químicos lançados na atmosfera prejudicavam especialmente a camada de ozônio, ocasião em que líderes mundiais assinaram o “Protocolo de Montreal” – em vigor desde 1989 - pelo qual se proibia a produção dos gases artificiais, como os clorofluorcarbonos (CFCs), que agridem o ozônio.

A camada de ozônio começou a degradar-se mais vigorosamente com os efeitos da poluição crescente provocada pela industrialização desregrada, pela ação de compostos químicos como: Clorofluorcarbonos (CFCs), Hidroclorofluorcarbonos (HCFCs), Halons, Brometo de metila, Tetracloro de carbono (CTC), Metilclorofórmio, Hidrobromofluorcarbonos (HBFCs) e Hidrofluorcarbonos (HFCs), substâncias controladas pelo Protocolo de Montreal e que são denominadas Substâncias Destruidoras da Camada de Ozônio - SDOs. Em 1985, soube-se, com mais propriedade, que os clorofluorcarbonetos (CFCs) estavam degradando como nunca o ozônio atmosférico. Pesquisadores britânicos descobriram um buraco maior e mais persistente na camada de ozônio sobre a Antártida, conferindo maior gravidade ao problema. (Cirino; Souza, 2008). Antes os buracos que lá apareciam eram menores e desapareciam naturalmente.

Isso delineado, o tema do presente artigo é a camada de ozônio, destacando a possibilidade de preservá-la de forma mais efetiva pela ação da educação ambiental crítica. A educação ambiental crítica pode ser abordada como um agente de reflexão e de intervenção para equacionar a

problemática ambiental mediante o esclarecimento e o fomento a uma ação coletiva, crítica e planejada. Trata-se de uma ação pedagógica preventiva e propositiva, que estimularia uma visão transformadora do meio ambiente de tal maneira que se passe a entender e respeitar o seu funcionamento.

Objetiva-se, mais especificamente, refletir a respeito das contribuições da educação ambiental crítica para a conscientização sobre a degradação da camada de ozônio oferecendo um plano de aula sobre a questão destinado a professores do ensino médio. Entre os objetivos secundários, listam-se os seguintes: 1) destacar o quanto as relações de poder entre os homens atuam nos impactos ambientais; 2) auxiliar na divulgação e entendimento científico de questões relativas à camada de ozônio, sobretudo quanto a sua preservação; 3) ilustrar a inter-relação do meio ambiente físico e social; e 4) fomentar o desenvolvimento da educação ambiental crítica e a formação do sujeito ecológico.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 A CAMADA DE OZÔNIO E SUA DEGRADAÇÃO

A camada de ozônio já mencionada nas considerações iniciais deste artigo constitui uma

capa protetora na atmosfera exterior, encontrada entre 10 Km e 25 Km de altura, responsável pela absorção de grande quantidade da radiação ultravioleta indesejável proveniente do Sol. Também se chama “ozônio estratosférico” e “ozônio bom”. Esta radiação em grande quantidade é letal para os vegetais e micro-organismos. (Brasil. Ministério da Educação, 2005, p.147).

Além disso:

As moléculas de ozônio (O_3) são formadas quando a radiação ultravioleta, de origem solar, interage com as moléculas de oxigênio. O átomo de oxigênio liberado por essa reação une-se a uma molécula de oxigênio (O_2), formando assim uma molécula de ozônio (O_3). (Brasil. Ministério do Meio Ambiente, 2014)

O ozônio mostra-se como um gás azulado, de cheiro forte, sendo venenoso e poluente. Apesar disso, ele age como um escudo protetor da Terra, uma vez que filtra a radiação ultravioleta emitida pelo Sol do tipo B (UV-B), nociva aos seres vivos (Sarro, 2016). Ao nível do solo, na troposfera, o ozônio deixa de ser protetor, atuando como gás poluente, “responsável pelo aumento da temperatura da superfície junto com o monóxido de carbono (CO), o dióxido de carbono (CO_2), o metano (CH_4) e o óxido nitroso” (Sarro, 2016, p.27).

Há o ozônio estratosférico e o troposférico. O ozônio troposférico - ozônio ao nível do solo - constitui um gás poluente, que aumenta a temperatura da superfície da Terra, juntamente com o óxido

de carbono (CO), o dióxido de carbono (CO₂), o metano (CH₄) e o óxido nitroso (N₂O). O ozônio troposférico é provocador de patologias respiratórias. O ozônio estratosférico, por outro lado, é aquele situado mais distante da superfície da Terra. Funciona como filtro à radiação ultravioleta do tipo B (UV-B) emitida pela luz solar. Tais raios em excesso revelam-se nocivos à saúde dos seres vivos, sendo associados à supressão do sistema imunológico e ao desenvolvimento de câncer de pele e doenças que ocasionam a perda da visão. Projeta-se que a diminuição de 10% da camada de ozônio tenha como resultado um acréscimo de cerca de 20% na incidência de câncer de pele (Cetesb, 2005).

As substâncias destruidoras de ozônio (SDOs) são os seguintes produtos químicos: Halon, Tetracloroeto de Carbono (CTC), Hidroclorofluorcarbono (HCFC), Clorofluorcarbono (CFC) e Brometo de Metila. As SDOs, conforme explicitado logo abaixo,

são destinadas a diversas aplicações e são responsáveis pela destruição da camada de ozônio, principalmente por permanecerem por longos períodos na atmosfera, interagindo e destruindo moléculas de ozônio da estratosfera. Durante décadas, desde sua síntese, as SDOs têm sido utilizadas na produção de espumas (como agente de expansão); na agricultura para desinfecção do solo (controle de pragas); em tratamentos quarentenários e de pré-embarque de mercadorias importadas e exportadas; em laboratórios; como matéria-prima de vários processos industriais; e na refrigeração doméstica, comercial, industrial e automotiva (Ministério do meio ambiente, 2014, p. 46)

Desde a década de 1970, já se sabia que os CFCs atuavam na destruição do ozônio atmosférico. Mas, apenas a partir de 1985, quando pesquisadores britânicos descobriram um buraco na camada de ozônio sobre a Antártida, que a gravidade do problema ficou evidente e tanto mais preocupante. O Brasil adotou o Protocolo de Montreal com a finalidade de controle e eliminação de substâncias nocivas à camada de ozônio. Tais ações estão oficializadas em leis e em políticas públicas e na necessidade de o país se proteger, já que, no plano da América Latina, o Brasil era o país maior consumidor de SDOs.

O Congresso Nacional, em 1990, pelo Decreto no 99.280, de 7 de junho de 1990, promulgou o texto da Convenção de Viena e do Protocolo de Montreal no Brasil, ressaltando os compromissos internacionais que o país adotou a fim de eliminar as SDOs. O Protocolo de Montreal consiste num tratado assinado por líderes mundiais cuja origem está na Convenção de Viena, ocorrida em 1985, quando algumas nações se reuniram a fim de manifestar a inquietação e a preocupação com relação aos impactos socioambientais que poderiam decorrer do fenômeno da redução da camada de ozônio sobretudo dos CFCs. Pela “Convenção de Viena” realçou-se a urgência de um regime visando a defesa da camada de ozônio, cujo afinamento representava ameaça à saúde humana e animal, alterando, para além disso, o desenvolvimento da flora e modificando o clima global.

A “Convenção de Viena” favoreceu o surgimento, em 1987, do “Protocolo de Montreal” sobre substâncias nocivas à camada de ozônio. Consiste o “Protocolo” de um documento decretando obrigações para diminuir a produção e o consumo das SDOs até o ponto delas serem excluídas. No mais, impuseram-se restrições ao comércio dessas substâncias, apontando para o desenvolvimento de tecnologias alternativas com vistas a reduzir os riscos à camada de ozônio. (Brasil. Ministério do Meio Ambiente, 2014).

Pelo “Protocolo de Montreal”, concretizou-se a feição preventiva da “Convenção de Viena”. Isso porque o “Protocolo” estabeleceu as medidas que as nações participantes eram conduzidas a adotar a fim de limitar a produção e o consumo de SDOs. As Partes do Protocolo de Montreal passaram a compartilhar a ideia de reduzir e eliminar o uso de SDO mesmo antes que procedimentos alternativos estivessem prontos para o uso. Vale salientar que semelhante estratégia apresentou bons resultados, haja vista que indústrias e fabricantes chegaram a produzir substâncias e tecnologias alternativas para substituir considerável parcela dos antigos usos de SDO e numerosos países já estão adiantados no percurso que levará a à completa ou quase completa eliminação de SDO. (Sarro, 2016).

O Brasil cumpriu com os compromissos assumidos quando do Protocolo de Montreal e de suas revisões. O Protocolo tornou-se compromisso brasileiro ao ser assumido como Lei mediante o Decreto, no 99.280, de 06/06/90, em que se tornou obrigatória, no país, a eliminação do consumo e da produção das substâncias destruidoras da camada de ozônio (Cetesb, 2005).

2.2 EDUCAÇÃO AMBIENTAL

A influência dos homens sobre a natureza, além de constante, é diversificada, tendo-se acentuado na segunda metade do século XVIII, com a ação predatória da Revolução Industrial, que via o meio ambiente como se fosse inesgotável (Silva, 2020). Contra tais efeitos, maximizados pelo capitalismo selvagem e pela globalização, a educação ambiental é uma área de conhecimento passível de difundir conceitos e ações visando a mitigação desses problemas. Por uma análise crítica, bem como por intervenções propositivas, as adversidades no meio ambiente têm a possibilidade de serem equacionadas ao mesmo tempo em que aparecem circunstâncias para o surgimento de cidadãos mais conscientes mediante ponderações críticas e políticas.

Uma primeira definição operacional de educação ambiental pode ser aquela divulgada pela Política Nacional de Educação Ambiental, instituída pela Lei no 9.975, de 27 de abril de 1999:

Entendem-se por educação ambiental os processos por meio dos quais o indivíduo e a coletividade constroem valores sociais, conhecimentos, habilidades, atitudes e competências voltadas para a conservação do meio ambiente, bem de uso comum do povo, essencial à sadia qualidade de vida e sua sustentabilidade¹.

Há dois dos paradigmas mais conhecidos sobre educação ambiental: o crítico e conservador. A educação ambiental crítica é uma forma de emancipação ambiental cidadã e politizada dos alunos. Uma educação ambiental nesses moldes lida com os impactos ambientais ressaltando sua dependência com relações de poder mais ou menos ocultas contra as quais são necessárias atitudes engajadas e coletivas. Dessa maneira, planeja-se afastar o aluno de uma concepção de educação ambiental conservadora, circunscrita a lidar apenas com os efeitos e não com as causas políticas, econômicas e sociais dos problemas ambientais (Loureiro, 2004).

A educação ambiental crítica apresenta-se como uma educação transformadora, popular e dialógica, que questiona as abordagens comportamentalistas e reducionistas da educação ambiental conservadora, que estaciona somente nas atividades de sensibilização sobre a beleza e a necessidade de respeitar a natureza sem atingir o núcleo dos problemas ambientais (Loureiro, 2004). A educação conservadora concentra-se, por exemplo, no recolher os diferentes resíduos para destiná-los à reciclagem. Já na vertente crítica, além desse cuidado necessário, os alunos são levados a se questionar por que razão se produzem tantos resíduos, relacionando tal fato ao sistema econômico capitalista que impera e que visa a criação de novas necessidades para novos consumidores a fim de obter lucro crescente.

A educação crítica aponta que as possíveis soluções para os resíduos não se limitam somente em criar o hábito ou a conscientização nas pessoas de realizar uma coleta seletiva. Além disso, urge que todos se construam como cidadãos politizados e que se questionem coletivamente o sistema econômico, buscando transformar a realidade. É uma fragilidade da vertente conservadora proclamar que basta somente ensinar as pessoas a, de forma individual e desarticulada, “amar” ou “respeitar” o meio ambiente, de maneira passiva e sem engajamento fortalecido por ações comunitárias. Apenas se altera o destino do meio ambiente alterando as condições de existência do ser humano (Loureiro, 2004).

As visitas a uma floresta ou a um parque urbano não devem se limitar à contemplação estética desinteressada. Além da contemplação, semelhantes atividades devem fomentar nas pessoas revisões críticas do espaço, no sentido de tentarem perceber se as relações entre o homem e a natureza física são tensas ou distensas e por quê. “Será que essa praça estará aqui no ano que vem?” é uma pergunta

¹ Disponível em https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19795.htm. Acesso em 25 de abril de 2024.

que os alunos devem se habituar a fazer tendo a percepção de que há ações contrárias que se cruzam em todos os lugares e que medem forças. O complemento a essa pergunta bem que poderia ser: “A praça conseguirá suportar a força dos empreendimentos imobiliários, sobretudo quando estes atuam apoiados por políticos influentes e grandes corporações?”

A educação ambiental crítica não enxerga a politização como simples atuação das pessoas em partidos políticos, mas como ação cidadã, que, organizada e democrática, age para conquistar determinados objetivos de interesse público e coletivo. A educação ambiental crítica evidencia a dimensão histórica, social, cultural, econômica e política do meio ambiente, que não deve ser tomado de forma descontextualizada ou fragmentada. Torna-se infrutífero examinar um problema ambiental isoladamente. A epidemia de COVID e as enchentes no Rio Grande do Sul mostraram a íntima inter-relação entre fatores ambientais, de saúde, econômicos e políticos, etc.

2.3 O PLANO DE AULA E A BASE NACIONAL COMUM CURRICULAR

Essencial no processo de ensino-aprendizagem, o plano de aula é um documento do domínio discursivo educacional, roteiro que orienta as atividades do docente em sala de aula tendo por parâmetro as competências e habilidades a despertar no aluno em determina altura da disciplina (Santos, 2018) ou mesmo numa ação de caráter interdisciplinar. O plano de aula classifica-se como um gênero textual pois os planos de aulas compartilham de parecidas características no nível temático, estilístico e composicional. Os planos de aula são usados quando se deseja externar um roteiro de aula; exibem os seguintes itens: identificação do professor proponente, títulos, objetivos, metodologia, etc), valendo-se de linguagem formal e didática (Casseb-Galvão; Duarte,2018).

Os planos de aula devem fomentar a ideia de que o professor já não é o único detentor do saber, valorizando os saberes prévios dos alunos e a sua capacidade de ganhar autonomia intelectual, afastando-se da figura da mero decorador/repetidor. (Casseb-Galvão; Duarte,2018). Nos planos de aula, os professores surgem como facilitadores ou mediadores do saber, procurando adaptar sua metodologia aos diferentes perfis socioeconômicos dos alunos. Trata-se de uma educação construtivista baseada no pressuposto de que ensinar não é a mera transmissão de conhecimento, mas a criação de possibilidades para sua própria construção numa ação interativa e dialógica (Freire, 2019). O plano de aula veiculado pelo presente artigo procura oferecer subsídios teóricos e práticos para que os docentes evidenciem aos alunos as relações de causa e efeito que subjazem aos fenômenos ambientais. Na elaboração como nas aplicações do plano de aula, elegeu-se a concepção de educação da Base Nacional Comum Curricular (BNCC), em que “a educação tem um compromisso com a

formação e o desenvolvimento humano global, em suas dimensões intelectual, física, afetiva, social, ética, moral e simbólica” (Brasil, 2018, p.16).

Ensino e a aprendizagem serão um evento singular, complementar, interativo em que o docente não será o transmissor de conhecimentos, mas um mediador, um facilitador no processo de construção do conhecimento. O processo do ensino deixa de ser centrado na figura do docente, e a aprendizagem revela-se como colaborativa (Carvalho, 2023). O plano de aula será desenvolvido segundo as competências da BNCC, em que competências são mobilização de conhecimentos – na forma de conceitos e procedimentos -, habilidades (práticas, cognitivas e socioemocionais), atitudes e valores para solucionar necessidades complexas da vida rotineira, do exercício da cidadania e do mundo do trabalho (Brasil, 2018).

Espera-se com o plano de aula fundamentar teoricamente e sugerir ações à luz da interdisciplinaridade e da educação ambiental crítica aos professores a fim de que eles possam tratar os problemas socioambientais, em especial as questões relativas à camada de ozônio, prevenindo-os e, na medida do possível, solucionando-os. O trabalho com o plano de aula seguirá um conjunto de ações do qual derive um percurso metodológico valorizador do trabalho em equipe, das condutas críticas e emancipadoras atreladas a valores como empatia, solidariedade, empoderamento, cidadania, politização e sustentabilidade. A metodologia e as atividades deixam claro que não basta combater os efeitos da degradação ambiental se as causas não forem identificadas e debeladas. Impõe-se alterar esse movimento de destruição mediante ações coletivas, politizadas, críticas e racionais de conservação ambiental e de mudanças do paradigma de existência capitalista.

3 METODOLOGIA

A pesquisa que originou este artigo seguiu um enfoque qualitativo. Nesse contexto, valeu-se de um desenho bibliográfico em que os dados são coletados e categorizados por leituras analíticas de livros, de artigos científicos e de teses. Em momento posterior, os dados foram elaborados com o propósito de se transformar em um plano de aula, destinado ao uso de professores do ensino médio da rede pública ou privada de ensino, os quais, com o apoio desse material, produzirão conhecimento com seus alunos. Assim, a pesquisa apresenta um caráter aplicado que não se pode desconsiderar.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Apresenta-se abaixo um dos resultados da pesquisa: um plano de aula. Ao longo da apresentação desse produto, vêm à tona elementos que sinalizam para o fato de que o plano constitui uma atividade organizada baseada: 1) na educação ambiental crítica; 2) na função do professor como

mediador e facilitador; 3) no conhecimento como um processo interativo. 4) na formação de cidadãos emancipados.

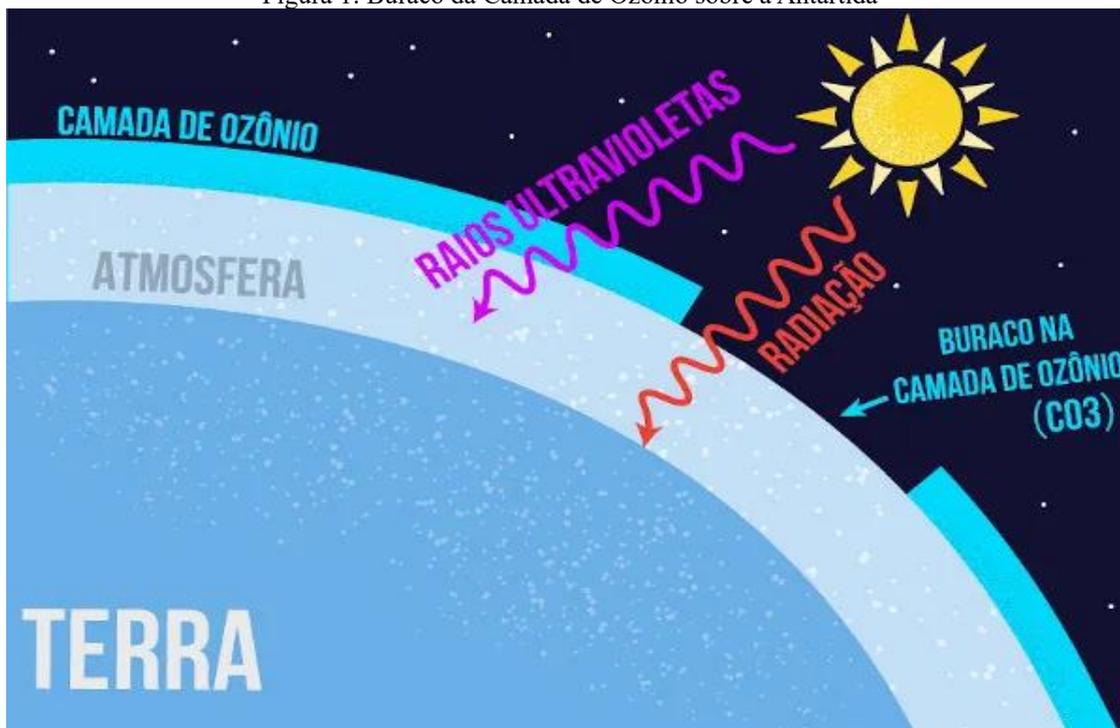
Tabela 1 - PLANO DE AULA

<p>TÍTULO: Caracterização e Degradação da Camada de Ozônio</p> <p>Professor: XXXXXX</p> <p>Súmula Curricular:</p> <p>Local da aula: XXXXXXXXX</p> <p>Data da aula: XXXXXXXXX</p> <p>Público-alvo: Alunos do ensino médio</p> <p>Tempo de duração da aula: 90 MINUTOS</p> <p>Competências gerais, específicas e habilidades da BNCC trabalhadas: Argumentar com base em fatos, dados e informações confiáveis, para formular, negociar e defender ideias, pontos de vista e decisões comuns que respeitem e promovam os direitos humanos, a consciência socioambiental e o consumo responsável em âmbito local, regional e global, com posicionamento ético em relação ao cuidado de si mesmo, dos outros e do planeta. Analisar e utilizar interpretações sobre a dinâmica da Vida, da Terra e do Cosmos para elaborar argumentos, realizar previsões sobre o funcionamento e a evolução dos seres vivos e do Universo, e fundamentar e defender decisões éticas e responsáveis. Avaliar e prever efeitos de intervenções nos ecossistemas, e seus impactos nos seres vivos e no corpo humano, com base nos mecanismos de manutenção da vida, nos ciclos da matéria e nas transformações e transferências de energia, utilizando representações e simulações sobre tais fatores, com ou sem o uso de dispositivos e aplicativos digitais (como softwares de simulação e de realidade virtual, entre outros). Discutir a importância da preservação e conservação da biodiversidade, considerando parâmetros qualitativos e quantitativos, e avaliar os efeitos da ação humana e das políticas ambientais para a garantia da sustentabilidade do planeta. Investigar situações-problema e avaliar aplicações do conhecimento científico e tecnológico e suas implicações no mundo, utilizando procedimentos e linguagens próprios das Ciências da Natureza, para propor soluções que considerem demandas locais, regionais e/ou globais, e comunicar suas descobertas e conclusões a públicos variados, em diversos contextos e por meio de diferentes mídias e tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC). Avaliar os riscos envolvidos em atividades cotidianas, aplicando conhecimentos das Ciências da Natureza, para justificar o uso de equipamentos e recursos, bem como comportamentos de segurança, visando à integridade física, individual e coletiva, e socioambiental, podendo fazer uso de dispositivos e aplicativos digitais que viabilizem a estruturação de simulações de tais riscos.</p>
<p>Objetivo Geral: Conceituar e caracterizar a camada de ozônio, ressaltando o perigo de sua degradação para a continuidade da vida na Terra.</p> <p>Objetivos Específicos: Acentuar os malefícios e os benefícios da camada de Ozônio. Tratar do buraco da camada de ozônio na Antártida. Conscientizar os alunos dos perigos da degradação da camada de ozônio para a vida na Terra, salientando as doenças que isso pode provocar em pessoas, animais e plantas. Relacionar a degradação da camada de ozônio com a questão dos impactos ambientais e as relações de poder estabelecidas entre os homens e as nações. Mencionar as substâncias que mais prejudicam a camada de ozônio.</p>
<p>INTERDISCIPLINARIDADE: Questões relativas ao ozônio, a sua camada e aos perigos de sua degradação para a vida na Terra oferecem um material que pode ser adequadamente trabalhado pela interdisciplinaridade. A bem do rigor, um tratamento apenas disciplinar do ozônio traria resultados pouco abrangentes. Nesse sentido, as ciências (química, física, biologia, climatologia, entre outras) têm condições de esclarecer a composição do referido gás, onde ele se localiza na atmosfera e de que forma algumas substâncias o ameaçam e ameaçam a saúde humana. Disciplinas como estudos sociais, história, geografia, sociologia, filosofia são aptas a trabalhar criticamente como e por quais motivos – desde os mais explícitos até os mais ocultos - a ação humana na forma de impactos ambientais se insere nesse perigoso contexto. Todas essas reflexões podem ser reunidas, por exemplo e com o apoio dos professores de Língua Portuguesa, de Artes e de Informática, num blogue, num vídeo para o Youtube ou mesmo numa histórica em quadrinhos ou mapa conceitual.</p>

METODOLOGIA:

O professor principia a aula com a preocupação de captar a atenção dos alunos ao eixo temático dos planos de aulas. Trata-se de uma etapa em que o professor pode se valer, além da linguagem verbal, de outras linguagens, como, por exemplo, a imagética (icônica). No presente caso, sugere-se ao professor que direcione a atenção dos alunos à imagem que segue e que reproduz didaticamente o buraco da camada de ozônio. O professor projeta a imagem ressaltando que o buraco que os alunos veem desenhado representa um fenômeno gravíssimo e que pode interferir dramaticamente na vida na terra, colocando-a em risco. Perguntas como: “você sabiam disso?” ou “tinham consciência de que o fato é tão grave?” estimulam a tomada de consciência dos alunos e os prepara para a parte mais conceitual da aula.

Figura 1: Buraco da Camada de Ozônio sobre a Antártida



Fonte: Brasil Escola

Uma vez obtida a atenção inicial dos alunos, compete agora ao professor desenvolver dinamicamente os conceitos de ozônio e de camada de ozônio, para o que poderá se beneficiar do capítulo conceitual desta dissertação e também de fotos e ilustrações que se acham facilmente no google. Não se pode deixar de salientar que o ozônio é um gás (O_3) sem o qual não existiria vida na Terra e que ele se encontra na troposfera (região mais próxima da superfície da Terra) e, principalmente, na estratosfera, a uma distância que pode variar entre 10 e 50 km da Terra. A maior concentração de ozônio na estratosfera é chamada de “camada de ozônio”. A imagem abaixo ajudará os alunos a tornar as informações mais concretas:

Figura 2: Camadas da Atmosfera



Fonte: Secretaria da Educação do Estado do Paraná²

Na etapa seguinte, deve ocupar o centro das atenções a degradação da camada de ozônio e por que isso é tão grave. Os professores podem se embasar conceitualmente no capítulo teórico desta dissertação. Urge lembrar que é tarefa do ozônio da estratosfera, também denominado de ozônio bom, absorver parte da radiação ultravioleta do sol, que é nociva à vida na Terra. Já o ozônio da estratosfera é considerado um “mau ozônio”, pois ele tem ação destrutiva. O fato é que os impactos ambientais operam na destruição do ozônio estratosférico pela emissão de certas substâncias, como o cloro e o bromo, cujos radicais livres – liberados pelo contato com os raios ultravioletas - reagem com a molécula de ozônio, resultando em sua destruição. Um material que pode auxiliar nesse sentido é o vídeo “Mecanismo de Destruição do Ozônio”, do engenheiro mecânico Lucas Riga. Com cerca de 3 minutos de duração, o vídeo está disponível no YouTube, acessado pelo link https://www.youtube.com/watch?v=KVEbHKH_Pc0

O buraco na camada de ozônio forma-se principalmente na Antártica a cada ano, entre o inverno e a primavera no hemisfério sul. Neste intervalo de tempo, o buraco atinge uma área de 31 milhões de quilômetros, correspondendo a 15% da superfície do Terra. Nesse contexto, fica prejudicado o filtro protetor do planeta contra os raios solares UV. É necessário que o professor saliente os problemas advindos dessa situação: mutações genéticas, aumento na ocorrência de câncer, prejuízos à visão tanto dos seres vivos, envelhecimento precoce, baixa imunidade, prejuízo no desenvolvimento de peixes e crustáceos e redução da produtividade do fitoplâncton. O docente deve interagir com alunos perguntando o que eles acham da situação, se eles ou a família já foram vítimas dessas doenças, por exemplo. Havendo tempo, o professor pode solicitar que os grupos de alunos façam uma pesquisa na internet a respeito do aumento do câncer de pele no mundo e examinar a opinião dos especialistas sobre as causas do fenômeno. Ao cabo dessa pesquisa, cada grupo pode apresentar os resultados oralmente e iniciar um debate mediado pelo professor.

No desenrolar da aula, o professor aborda as substâncias danosas à camada de ozônio, além do cloro e do bromo. As principais são os clorofluorcarbonetos (CFC), substâncias químicas usadas em aerossóis e em sistemas de refrigeração (geladeira, ar-condicionado, etc) e na produção de espumas isolantes; também pode-se referir ao gás óxido nítrico, produzido por aeronaves durante voos. Importa oferecer uma visão geral de causa e consequência segundo a qual há tais substâncias químicas que fazem parte do nosso dia a dia e cujo uso é nocivo à camada de ozônio.

Por fim, resta ao docente mencionar que ação a favor da preservação da camada de ozônio realizada por cientistas, governantes, órgãos internacionais e por ambientalistas tem apresentado bons resultados. Uma das ações mais relevantes para que isso ocorresse foi o Protocolo de Montreal, tratado internacional de 1989 e que, atualmente, é assinado por 197 Estados Partes. O texto do protocolo impôs aos signatários a diminuição da produção e consumo das Substâncias que Destroem a Camada de Ozônio (SDOs) até sua eliminação por completo. Em 2023, dados da Organização meteorológica Mundial (UMM), divulgados pela National Geographic (2023), atestam que "A camada de ozônio está no caminho certo para se recuperar nas próximas quatro décadas, e a eliminação global de produtos químicos que a destroem contribui para a [mitigação das mudanças climáticas](#)".

RECURSOS PEDAGÓGICOS

Quadro-branco ou lousa;
pincel ou giz.
Projetor de imagens.

²Disponível em <http://www.ciencias.seed.pr.gov.br/modules/galeria/detalhe.php?foto=1718&evento=6>. Acesso em 20 nov. 2024.

Acesso à Internet.

Vídeos do Youtube.

EDUCAÇÃO AMBIENTAL CRÍTICA

Cabe ao professor, no decorrer de todas as etapas da aula, caracterizar e problematizar criticamente para seus alunos o fenômeno da rarefação da camada de ozônio não apenas como um fenômeno físico, mas como fenômeno social, econômico e político. Nesse sentido, ao enfatizar que gases provenientes de diversas atividades industriais humanas concorrem para a destruição do ozônio estratosférico, é preciso que fique claro que alguns países emitem mais gases do que outros em razão de seu patamar de industrialização e da queima elevada de combustíveis fósseis, que o controle de tais gases tem de ocorrer por meio de acordos e legislações internacionais e de conscientização política coletiva da população. É árduo atingir esse estado de conscientização e ação geopolítica, pois muitos interesses econômicos de grandes corporações terminam por se sobrepor ao interesse da humanidade. Nesse quadro, deve-se acentuar que o processo produtivo capitalista acaba por se render às demandas nocivas do mercado com seu consumo cada vez mais estimulado, com criação de necessidades básicas extremas e sem lastro na necessidade real. Apenas uma conscientização não fragmentada da realidade e uma politização que desperte a população da Terra sobre o risco que está correndo seguidas de ações sustentáveis pode reduzir a marcha dos impactos ambientais em direção a uma situação catastrófica. Seja como for, é inútil apenas combater as causas sem combater as consequências, como é inútil apenas ensinar aos alunos a respeitar o meio ambiente sem alertá-los da influência desses aspectos políticos e econômicos.

REFERENCIAL TEÓRICO DO PROFESSOR:

AGUIAR, Denise Regina da Costa. Educação ambiental em uma perspectiva crítica: possibilidades e desafios atuais. In: CAMPATO JR., J.A (org.). Ciências ambientais: um olhar plural. São José do Rio Preto: HN, 2018. p.281-295.

AMÉRICO-PINHEIRO, Juliana H. P; SANTOS, Ricardo M. (orgs). Impactos ambientais no território brasileiro. Tupã: ANAP, 2022.

BARBIERI, J.C. Desenvolvimento sustentável: das origens à agenda 2030. Petrópolis: Vozes, 2020.

BARSANO, P.R.; BARBOSA, R.P. Meio ambiente: guia prático e didático. 3.ed. São Paulo: Érica, 2019.

LEFF, E. Saber ambiental: sustentabilidade, racionalidade, complexidade e poder. Petrópolis: Vozes, 2015.

BOFF, L. Sustentabilidade. 5.ed. Petrópolis, Vozes, 2016.

Portal Saúde Direta. O que é ozônio e onde se encontra. Disponível em <https://www.saudedireta.com.br/docsupload/1332766748Cartilha%20MS-MMA.pdf>. Acesso em 10 jan. 2025.

RIGA, Lucas. Mecanismo da destruição da camada de ozônio. Disponível em https://www.youtube.com/watch?v=KVEbHKKH_Pc0

LEITURAS INDICADAS AOS ALUNOS

MENDONÇA, Gustavo Henrique. "Camada de ozônio (Ozonosfera)"; Brasil Escola. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/geografia/camada-de-ozonio.htm>.

Como está a camada de ozônio em 2023. National Geographic. Disponível em <https://www.nationalgeographicbrasil.com/meio-ambiente/2023/09/confira-como-esta-a-camada-de-ozonio-em-2023>.

Acesso em 10 jan. 2025.

REIGOTA, M. O que é educação ambiental. São Paulo, Brasiliense, 2014

WALKER, K. O que aconteceu com o buraco na camada de ozônio? BBC News Brasil. 16 maio 2022. Disponível em: <https://www.bbc.com/portuguese/vert-fut-61426602>. Acesso em 10 de abril de 2024.

AVALIAÇÃO E INSTRUMENTOS DE REGISTRO:

Solicitar aos alunos que, em grupos, apresentem na próxima aula imagens de satélite do buraco na camada de ozônio na Antártica. É fundamental que tais imagens – encontradas em vários sites da internet - abranjam o maior intervalo de tempo possível. De posse das imagens e levando em conta os comentários dos especialistas a respeito delas e, igualmente, as observações do professor, os grupos devem sustentar oralmente se são ou não são otimistas com relação à eficácia das medidas que têm sido tomadas internacionalmente para preservar a camada de ozônio.

BIBLIOGRAFIA

Básica

CETESB. Protegendo a camada de ozônio: o que cabe aos órgãos públicos. São Paulo, 1996. Disponível em: <https://repositorio.cetesb.sp.gov.br/server/api/core/bitstreams/8d189a45-8418-45b8-930d-91c3cd89097e/content>. Acesso em: 27 de agosto de 2024.

CETESB. Aspectos gerais sobre a Proteção da Camada de Ozônio: Coletânea de Informações. São Paulo, 2005. Disponível em: <https://repositorio.cetesb.sp.gov.br/server/api/core/bitstreams/1fc04e3d-634f-4b29-aafe-b90f96d5259e/content>. Acesso em 20 de julho de 2024.

Como está a camada de ozônio em 2023. National Geographic. Disponível em <https://www.nationalgeographicbrasil.com/meio-ambiente/2023/09/confira-como-esta-a-camada-de-ozonio-em-2023>.

Acesso em 10 jan. 2025.

MENDONÇA, Gustavo Henrique. "Camada de ozônio (Ozonosfera)"; Brasil Escola. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/geografia/camada-de-ozonio.htm>.

Portal Saúde Direta. O que é ozônio e onde se encontra. Disponível em <https://www.saudedireta.com.br/docsupload/1332766748Cartilha%20MS-MMA.pdf>. Acesso em 10 jan. 2025.

RIGA, Lucas. Mecanismo da destruição da camada de ozônio. Disponível em https://www.youtube.com/watch?v=KVEbHKH_Pc0

Complementar

CIRINO, M.M.; SOUZA, A.R. de. O discurso de alunos do ensino médio a respeito da “camada de ozônio”. *Ciência & Educação*, v. 14, n. 1, p. 115-134, 2008.

PHILIPPI JR., A. et al. (orgs). *Interdisciplinaridade em ciências ambientais*. São Paulo: Signus, 2000.

TEODORO R. K.F; Z. A.K. QUEIRÓS; GONÇALVES, A.F. A emenda Kigali e a interligação entre os regimes de proteção à camada de ozônio e das mudanças climáticas. *REVISTA LEOPOLDIANUM*, v. 50, n. 141. 2024. Acessível em <https://periodicos.unisantos.br/leopoldianum/article/view/1596/1296>. Acesso em 20/03/2024

VEYRET, Yvette (org). *Dicionário do meio ambiente*. São Paulo: Senac, 2012

Cidade, data.

Fonte: Autores.

5 CONCLUSÃO

Neste artigo, evidenciou-se que a educação ambiental crítica se revela um respeitável fator para a conscientização sobre degradação da camada de ozônio e de sua preservação. Em específico, a ação engajada, transformadora e politizada desse suporte conceitual pedagógico intensifica-se ao oferecer atividades educativas na forma de planos de aula destinados a professores sobre a questão do ozônio, tornando-os multiplicadores conscientes desse urgente conhecimento. Além disso, acredita-se que os planos de aula são dotados de eficiência na medida em que os professores os recebem positivamente, já que eles são vistos como relevantes auxiliares à sua prática pedagógica, que, frequentemente, ressenete-se da falta de tempo, da escassa bibliografia sobre o assunto e do relativo desconhecimento de condições metodológicas para elaborar as aulas.

A escolha da perspectiva crítica da educação ambiental a ser veiculada neste e em outros planos de aula, além de auxiliar no processo de tomada de consciência ambiental dos alunos, politizando-os sem recorrer ao partidarismo e sem cair no didatismo simplista, termina por agir também nos professores que, por acaso, desconheçam ainda essa vertente da educação ambiental, fixados que estão em concepções conservadoras de educação ambiental.

REFERÊNCIAS

- AGUIAR, Denise Regina da Costa. Educação ambiental em uma perspectiva crítica: possibilidades e desafios atuais. In: CAMPATO JR., J.A (org.). Ciências ambientais: um olhar plural. São José do Rio Preto: HN, 2018. p.281-295.
- AMÉRICO-PINHEIRO, Juliana H. P; SANTOS, Ricardo M. (orgs). Impactos ambientais no território brasileiro. Tupã: ANAP, 2022.
- BARBIERI, J.C. Desenvolvimento sustentável: das origens à agenda 2030. Petrópolis: Vozes, 2020.
- BARSANO, P.R.; BARBOSA, R.P. Meio ambiente: guia prático e didático. 3.ed. São Paulo: Érica, 2019.
- BOFF, L. Sustentabilidade. 5.ed. Petrópolis, Vozes, 2016.
- BRASIL. Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular (BNCC). Brasília, 2018. Disponível em http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_site.pdf.
- BRASIL. PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA. Lei no 9.975, de 27 de abril de 1999. Disponível em https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19795.htm.
- CARVALHO, I. C. M. Educação ambiental: a formação do sujeito ecológico. 6.ed. São Paulo: Cortez, 2012.
- CARVALHO, M. C. P. de. Educação ambiental crítica e saúde ambiental no ensino médio: proposta de planos de aula. Dissertação. 2023. Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais da Universidade Brasil.
- CARVALHO, M. C. P. de; CAMPATO JR, J. A. Reflexão sobre os impactos ambientais no ensino médio: proposta de um plano de aula. Revista Caribeña de Ciencias Sociales, v. 12, n. 6, p. 2693-2714, 2023
- CASSEB-GALVÃO, V.C.; DUARTE, M.C. Artigo de opinião: sequência didática funcionalista. São Paulo: Parábola, 2018.
- CETESB. Protegendo a camada de ozônio: o que cabe aos órgãos públicos. São Paulo, 1996. Disponível em: <https://repositorio.cetesb.sp.gov.br/server/api/core/bitstreams/8d189a45-8418-45b8-930d-91c3cd89097e/content>. Acesso em: 27 de agosto de 2024.
- CETESB. Aspectos gerais sobre a Proteção da Camada de Ozônio: Coletânea de Informações. São Paulo, 2005. Disponível em: <https://repositorio.cetesb.sp.gov.br/server/api/core/bitstreams/1fc04e3d-634f-4b29-aafe-b90f96d5259e/content>. Acesso em 20 de julho de 2024.
- CIRINO, M.M.; SOUZA, A.R. de. O discurso de alunos do ensino médio a respeito da “camada de ozônio”. Ciência & Educação, v. 14, n. 1, p. 115-134, 2008.

FREIRE, P. Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa. 74.ed. São Paulo: Paz e Terra, 2019.

GUIMARÃES, M. Educação ambiental crítica. In: LAYRARGUES, P.P. (Coord). Identidades da educação ambiental brasileira. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2004. p.25-34.

LEFF, E. Saber ambiental: sustentabilidade, racionalidade, complexidade e poder. Petrópolis: Vozes, 2015.

LOUREIRO, C. F. Trajetória e fundamentos da educação ambiental. São Paulo: Cortez, 2004.

MENDONÇA, G. H. "Camada de ozônio (Ozonosfera)"; Brasil Escola. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/geografia/camada-de-ozonio.htm>. Acesso em 15 de setembro de 2024.

Ministério da Educação. Ministério do Meio Ambiente. CONSUMO SUSTENTÁVEL: Manual de educação. Brasília: Consumers International/ MMA/ MEC/ IDEC, 2005. 160 p. Ministério do Meio Ambiente. Ações brasileiras para a proteção da camada de ozônio / Brasília. Ministério do Meio Ambiente. Brasília: MMA, 2014. Disponível em https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/mudanca-do-clima/ozonio/protecao_camada_ozonio_acoes_brasileiras.pdf. Acesso em 21/07/2024.

PESSOA, A.C.G. Sequência didática. In: FRADE, I.C.A.; VAL, M. G C.; BREGUNCI, M.G.C (orgs.). Glossário Ceale: termos de alfabetização, leitura e escrita para educadores. Belo Horizonte: UFMG, 2014.

PHILIPPI JR, A; PELICIONI, M.C.F. Educação ambiental e sustentabilidade. 2.ed. Barueri: Manole, 2014.

PHILIPPI JR., A. et al. (orgs). Interdisciplinaridade em ciências ambientais. São Paulo: Signus, 2000.

REIGOTA, M. Meio ambiente e representação social. 3.ed. Cortez, 2010.

REIGOTA, M. O que é educação ambiental. São Paulo, Brasiliense, 2014.

RICHARDSON, R.J. Pesquisa social: métodos e técnicas. 4.ed. São Paulo: Atlas, 2017.

SANTOS, M. C. dos. Um plano de aula como proposta de ensino-aprendizagem sobre ácidos e bases no ensino médio. Monografia: Graduação em Química. UFAL - INSTITUTO DE QUÍMICA E BIOTECNOLOGIA – IQB QUÍMICA LICENCIATURA, 2018.

SANTOS, M. Educação ambiental para o ensino básico. São Paulo: Contexto, 2023.

SILVA, M.M.P. da. Manual de educação ambiental: uma contribuição a formação de agentes multiplicadores em educação ambiental. Curitiba: Appris, 2020.

TEODORO R. K.F; Z. A.K. QUEIRÓS; GONÇALVES, A.F. A emenda Kigali e a interligação entre os regimes de proteção à camada de ozônio e das mudanças climáticas. REVISTA

LEOPOLDIANUM, v. 50, n. 141. 2024. Acessível em <https://periodicos.unisantos.br/leopoldianum/article/view/1596/1296>. Acesso em 20/03/2024.

VIGNEAU, J.P. Ozônio. In: VEYRET, Y. (Org.). Dicionário do meio ambiente. São Paulo: Senac, 2012. p. 239.

WALKER, K. O que aconteceu com o buraco na camada de ozônio? BBC News Brasil. 16 maio 2022. Disponível em: <https://www.bbc.com/portuguese/vert-fut-61426602>. Acesso em 10 de abril de 2024.

SANTOS, Elaine T. A. dos. Educação ambiental na escola: conscientização da necessidade de proteção da camada de ozônio. Monografia apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Educação Ambiental da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do grau de Especialista em Educação Ambiental, 2007.