

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

**PROGRAMA NACIONAL DE PÓS-GRADUAÇÃO DO MESTRADO PROFISSIONAL
EM QUÍMICA EM REDE NACIONAL**

PROFQUI



GISLAINE PENHA ROSSETTO

UNIDADE TEMÁTICA SOBRE POLUIÇÃO ATMOSFÉRICA: uma estratégia
baseada em metodologias ativas para o Ensino Médio

Porto Alegre, outubro de 2020

GISLAINE PENHA ROSSETTO

UNIDADE TEMÁTICA SOBRE POLUIÇÃO ATMOSFÉRICA: uma estratégia
baseada em metodologias ativas para o Ensino Médio

Dissertação apresentada à Banca Examinadora do Programa Nacional de Pós-Graduação do Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional PROFQUI da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como requisito parcial para a obtenção do Título de Mestre em Química, sob orientação do Prof. Dr. José Ribeiro Gregório e coorientação da Prof. Dra. Daniele Trajano Raupp

Porto Alegre, outubro de 2020

GISLAINE PENHA ROSSETTO

UNIDADE TEMÁTICA SOBRE POLUIÇÃO ATMOSFÉRICA: uma estratégia para
promover o aprendizado químico no Ensino Médio

Dissertação apresentada à banca Examinadora do Programa Nacional de Pós-Graduação do Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional PROFQUI, do Instituto de Química da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como requisito parcial para a obtenção do Título de Mestre em Química.

Aprovada em: ____/____/____

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Maurícus Selvero Pazinato PROFQUI - UFRGS

Profa. Dra. Emilene Mendes Becker PROFQUI - UFRGS

Prof. Dra. Maria do Carmo Galiuzzi - FURG

Com gratidão, dedico esse trabalho a Deus. Tudo que sou, devo a Ele.

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

AGRADECIMENTOS

Ao meu Senhor Jesus Cristo, por ser tão bom comigo, por me libertar e salvar e por ter morrido em meu lugar, te agradeço, Jesus te agradeço.

Muito obrigada, ao meu marido Carlos Eduardo, que foi essencial para a conclusão desse trabalho. Obrigada, por me suportar nos momentos de estresse e me incentivar a prosseguir. Te amo meu amor.

Agradeço também ao meu filho, Gabriel, que compreendeu quando a mamãe não podia brincar e nem assistir vídeos do Youtube com ele, porque tinha que dar continuidade a este trabalho.

Agradeço a minha mãe, Marilaine, pelo apoio incondicional em todos os momentos difíceis da minha trajetória acadêmica. Por sempre me ajudar e dar suporte, cuidando do meu filho quando eu não podia estar presente devido aos estudos.

À minha cunhada Fernanda e ao meu irmão Renato, que me inspiram e me motivam a sempre continuar estudando e crescendo.

À minha amiga Daiane, por estar sempre do meu lado me apoiando e me ouvindo.

Aos meus orientadores, Gregório e Daniele, por me incentivarem durante todo o processo e compartilhar seus conhecimentos e experiências. Muito obrigada por terem me ajudado a realizar esse sonho. Vocês foram maravilhosos.

À minha amiga, colega de trabalho e mestrado Tatiana, por ter caminhado comigo durante todo o mestrado. Obrigada por nossas conversas, desabafos e risadas. Você foi importantíssima nesse processo.

A todos meus colegas do PROFQUI-UFRGS, obrigada pela união e companheirismo.

À Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS e todos os seus professores que sempre proporcionaram um ensino de alta qualidade.

À CAPES pela oportunidade e financiamento do presente trabalho.

“Em nome da ciência eu proclamo a Jesus Cristo como filho de Deus. Meu senso científico, que valoriza muito a relação entre causa e efeito, compromete-me a aceitá-lo como fato. Minha necessidade de adorar encontra nEle a mais plena satisfação”

(Louis Pasteur, 1822 – 1895), conhecido como “Pai da Microbiologia”

RESUMO

A Química, geralmente, vem sendo apresentada de forma puramente teórica e superficial, como algo que se deve memorizar e que não se aplica a diferentes aspectos da vida cotidiana. Em contrapartida, estudar Química Ambiental não só permite que o aluno compreenda os fenômenos naturais, mas o ajuda a compreender o complexo mundo social que ele vive. Diante disso, o objetivo deste trabalho é investigar como a aplicação da unidade temática sobre poluição atmosférica pode contribuir no processo de ensino e aprendizagem em Química, bem como colaborar para a formação de indivíduos mais reflexivos quanto às questões ambientais. Devido aos graves e preocupantes problemas ambientais enfrentados pela sociedade atual, torna-se imprescindível a discussão da temática ambiental nas salas de aula, para que o educando desenvolva valores e atitudes que preservem o meio ambiente, possibilitando uma mudança do cenário ambiental do nosso planeta. Além do mais, a abordagem da temática em sala de aula traz diversos conceitos químicos e abre grandes possibilidades de reflexões, discussões e aprendizagens. Este trabalho foi produzido através do Programa Nacional de Mestrado em Química PROFQUI no Polo Regional da Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS e pertence à linha de pesquisa LP2- Química Ambiental e energia. A pesquisa apresentada nesse trabalho se constituiu em três principais etapas: análise dos documentos da escola e entrevista com os professores focando em questões ambientais; construção de uma unidade temática com abordagem ambiental; aplicação da Unidade Temática e investigação a partir dos dados coletados. A unidade temática construída através desse trabalho tem foco na poluição atmosférica e na sua relação direta com os conteúdos de química, viabilizando dar ao aluno uma motivação maior para a aprendizagem. Além de estabelecer intrínseca relação entre o conteúdo químico e o contexto do aluno, as atividades propostas podem ser realizadas com materiais de fácil disponibilidade e com foco em estratégias pedagógicas para promoção do aprendizado ativo, visando um maior engajamento dos alunos. A operacionalização das atividades foi realizada colocando o aluno numa postura investigativa e responsável pela própria construção do seu conhecimento. O produto educacional consiste numa Unidade Temática com o tema “Poluição: um inimigo invisível”. Os dados oriundos da coleta de dados durante a aplicação do produto educacional foram analisados na perspectiva da análise de conteúdo. Os resultados obtidos evidenciam que o Ensino de Química foi favorecido pela abordagem da temática poluição atmosférica e pela metodologia de ensino utilizada nesta pesquisa, propiciando a discussão e reflexão de aspectos ambientais que são poucos considerados na sala de aula. Através das atividades propostas e dos momentos de discussão os alunos puderam identificar e refletir sobre as causas e consequências da poluição atmosférica e a responsabilidade que temos de preservar o meio ambiente.

Palavras-chave: Ensino de Química, Educação Ambiental, Abordagem temática, Metodologias ativas.

ABSTRACT

Chemistry, in general, has been presented in a purely theoretical and superficial way, as something that must be memorized and that does not apply to different aspects of daily life. In contrast, studying Environmental Chemistry not only allows the student to understand natural phenomena, but helps him to understand the complex social world he lives in. Therefore, the objective of this work is to investigate how the application of the thematic unit on air pollution can contribute to the process of teaching and learning in Chemistry, as well as collaborating for the formation of more reflective individuals regarding environmental issues. Due to the serious and worrying environmental problems faced by today's society, it is essential to discuss environmental issues in classrooms, so that the student develops values and attitudes that preserve the environment, enabling a change in the environmental scenario of our planet. Furthermore, the approach to the theme in the classroom brings several chemical concepts and opens up great possibilities for reflections, discussions and learning. This work was produced through the PROFQUI National Master's Program in Chemistry at the Regional Pole of the Federal University of Rio Grande do Sul - UFRGS and belongs to the research line LP2- Environmental Chemistry and Energy. The research presented in this work consisted of three main stages: analysis of school documents and interviews with teachers focusing on environmental issues; construction of a thematic unit with an environmental approach; application of the Thematic Unit and investigation based on the data collected. The thematic unit built through this work focuses on air pollution and its direct relationship with the contents of chemistry, making it possible to give the student a greater motivation for learning. In addition to establishing an intrinsic relationship between the chemical content and the student's context, the proposed activities can be carried out with easily available materials and focusing on pedagogical strategies to promote active learning, aiming at greater student engagement. The operationalization of activities was carried out placing the student in an investigative posture and responsible for the construction of his knowledge. The educational product consists of a Thematic Unit with the theme "Pollution: an invisible enemy". The data from the data collection during the application of the educational product were analyzed from the perspective of content analysis. The results obtained show that the teaching of chemistry was favored by the approach to the theme of atmospheric pollution and by the teaching methodology used in this research, enabling the discussion and reflection of environmental aspects that are few considered in the classroom. Through the proposed activities and moments of discussion, students were able to identify and reflect on the causes and consequences of air pollution and the responsibility we have to preserve the environment.

Keywords: Chemistry Teaching, Environmental Education, Thematic Approach, Active Methodologies.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Variação de temperatura e pressão entre as camadas da atmosfera terrestre.	50
Figura 2. Modelo para demonstrar o efeito estufa	57
Figura 3. Demonstração da formação da chuva ácida.	60
Figura 4. Ilustração com as etapas da pesquisa.	63
Figura 5. Número de alunos e suas idades.	66
Figura 6. Objetivo dos instrumentos utilizados para a coleta de dados.	70
Figura 7. Temática ambiental nos livros didáticos de acordo com os professores entrevistados.	75
Figura 8. Conteúdos químicos que são contextualizados com questões ambientais de acordo com os professores entrevistados	77
Figura 9. Poluição atmosférica afeta 300 milhões de crianças no mundo.	91
Figura 10. Simulação sobre chuva ácida	93
Figura 11. Perspectiva dos alunos com relação à contribuição da temática ambiental em sala de aula	97
Figura 12. Temas ambientais estudados pelos alunos participantes.	98
Figura 13. Fonte de informações, explicitada pelos alunos, sobre questões ambientais	100
Figura 14. Número de alunos que definem os fenômenos.	102
Figura 15. Imagem do experimento ovo na garrafa.	103
Figura 16. Imagem do experimento balão que murcha e enche sozinho.	104
Figura 17. Leitura e discussão das reportagens	106
Figura 18. Árvore de problemas elaborada por um grupo de alunos	107
Figura 19. Representação da árvore de problemas elaborada por um grupo de alunos	107
Figura 20. Mural de fatos e notícias construído por um grupo de alunos.	108
Figura 21. Representação de fragmento do mural de fatos e notícias construído por um grupo de alunos.	108
Figura 22. Mural de fatos e notícias construído por um grupo de alunos.	110
Figura 23. Mapa conceitual sendo construído de forma coletiva pelos alunos	111

Figura 24. Mapa conceitual construído pelos alunos sobre poluição atmosférica e funções inorgânicas.	114
Figura 25. Representação do mapa conceitual construído pelos alunos no quadro da sala.	115
Figura 26. Publicação dos infográficos nas mídias sociais da escola	116
Figura 27. Infográfico construído por um grupo de alunos	118
Figura 28. Infográfico construído por um grupo de alunos	120
Figura 29. Porcentagem das respostas dos alunos quanto às aprendizagens construídas através de cada atividade.	127
Figura 30. Respostas dos alunos quanto a motivação na aprendizagem e seus conhecimentos prévios sobre a temática da poluição.	130

LISTA DE QUADROS

Quadro 1. Sintetização das principais informações dos artigos analisados	23
Quadro 2. Principais poluentes, fontes de emissão e efeitos.	51
Quadro 3. Algumas reações de formação da chuva ácida	61
Quadro 4. Resumo das atividades desenvolvidas na unidade temática	84
Quadro 5. Escritas dos alunos sobre as atividades experimentais.	105

LISTA DE ESQUEMAS

Esquema 1. Reação de formação do ácido carbônico.	59
Esquema 2. 1ª Ionização do ácido carbônico com formação do ânion bicarbonato. .	60

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	15
2. REVISÃO DE LITERATURA	22
3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	35
3.1 Um produto educacional com foco em metodologias ativas	35
3.1.1 Metodologias ativas e a motivação para a aprendizagem	36
3.1.2 Metodologias ativas e a aprendizagem significativa	40
3.1.3 O papel da contextualização.....	42
3.2 A química da poluição	47
3.2.1 A atmosfera	47
3.2.2 Poluição e os óxidos.....	51
3.2.3 Poluição e chuva ácida.....	58
4. METODOLOGIA	63
4.1 Etapas da pesquisa.....	63
4.2 A caracterização da pesquisa	64
4.3 Contexto e sujeitos da pesquisa.....	64
4.3.1 Características da escola.....	64
4.3.2 Características dos alunos participantes	65
4.3.3 Características dos professores participantes	66
4.4 Os instrumentos de pesquisa e a coleta de dados.....	67
4.4.1 Documentos da escola e entrevista com os professores.....	67
4.4.2 Aplicação da unidade temática e investigação a partir dos dados coletados.....	68
4.5 A análise de dados.....	71
4.5.1 Análise dos documentos da escola e entrevista com os professores....	71
4.5.2 Aplicação da unidade temática e investigação a partir dos dados coletados.....	72

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	74
5.1 Análise dos documentos da escola e entrevista com os professores	74
5.2 Construção da Unidade Temática	83
5.3 Aplicação da Unidade Temática.....	96
5.3.1 Etapa 1-Avaliação diagnóstica e apresentação da unidade	96
5.3.2 Etapa 2 – Poluição: um problema real.....	106
5.3.3 Etapa 4 – Construção de mapa conceitual	111
5.3.4 Etapa 7 – Compartilhando o que aprendemos	116
5.3.5 Etapa 8 – Finalização da Unidade Temática	121
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	133
REFERÊNCIAS.....	136
APÊNDICES	146
APÊNDICE A – Termo de autorização enviado para os pais dos alunos	146
APÊNDICE B – Questionário aplicado com os professores	147
APÊNDICE C – Carta de apresentação e termo de consentimento dos professores	148
APÊNDICE D – Questionário inicial realizado com os alunos	149
APÊNDICE E – Carta de apresentação entregue para os alunos	150
APÊNDICE F– Questionário final aplicado com os alunos	151
APÊNDICE G – Produto Educacional.....	155

1. INTRODUÇÃO

Devido aos graves e preocupantes problemas ambientais enfrentados pela sociedade atual, torna-se imprescindível a discussão da temática ambiental nas salas de aula, para que o educando desenvolva valores e atitudes que preservem o meio ambiente, possibilitando uma mudança do cenário ambiental do nosso planeta. De acordo com Poletto e Asano:

A escola é, sem dúvida, o local onde podemos discutir a consciência ambiental, pois tem como função educar os cidadãos para que venham a agir de modo responsável e quando bem realizada leva a mudanças de comportamento, atitudes e valores de cidadania que podem ter fortes consequências sociais (POLETTTO; ASANO, 2017, p.93).

No contexto da escola, a Educação Ambiental – EA colabora para que ocorra a inclusão do aluno, a partir do estudo das relações do homem com a natureza, levando-o a ter um posicionamento reflexivo sobre o meio que o cerca. Trazer temas sociais para a sala de aula faz com que os alunos tenham condições de se posicionarem criticamente diante do problema. Além disso, de acordo com a Lei nº 9.795, da Política Nacional de Educação Ambiental - PNEA, no Artigo 3º inciso IV:

[...] todos têm direito à educação ambiental, incumbindo à sociedade como um todo, manter atenção permanente à formação de valores, atitudes e habilidades que propiciem a atuação individual e coletiva voltada para a prevenção, a identificação e a solução de problemas ambientais (BRASIL, 1999, art.3º).

Ademais, a EA permite que o aluno conheça e entenda as transformações que ocorrem em seu meio, desenvolvendo o senso crítico da necessidade da conservação e a preservação do meio ambiente, bem como, seu papel e responsabilidade diante de problemas ambientais. Estudar química ambiental não só permite que o aluno compreenda os fenômenos naturais, mas também o ajuda a compreender o complexo mundo social que ele vive. De acordo com Rossetti:

Acreditamos que a utilização de temas geradores ambientais nas aulas de Química, sob esta abordagem, constitui um importante processo para se trabalhar a conscientização juntamente com a apropriação dos conteúdos químico-científicos, dando condições para que os educandos possam interpretar de forma crítica a realidade em que vivem, articulando o conhecimento químico às questões sociais, ambientais, econômicas e políticas (ROSSETTI, 2007, p.1).

Diante da relevância de se trabalhar temas ambientais em sala de aula, este trabalho se propõe a apresentar uma proposta de unidade temática de química

ambiental, com foco na poluição atmosférica e sua relação direta com os conteúdos de química, viabilizando dar ao aluno uma motivação maior para a aprendizagem. Além de estabelecer intrínseca relação entre conteúdo químico e contexto do aluno, as atividades propostas podem ser realizadas com materiais de fácil disponibilidade e com foco em estratégias pedagógicas para promoção do aprendizado na qual o aluno é agente ativo e participativo, visando um maior engajamento dos alunos.

A operacionalização das atividades pode ser realizada colocando o aluno numa postura investigativa e responsável pela própria construção do seu conhecimento. Para iniciar a construção da unidade temática temos a seguinte pergunta norteadora: **“Como a aplicação da unidade temática sobre poluição atmosférica pode contribuir no processo de ensino e aprendizagem em Química, bem como colaborar para a formação de indivíduos mais reflexivos quanto às questões ambientais?”**

Para essa indagação se pressupõe que pela temática ter implicações no cotidiano de todos, seja por vivência com o problema da poluição ou pela mídia, o aluno compreenderá mais facilmente o conteúdo químico se esse for abordado a partir de algum tema da realidade dele, pois o conteúdo terá significado real para o aluno. Devido à amplitude de opções da temática, o professor poderá abranger variados conteúdos químicos, dando significado ao conhecimento.

Assim, a unidade temática foi embasada em uma metodologia ativa, em que o aluno participa de todo o processo de aprendizagem, tendo um papel central, na qual poderá a partir dos conhecimentos construídos, resolver problemas e mudar suas atitudes, hábitos e sua maneira de enxergar o mundo. Além disso, os fundamentos presentes na teoria da aprendizagem significativa de Ausubel contribuíram para a construção da Unidade Temática, pois possibilitou ampliar nossa visão de como o indivíduo aprende e a relevância do conhecimento prévio para esse processo. Com isso, para o questionamento realizado acima, espera-se que trabalhar com a contextualização, conhecimento prévio e metodologias ativas, o professor criará possibilidades de o aluno interagir ativamente, trazendo o cotidiano dele para a sala de aula e aproximando o conhecimento empírico ao conhecimento científico.

A motivação para a realização desse trabalho partiu do interesse da autora pela natureza e da compreensão da responsabilidade que temos em preservar os recursos naturais para a nossa e as futuras gerações. Além disso, acredita-se que a escola possui um papel importante na formação moral e ética dos alunos. Evidentemente que a educação escolar não é a única responsável, mas tem uma parcela significativa nesse processo. Com isso, a discussão de aspectos relacionados à EA na escola, contribui para o cumprimento desse papel, ainda mais que, a soma desses esforços promove o pleno desenvolvimento do indivíduo como cidadão.

A Educação Ambiental é relacionada aqui como fundamental na formação do cidadão. Esta extrapola os muros da escola e deve ser oferecida em todos os seguimentos da sociedade com caráter permanente num processo dinâmico e integrativo induzindo mudanças de atitudes e formação de uma nova consciência na relação homem/natureza (FERNANDES, 2010, p.78).

A importância dessa pesquisa se dá devido aos poucos trabalhos produzidos na área de química com a inserção da temática poluição atmosférica no Ensino Médio, isso foi verificado através da revisão bibliográfica realizada, que será apresentada no capítulo dois deste trabalho. Além disso, o produto educacional construído através desse trabalho poderá facilitar e auxiliar o professor no planejamento e preparo das suas aulas, pois a unidade temática construída inclui, dentre outros pontos, sugestão de atividades, slides e aprofundamento químico teórico.

O diferencial do produto educacional é a metodologia utilizada, pois as atividades sugeridas foram desenvolvidas colocando o aluno/estudante como agente principal responsável pela sua aprendizagem. Além disso, a abordagem contextualizada da unidade temática construída nesse trabalho destaca-se, também, como um diferencial, pois a química geralmente é apresentada de forma teórica e superficial (e, portanto, entediante para a maioria dos alunos), como algo que se deve memorizar e que não se aplica a diferentes aspectos da vida cotidiana. Não é novidade que a maioria dos jovens não se interessem pela Química e que tenham uma visão distorcida, chegando a considerar que essa ciência não faz parte de suas vidas (ROCHA; VASCONSELOS, 2016). Os Parâmetros Curriculares Nacionais Ensino Médio – PCNEM para a área das Ciências da Natureza e suas Tecnologias, destacam a falta de contextualização nas aulas de química no Brasil. Cabe ressaltar,

que a publicação desse documento ocorreu há 20 anos, porém o cenário permanece.

Apesar disso, no Brasil, a abordagem da Química escolar continua praticamente a mesma. Embora às vezes “maquiada” com uma aparência de modernidade, a essência permanece a mesma, priorizando-se as informações desligadas da realidade vivida pelos alunos e pelos professores (BRASIL, 2000a, p.30).

Com relação à relevância da temática escolhida, a poluição atmosférica precisa ser considerada um problema real e que coloca em risco a saúde e a qualidade de vida das pessoas, além de trazer prejuízos para todo o meio ambiente. Variados são os problemas ambientais enfrentados na atualidade, poluição das águas, queimadas, desmatamentos e poluição atmosférica, são exemplos que afetam a qualidade de vida do ser humano, bem como de outras espécies. De acordo com o Manual de Educação para o Consumo Sustentável:

Grandes partes dos problemas estão relacionados com a exploração e utilização de energia. Poluição, chuva ácida, destruição da camada de ozônio, aquecimento da Terra – por causa da intensificação do efeito estufa – e destruição da fauna e flora são alguns dos efeitos dos processos atualmente disponíveis para a geração de energia (BRASIL, 2005, p.98).

Esses problemas são intensificados nas grandes áreas urbanas. Isso porque, nesses locais há uma grande concentração de pessoas, de atividades industriais e com isso a emissão de gases de automóveis e fábricas. O Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE divulgou alguns indicadores de desenvolvimento sustentável no ano de 2015. Nessa publicação, a poluição atmosférica é indicada como um dos grandes problemas ambientais da atualidade, principalmente nos centros urbanos, tendo implicações graves na saúde da população (IBGE, 2015).

O cenário de devastação do meio ambiente iniciou-se com a Revolução Industrial no século XVIII, momento em que se deixou o modo de produção agrícola e manual, para a produção em larga escala e com a utilização de maquinários. Com isso, desde então, a atividade industrial tem provocado efeitos ambientais graves, devido principalmente a exploração de recursos naturais e a geração de resíduos industriais. Essa questão é levantada por Pott e Estrela (2017, p.271) no trecho abaixo:

A partir da segunda metade do século passado a humanidade pôde acompanhar as consequências de um sistema remanescente da Revolução Industrial que, por visar apenas a produtividade com foco no crescimento econômico, não zelou pela qualidade do ambiente e a consequente saúde da população. Contaminações de rios, poluição do ar, vazamento de produtos químicos nocivos e a perda de milhares de vidas foram o estopim para que, partindo da população e passando pela comunidade científica, governantes de todo o mundo passassem a discutir e buscar formas de remediação ou prevenção para que tamanhas catástrofes não se repetissem (POTT; ESTRELA, 2017, p.271).

Como mencionado acima, as discussões sobre preservação ambiental têm se instalado nos diversos segmentos da sociedade, população, empresários, governantes. Especificamente sobre a temática escolhida, a poluição atmosférica está presente em diversas discussões e é pauta em conferências ambientais mundiais, que reúnem líderes de países para ampliar e debater sobre os impactos ambientais e sobre a necessidade de promover um desenvolvimento econômico sem esquecer da preservação do meio ambiente. Pode-se citar como exemplo a Rio + 20, que aconteceu no ano de 2012 no Rio de Janeiro – RJ, em que o foco principal dessa conferência foi o Desenvolvimento Sustentável. Dentre os diversos temas tratados, a redução da emissão de gases poluentes causadores do efeito estufa esteve em pauta.

[...] vários compromissos foram assumidos durante a realização da Conferência, destacando-se: 1 – Compromisso assumido por prefeitos das maiores cidades do mundo de reduzirem as emissões de gases de efeito estufa em 12% até 2016 e em 1,3 bilhões de toneladas até 2030. Esta definição saiu da “Cúpula dos Prefeitos”, formada pelos prefeitos integrantes do grupo C40, que foi realizada paralelamente á Rio + 20, no espaço Humanidades no Forte de Copacabana. O C40 é presidida pelo prefeito de Nova York, Michael Bloomberg, e reúne 59 das maiores cidades do mundo, entre elas, as brasileiras São Paulo, Rio de Janeiro e Curitiba; 2 – Criação do Primeiro “Banco de Investimentos Verdes” do País e, muito provavelmente, do mundo, anunciado pelo Vice - Primeiro Ministro do Reino Unido, Nick Clegg (SILVA JUNIOR *et al.*, 2012, p.3).

Diante disso, a temática poluição atmosférica ao ser abordada em sala de aula, traz diversos conceitos químicos e abre grandes possibilidades de reflexões, discussões e aprendizagens. Sendo assim, se vê a importância de serem trabalhadas questões ambientais na educação básica, pois como podemos desenvolver uma sociedade mais sustentável e responsável ambientalmente, se isso não for discutido e problematizado na escola?

A partir dessas reflexões o objetivo geral desta pesquisa é: investigar como a aplicação da unidade temática sobre poluição atmosférica pode contribuir no

processo de ensino e aprendizagem em Química, bem como colaborar para a formação de indivíduos mais reflexivos quanto a questões ambientais.

Os objetivos específicos são:

- ❖ Analisar como e com que propósito a química ambiental vem sendo trabalhada em uma escola de educação básica a partir dos documentos (Projeto Político Pedagógico - PPP, planos de estudos e planos de trabalho) e questionário aplicado a professores;
- ❖ Elaborar e aplicar uma unidade temática sobre poluição atmosférica para abordagem dos conceitos químicos das funções inorgânicas, tendo como público alvo alunos do 1º ano do Ensino Médio, a partir de estratégias que insiram o estudante de forma ativa no processo de aprendizagem.
- ❖ Avaliar a motivação, o envolvimento e a aprendizagem dos alunos com a aplicação da unidade temática.

Para tanto, esta dissertação encontra-se dividida em seis capítulos. No primeiro capítulo, a **Introdução** com a apresentação do assunto, justificativa, problema de pesquisa e os objetivos que norteiam o trabalho. Para o segundo capítulo, se expõe uma **Revisão de literatura** com o objetivo de apresentar uma breve análise de publicações de professores que tratam especificamente de alguma experiência de atividades realizadas com abordagem de temáticas ambientais.

Já no terceiro capítulo, evidencia-se a **Fundamentação teórica** na qual este trabalho de pesquisa se baseou. Para isso, dividiu-se nos aspectos pedagógicos e químicos da construção da unidade temática. Nesse capítulo, é discutido sobre o foco do produto educacional, no qual são as metodologias ativas e sua relação com a motivação, aprendizagem significativa e contextualização. Além disso, apresentam-se alguns aspectos químicos da poluição atmosférica, os quais são abordados na unidade temática: a química da atmosfera, poluição e os óxidos, poluição e chuva ácida.

No quarto capítulo deste trabalho, **Metodologia** são apresentados os procedimentos metodológicos seguidos para o desenvolvimento desta pesquisa.

Para isso, as etapas, a caracterização, o contexto, os sujeitos participantes, os instrumentos de coleta de dados e a análise dos dados da pesquisa são demonstrados e discutidos.

Para o capítulo dos **Resultados e discussões** dividiu-se em três partes: análise dos documentos da escola e entrevista com os professores, discussão das atividades e a construção da unidade temática e, por fim, a análise dos dados coletados através da aplicação da unidade temática. Nesse capítulo, são dadas aos professores que desejarem utilizar a unidade temática “Poluição atmosférica: um inimigo invisível” em suas aulas, algumas sugestões para aprimoramento do produto educacional, baseadas na experiência de aplicação deste material.

No último capítulo deste trabalho, **Considerações finais**, retoma-se ao problema de pesquisa e apresenta-se possíveis resoluções, baseadas nas observações e resultados obtidos. Também é exposta uma reflexão com as perspectivas de como a autora espera que este trabalho contribua para a inserção de temáticas ambientais no ensino de química do Ensino Médio.

2. REVISÃO DE LITERATURA

Para aprofundar e compreender melhor a questão de como a temática ambiental é abordada no ensino médio, realizou-se uma revisão de literatura, ou seja, uma análise minuciosa das publicações correntes sobre o questionamento. A pesquisa se caracteriza como estado da arte com caráter exploratório e qualitativo. Estado da arte, pois são analisadas as produções anteriores, buscando novas perspectivas e métodos, a recorrência da temática estudada e evidenciando aquilo que se tem dado maior ou menor destaque nas publicações selecionadas. Além disso, nesse tipo de estudo há possibilidade de relacionar a problemática com publicações realizadas anteriormente (VOSGERAU; ROMANOWSKI, 2014). A pesquisa possui caráter exploratório e será utilizada como parâmetro para orientar o rumo da construção da unidade temática, como explicado abaixo:

Pesquisa exploratória: quando a pesquisa se encontra na fase preliminar, tem como finalidade proporcionar mais informações sobre o assunto que vamos investigar, possibilitando sua definição e seu delineamento, isto é, facilitar a delimitação do tema da pesquisa; orientar a fixação dos objetivos e a formulação das hipóteses ou descobrir um novo tipo de enfoque para o assunto (PRODANOV; FREITAS, 2013, p. 51).

A investigação foi realizada no ano de 2020, nas bases de busca: Química Nova na Escola - QNEsc e Portal de Periódicos CAPES – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior/MEC – Ministério da Educação. O processo de revisão nessas bases se constituiu por atividades de busca, seleção, leitura, catalogação e análise. Os critérios de inclusão das produções foram: artigo que relatasse uma experiência sobre a abordagem da temática ambiental em uma aula de química e o período da publicação ser de 2009 - 2019.

Para a busca na Revista QNEsc, utilizou-se o termo *química ambiental ensino química* e encontrou-se 45 artigos. Na análise das produções divulgadas nos periódicos da CAPES/MEC utilizou-se o mesmo termo, porém encontrou-se 601 artigos. Devido ao grande número de artigos, iniciou-se o processo de seleção através da análise do título. Posteriormente, os títulos que indicavam alguma relação com os critérios de inclusão foram analisados mais profundamente através da leitura do resumo. A seguir, como citado anteriormente, os cinco artigos de cada base que mais condiziam com a problemática inicial foram selecionados para a investigação, totalizando dez publicações.

Logo após a seleção, realizou-se a leitura meticulosa dos artigos, tendo sempre como objetivo compreender como a temática ambiental vem sendo trabalhada na educação básica. Juntamente com a leitura fez-se a catalogação das principais informações dos artigos, e a partir disso elaborou-se o Quadro 1. Os artigos de 1 ao 5 foram selecionados da Revista QNEsc e os artigos de 6 ao 10 foram selecionados do Portal de Periódicos CAPES/MEC.

Quadro 1. Sintetização das principais informações dos artigos analisados

Art	Título	Fonte/Ano	Objetivos	Conclusões
1	Agrotóxicos: uma temática para o Ensino de Química	QNEsc 2010	Apresentar intervenções didáticas, nas quais a temática “Agrotóxicos” é utilizada como eixo norteador na aprendizagem de conteúdos do programa de Química	A temática agrotóxicos atuou como estimulante na aprendizagem da temática e dos conteúdos abordados.
2	Articulação de conceitos químicos em um contexto ambiental por meio do estudo do ciclo de vida de produtos	QNEsc 2009	Possibilitar aos alunos a realização de pesquisas e discussões a respeito de um tema atual e relevante: ciclo de vida de produtos	O projeto tem contribuído para articular conhecimento químico e realidade do aluno, ampliando a consciência dos estudantes em relação ao consumo e descarte de embalagens.
3	Educação ambiental no ensino de química: reciclagem de caixas Tetra Pak® na construção de uma tabela periódica interativa.	QNEsc 2016	Organizar uma atividade que possa contribuir para a formação de um aluno capaz de se posicionar, julgar e tomar decisões justas em relação a questões que envolvam a química, a sociedade e o meio ambiente, devido à importância do ambiente natural para sobrevivência humana.	O projeto permitiu aos alunos uma reflexão sobre os impactos ambientais ocasionados por várias atividades do seu cotidiano, promovendo o incentivo a atitudes mais sustentáveis.
4	As questões ambientais e a química dos sabões e detergentes.	QNEsc 2010	Relatar a experiência de elaboração e aplicação de uma proposta de ensino de química e incorporar nessa proposta as ideias de CTSA, letramento científico, abordagem problematizadora e a contextualização.	Os alunos tornaram-se mais críticos e reflexivos quanto à presença da química no seu cotidiano.

Continua

Art	Título	Fonte/Ano	Objetivos	Conclusões
5	O Lixo eletroeletrônico: Uma Abordagem para o Ensino Fundamental e Médio	QNEsc 2010	Não deixa claro	A temática lixo eletroeletrônico é uma excelente ferramenta para a sensibilização por questões ambientais como também para despertar a curiosidade e facilitar a aprendizagem de diversos conteúdos.
6	Análise de rótulos de produtos domissanitários como forma de discutir a química no cotidiano dos estudantes	Ciencia-Tecnología-Sociedad, Universidad Nacional Autónoma de México 2015	Descrever uma atividade demonstrativa-investigativa, realizando a análise de rótulos de produtos domissanitários, com o objetivo de auxiliar o discente a reafirmar e/ou ressignificar seus conhecimentos sobre os mesmos e sua relação com segurança, saúde, meio ambiente, ciência e tecnologia.	Os alunos puderam ressignificar a química em seu cotidiano através da atividade, e que uma abordagem relacionando a química e a sociedade possibilita ao aluno um olhar mais crítico, aprendendo a considerar aspectos éticos e econômicos que perpassam a produção de um produto de limpeza.
7	Processo de ensino/aprendizagem dos conceitos de ácidos e bases com a inserção da experimentação utilizando a temática sabão ecológico	Revista Holos 2017	Investigar as opiniões dos alunos sobre o tema sabão de ecológico, a partir da proposta didática apresentada.	Os alunos consideraram a atividade experimental como motivadora, e que colaborou no processo de ensino aprendizagem do conteúdo ácido e base, além de promover a conscientização ambiental.
8	Educação ambiental nas aulas de química: a experiência de uma sequência didática sobre Química Verde	X Congresso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias 2017	Construir e analisar a implementação de uma Sequência Didática sobre Química Verde para articulação da Educação Ambiental nas aulas de Química da Educação Básica, tendo como norteadoras as Diretrizes Curriculares Nacionais da Educação Ambiental.	A sequência didática possibilitou ao aluno reflexões críticas a respeito do seu papel diante da construção de uma sociedade mais sustentável e um importante instrumento para a articulação da Educação Ambiental nas aulas de Química.

Art	Título	Fonte/Ano	Objetivos	Conclusões
9	O ensino de radioatividade em Química e a Educação Ambiental sob a perspectiva crítica.	X Congresso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias 2017	Pensar sobre o seguinte questionamento: É possível despertar a curiosidade epistemológica e a dialogicidade em alunos do 2º ano do Ensino Médio a partir do ensino de radioatividade na disciplina de Química?	A temática radioatividade atuou como motivacional, onde o aluno pôde ativamente participar como autor da aprendizagem, e conscientizar-se, não baseando apenas no conhecimento empírico.
10	Educação ambiental no ensino de química através da confecção de puff's em PET	RCT - Revista Ciência e Tecnologia 2016	Não deixa claro	A estratégia utilizada contribuiu para construção do conhecimento químico, associando a teoria e a prática, auxiliando também na conscientização da população com relação aos impactos ambientais gerados através do descarte inadequado de resíduos.

Fonte: A autora (2020)

Para a etapa de análise dos artigos, primeiramente, se fez um breve resumo da atividade que é relatada em cada publicação. No artigo 1 é descrita uma intervenção didática no Ensino Médio que relaciona conteúdos químicos à temática agrotóxico. Definiu-se no artigo analisado que agrotóxicos são produtos químicos usados no setor de produção agrícola. O estudo dessa temática torna-se relevante, pois o uso indiscriminado desses produtos causa diversos problemas, tanto para o meio ambiente quanto para os animais e seres humanos. As estratégias didáticas, segundo os autores, foram elaboradas considerando o estudante como participante ativo na sala de aula. As atividades desenvolvidas incluíram experimentos, leitura e interpretação de textos e discussões em grupos (CAVALCANTI *et al.*, 2010).

No artigo 2 foi proposto o desenvolvimento de um projeto que trabalhasse os conteúdos químicos considerando a análise do ciclo de vida dos produtos. Essa análise é comum no âmbito das indústrias, que visam avaliar os impactos ambientais relacionados a todo o ciclo de vida do produto, ou seja, considerar todas as fases de produção e seus deslocamentos, o que torna a análise essencial para o desenvolvimento sustentável. Durante o projeto, os alunos puderam compreender quais os materiais que constituíam as embalagens, bem como refletir sobre o

descarte de materiais e repensar hábitos de consumo (MATEUS; MACHADO; BRASILEIRO, 2009).

Para o artigo 3 os autores desenvolveram com alunos do Ensino Médio uma tabela periódica interativa a partir da reciclagem de embalagens Tetra Pak®. A composição desse tipo de embalagem inclui diferentes camadas de materiais (papel, alumínio e plástico), o que dificulta sua reciclagem. Com isso, a discussão e reflexão sobre essa temática traz importantes contribuições para o meio ambiente, pois o descarte incorreto de embalagens propicia o entupimento de bueiros e acarreta na formação de alagamentos, além da proliferação de diversos transmissores de doenças. Através desse projeto o professor pôde abordar problemas ambientais e discutir com os alunos a necessidade da preservação do meio ambiente (WUILLDA *et al.*, 2017).

No artigo 4 é apresentado um relato de uma proposta didática na qual é inserida as concepções de Ciência, Tecnologia, Sociedade e Meio Ambiente - CTSA, letramento científico, abordagem problematizadora e do cotidiano no ensino de química. Nessa proposta, a abordagem é realizada através de temas ambientais relacionadas ao uso de sabões e detergentes, o que torna o trabalho significativo para a preservação do meio ambiente. Isso porque, as atividades desenvolvidas promoviam uma discussão sobre a degradação dos rios, provocadas por esgotos domésticos (RIBEIRO; MAIA; WARTHA, 2010).

No artigo 5 analisado é relatado um projeto que foi executado através de oficinas e palestras sobre o lixo eletroeletrônico com turmas de Ensino Fundamental e Ensino Médio em eventos como feiras de ciências ou semanas culturais. Após a exposição do assunto na palestra os alunos participaram de oficinas nas quais aparelhos ultrapassados ou estragados eram desmanchados. Importante destacar as contribuições acerca da discussão sobre lixo eletrônico, pois do ponto de vista ambiental, a produção cada vez maior de aparelhos eletroeletrônicos traz dois principais riscos: o grande consumo dos recursos naturais utilizados na fabricação e o descarte inadequado, o que pode contaminar solo, água ou até mesmo o ar, caso o aparelho seja incinerado. Com isso, discutir esse assunto na escola pode promover um consumo consciente e o descarte correto dos eletrônicos, através de

programas de coleta seletiva desse lixo, valorizando a reciclagem (OLIVEIRA; GOMES; AFONSO, 2010).

No artigo 6 é descrita uma atividade que consiste na análise de rótulos de produtos domissanitários. Os autores afirmam que a prática desenvolvida buscou além de simplesmente identificar as substâncias presentes, proporcionar momentos de discussão sobre segurança, saúde, meio ambiente e a tecnologia envolvida na produção de produtos domissanitários. Dessa forma, é pertinente que o estudante tenha a oportunidade de dar novo significado a química em seu cotidiano, por meio da análise da sua exposição a produtos que são perigosos e que são de fácil aquisição (GOMES; DIONYSIO; MESSEDER, 2015).

O artigo 7 relata uma atividade que trabalha, a partir da temática sabão ecológico, os conceitos de funções orgânicas. O descarte inadequado do óleo de cozinha no esgoto, além dos problemas ambientais da poluição das águas, o resíduo de óleo pode danificar as tubulações do esgoto, causando prejuízos econômicos. Diante disso, a discussão desse tema em sala aula viabiliza uma possível mudança de atitude por parte dos alunos e das suas famílias com relação ao descarte correto do óleo de cozinha e o aproveitamento desse resíduo para a produção de sabão ecológico. Dentre as atividades desenvolvidas estão a exposição de conceitos, aplicação de questionário, atividade experimental (produção de sabão a partir de óleo de cozinha) e resolução de questões de vestibular/ENEM – Exame Nacional do Ensino Médio (DANTAS FILHO; SILVA; COSTA, 2017).

No artigo 8 é apresentada e analisada a aplicação de uma sequência didática sobre Química Verde - QV, a qual abrangeu, a Educação Ambiental em aulas de química da educação básica. A QV desenvolve processos e produtos químicos que reduzem ou eliminam a utilização de substâncias prejudiciais ao meio ambiente e ao ser humano. Dessa forma, a temática proporciona uma aproximação da química à realidade dos alunos, além de discutir o papel de cada indivíduo frente a problemas ambientais (ROCHA *et al.*, 2017).

No artigo 9 os autores apresentam uma proposta didática sobre radioatividade, relacionando a temática ao meio ambiente e à sociedade. A radioatividade é a propriedade que alguns átomos possuem de emitir

espontaneamente energia. O estudo da radioatividade tem contribuído para o desenvolvimento de novas tecnologias que visam melhorar a qualidade de vida do ser humano. Com isso, torna-se relevante a discussão sobre a relação de poder que a radioatividade gera, os possíveis riscos socioambientais, suas contribuições para a sociedade e não somente o conceito de átomos, energia e radiações. Além disso, no trabalho analisado é enfatizado que somente apresentar a gravidade dos problemas ambientais em sala de aula não é suficiente para uma educação ambiental crítica, é preciso levar o aluno a pensar e refletir criticamente, não através de uma ação mecânica, mas sim dialógica (FREITAS; VAZ, 2017).

No último artigo analisado, artigo 10, é descrita uma intervenção didática onde os alunos confeccionaram bancos a partir de garrafas PET - Polietileno Tereftalato para trabalhar a Educação Ambiental no ensino de química. O lixo pode ser considerado um dos problemas ambientais da atualidade. A quantidade de rejeitos está cada vez maior devido à falta de medidas adotadas pelo poder público e ao consumo exagerado da população. O lixo gerado pelas garrafas PETs se destacam devido ao aumento da produção e descarte desse material, tornando a discussão da reciclagem uma alternativa possível para amenizar o problema (BECKER; MARTINS, 2016).

A partir da revisão bibliográfica, fizeram-se as discussões dos resultados obtidos e a compreensão de como e com qual propósito a temática ambiental é abordada na Educação Básica. Primeiramente, abordaremos a questão do “como”.

Dos dez artigos analisados, nove destacam a importância de se trabalhar a partir de temas, trazendo a química para o cotidiano do aluno (artigos 1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, 9 e 10). Com isso, a abordagem de temas nas aulas de química, efetiva a contextualização dos conceitos químicos. No artigo 1 o tema foi escolhido pelos autores devido à grande pertinência social, pois os agrotóxicos têm causado problemas ao homem e também ao meio ambiente. Os autores desse artigo ressaltam que trabalhar a química a partir de temas tem sido uma boa alternativa encontrada por professores para despertar o interesse e assim, facilitar a aprendizagem (CAVALCANTI *et.al.*, 2010). No artigo 4 os autores afirmam:

Nos dias atuais, não se pode mais conceber propostas para um Ensino de Química sem incluir, no planejamento da disciplina, temas ou componentes que estejam orientados na busca de aspectos sociais, econômicos e ambientais do contexto em que estão inseridos os estudantes (RIBEIRO; MAIA; WARTHA, 2010, p.169).

Além disso, oito artigos evidenciam a importância da contextualização no ensino de química, mostrando que a educação não pode ser entendida apenas como a instrução e aprendizagem de conteúdos, que muitas vezes, não fazem sentido para o aluno (artigos 1, 2, 3, 4, 6, 7, 8 e 10). Segundo Paulo Freire, é importante que o educador tenha um respeito com o saber dos alunos e discuta com eles a realidade na qual estão inseridos, ou seja, “estabelecer uma necessária ‘intimidade’ entre os saberes curriculares fundamentais aos alunos e a experiência social que eles têm como indivíduo” (FREIRE, 1996, p.30). No artigo 3 os autores demonstram em sua escrita a preocupação em elaborar uma atividade que aborde a realidade dos alunos.

Sendo assim, nos preocupamos em abordar os conceitos químicos de forma contextualizada, contribuindo para um ensino de qualidade através da formação de indivíduos capazes de se posicionarem diante de questões socioambientais, colaborando, assim, para o pleno exercício da cidadania (WUILLDA *et al.*, 2017, p.270).

Ainda com relação à contextualização, importante de se perceber é que sete artigos escolheram a temática ambiental devido a um problema ou uma situação local (Artigos 1, 2, 3, 4, 6, 9 e 10). Podemos destacar o artigo 10 que partindo de uma necessidade local de reciclagem do lixo, elaborou uma proposta didática que proporcionou uma difusão da importância da reutilização dos resíduos, tratamento do lixo e preservação do meio ambiente além de trabalhar diversos conceitos químicos. Como colocado pelos autores:

Considerando a necessidade no município de Rorainópolis de desenvolver formas de reciclagem para as diversas formas de lixo geradas, este artigo apresenta uma intervenção didática em que se trabalhou a educação ambiental nas aulas de química por meio do reaproveitamento de garrafas PET na confecção de puff's (BECKER; MARTINS, 2016, p.4).

No artigo três, os alunos construíram uma tabela periódica a partir de material reciclado, pois no entorno da escola havia o problema de lixo sendo descartado em lugar inadequado, como é relatado a seguir:

Essa necessidade de buscar nos alunos a conscientização quanto ao uso adequado dos recursos naturais e a preservação ambiental se originou da realidade vivenciada no entorno da escola, onde é visível a grande quantidade de lixo descartado nas calçadas e ruas devido à coleta irregular, propiciando o entupimento dos bueiros e acarretando na formação de alagamentos, além da proliferação de diversos transmissores de doenças (WUILLDA *et.al.*, 2017, p.270).

Outro ponto que podemos perceber é que cinco dos dez artigos analisados consideraram o conhecimento prévio dos alunos com relação à temática abordada (artigos 1, 4, 7, 8, e 10). No artigo 8, os autores relatam que o conhecimento explicitado pelos alunos antes da aplicação da sequência didática, foi utilizado para a construção e orientação das aulas posteriores.

As estratégias didáticas foram estruturadas como Sequências Didáticas - SD, três SD foram construídas a partir de aplicação e análise de questionário prévio no público alvo e estudo das Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Ambiental - DCNEA (ROCHA *et.al.*, 2017, p.3462).

A realização pelo professor de uma avaliação diagnóstica antes da definição de como abordar o conteúdo, auxiliará o professor a conhecer e compreender a realidade do aluno. Ao iniciar a discussão de um assunto sem esse conhecimento, o professor perde a oportunidade de cativar a atenção e estimular o aluno a aprender o conteúdo que lhe será apresentado. O conhecimento prévio possibilita também a relação do aluno com o que será ensinado, e quanto mais o professor considerar o que o aluno já sabe, mais significativa torna-se a aprendizagem.

A problematização do conteúdo químico está presente em cinco relatos dos professores, demonstrando mais uma vez a preocupação em trabalhar o cotidiano do aluno em suas aulas (artigos 3, 4, 6, 8 e 9). Problematizar é mais profundo que simplesmente o professor fazer perguntas e esperar respostas “prontas”, problematizar está relacionada a desafiar o aluno a mobilizar seus conhecimentos para construir uma explicação razoável e, além disso, estimulando-o a aprender e buscar formas de resolver problemas.

No artigo 6 os autores relatam que como atividade inicial motivadora, foi proposta uma discussão sobre a composição química dos produtos que são utilizados em casa para limpeza. À medida que a discussão fluía, o professor problematizava, possibilitando a motivação e maior interesse dos alunos, “[...] à medida que as curiosidades e dúvidas surgiram, o professor orientava,

problematizando e discutindo com os grupos, observando os tópicos de ciência, tecnologia, segurança, saúde e meio ambiente” (GOMES; DIONYSIO; MESSEDER, 2015, p.22).

Cabe ressaltar que apenas em quatro artigos a participação ativa dos alunos é evidenciada como uma preocupação dos professores na abordagem em sala de aula (artigos 1, 4, 6 e 7). Proporcionar ao aluno uma educação em que ele constrói ativamente sua aprendizagem, não é tarefa fácil para os professores, pois estão habituados a assumirem uma posição em que são os detentores do conhecimento e os alunos meros espectadores. Por isso, ao permitir e incentivar que o aluno se posicione ativamente em sala de aula, isso tira o professor do centro e coloca o aluno, torna-o protagonista no processo de aprendizagem, dando ao professor um papel de mediador e colaborador. No artigo 1 é concluído que os alunos participaram ativamente das atividades propostas, o que é colocado a seguir:

As estratégias didáticas utilizadas (experimentação, leitura e interpretação de textos, discussão em grupos, estudo do meio, dentre outras) exigiram uma participação ativa dos estudantes nos seus processos de aprendizagem, pois a professora motivou-os a socializarem suas ideias, valorizou suas participações, comemorou as conquistas e não permitiu a finalização do diálogo (CAVALCANTI *et.al.*, 2010, p.35).

A partir dessas discussões podemos perceber que a temática ambiental tem sido abordada no Ensino Médio como forma de relação entre o cotidiano do aluno e o conteúdo químico, possibilitando ao aluno utilizar o conhecimento adquirido em sala de aula no seu dia a dia e tomar decisões que colaboram para a sua qualidade de vida. Os relatos dos professores mostram também uma valorização do conhecimento prévio do aluno, que na maioria dos casos é investigada através da contextualização e problematização de temas sociais e ambientais. Além disso, as atividades elaboradas por esses professores propiciaram uma participação ativa dos alunos, capacitando-os a participar da sociedade e exercer a cidadania.

A revisão bibliográfica também possibilitou algumas reflexões e compreensões sobre com qual propósito a temática ambiental vem sendo abordada no Ensino Médio. Dos dez artigos analisados, seis destacaram que trabalhar essa temática possibilita uma maior motivação, desperta a curiosidade ou aumenta o estímulo em aprender (artigos 1,3, 5, 7, 9 e 10). A motivação em aprender torna o aprendizado mais eficaz e prazeroso, ainda mais que, quando os alunos estão

curiosos e motivados com relação ao tema, eles questionam e buscam as respostas ativamente.

O desafio está em encontrar estratégias que proporcionam aos alunos condições para se motivarem. No artigo 7 os autores destacam que o objetivo da proposta era a motivação dos alunos em aprender química.

O estudo da produção do sabão ecológico foi embasado na elaboração de uma proposta didática, cujo objetivo, foi motivar os alunos a estudar química de forma transversal, no sentido de contribuir para a compreensão dos conceitos químicos (DANTAS FILHO; SILVA; COSTA, 2017, p.166).

No artigo 5 é colocado que despertar a curiosidade facilita a aprendizagem “Tanto em aulas de ciências (ensino fundamental) como de química (ensino médio), os EEE (equipamentos eletroeletrônicos) despertam a curiosidade dos alunos e facilitam a exposição e a assimilação de diversos conceitos abordados nessas disciplinas.” (OLIVEIRA; GOMES; AFONSO, 2010, p.247).

Promover um espaço em sala de aula que estimule e que seja interativo e com troca de conhecimentos, é possibilitar uma educação para a cidadania. Em vários momentos, a educação para o exercício pleno da cidadania é destacada na Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional - LDB e nos Parâmetros Curriculares Nacionais - PCNs. Na LDB é evidenciado que “A educação, dever da família e do Estado, inspirada nos princípios de liberdade e nos ideais de solidariedade humana, tem por finalidade o pleno desenvolvimento do educando, seu preparo para o exercício da cidadania e sua qualificação para o trabalho” (BRASIL, 1996, art. 2º). Nos PCNs é demonstrada também a necessidade da educação para a formação de cidadãos, “[...] a educação possa atuar, decisivamente, no processo de construção da cidadania, tendo como meta o ideal de uma crescente igualdade de direitos entre os cidadãos, baseado nos princípios democráticos” (BRASIL, 1997, p.13).

Através desses documentos oficiais, a escola torna-se um espaço para aprender a viver em comunidade e se perceber como membro dessa comunidade, e participar ativamente das discussões e decisões, conhecer e exercer os seus direitos e deveres em diálogo e no respeito, para isso, os conteúdos tornam-se instrumentos para essa formação cidadã, tornam-se o meio e não o fim. E trabalhar

a Educação Ambiental em sala de aula, contribui para a formação de cidadãos conscientes, críticos e capazes de tomar decisões diante de problemas ambientais.

A Educação Ambiental que objetiva a cidadania é ressaltada em oito dos dez artigos analisados (artigos 1, 2, 3, 4, 6, 7, 8 e 9), dentre os quais podemos citar o artigo 7, os autores colocam que o professor precisa selecionar os conteúdos químicos e abordá-los de forma contextualizada e interdisciplinar, para que o aluno tenha informações necessárias para exercer a cidadania e relacionar o conhecimento científico à realidade e ao ambiente em que está inserido (DANTAS FILHO; SILVA; COSTA, 2017, p.162).

No artigo 4 os autores utilizam o cotidiano do aluno como ponto inicial. Para isso, as discussões são baseadas na degradação do Rio Cachoeira nos municípios de Itabuna e Ilhéus - Bahia e o consumo e produção de sabões e detergentes. Essa temática foi escolhida devido à possibilidade de relação entre conceitos químicos e questões ambientais, e através disso, os autores buscam conscientizar os alunos sobre a importância do rio para o município e de como a química pode contribuir e manter uma nova relação entre o ser humano e o meio ambiente (RIBEIRO; MAIA; WARTHA, 2010).

Essa busca pela conscientização e sensibilização dos alunos colocada pelos autores no artigo citado acima, é destacada em nove artigos analisados (artigos 1, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 9 e 10). Podemos apontar para o artigo 5, que relata que o lixo eletroeletrônico é mais um dos diversos problemas ambientais enfrentados pela sociedade, e a atividade desenvolvida pode ser um instrumento para sensibilizar os alunos desse problema, conforme o trecho a seguir “O lixo eletroeletrônico é uma excelente ferramenta de sensibilização dos alunos, tanto para questões ambientais quanto para perceber a importância das propriedades dos elementos químicos na concepção dos produtos de nossa vida moderna” (OLIVEIRA; GOMES; AFONSO, 2010, p.247).

A sensibilização e a conscientização ambiental são excelentes ferramentas que podem propiciar uma mudança comportamental com relação ao meio ambiente. Isso é salientado em alguns artigos analisados, como por exemplo, no artigo 3, onde os autores afirmam que a Educação Ambiental é uma importante possibilidade para

promover nos alunos uma mudança de atitude na forma com que se relacionam com a natureza, contribuindo para a formação de pessoas mais críticas e que busquem a preservação da vida no planeta.

A partir da avaliação amostral realizada nessa revisão de literatura, podemos finalizar afirmando que a temática ambiental vem sendo abordada no Ensino Médio com o intuito de sensibilizar os alunos da sua responsabilidade diante de problemas ambientais, e com isso, promover uma mudança na forma de relação do indivíduo com a ambiente a sua volta. Além disso, os professores trabalham com essa temática buscando despertar a curiosidade, aumentar a motivação e estimular o aluno a aprender e relacionar conceitos químicos com o seu cotidiano. Outro ponto a considerar é que a formação de cidadãos críticos, capazes de compreender e se posicionar frente a questões ambientais, também são alvos que os professores buscam ao discutir temáticas ambientais em suas aulas.

3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Esse capítulo abrange, num primeiro momento, aspectos pedagógicos teóricos que fundamentaram a construção e a elaboração da unidade temática, que é o produto educacional proveniente desse trabalho. Posteriormente, buscou-se apresentar um aprofundamento no conteúdo químico e a relação entre os conceitos químicos que serão abordados no produto educacional, e a temática escolhida, a qual é a poluição atmosférica.

3.1 Um produto educacional com foco em metodologias ativas

A unidade temática desenvolvida nesse trabalho utilizou estratégias em que o aluno é estimulado a assumir uma postura ativa no processo de aprendizagem, o que rompe com o modelo tradicional de ensino, no qual o aluno apenas “assiste” à aula e busca absorver algum conhecimento que está sendo transmitido naquele momento. A nova Base Nacional Comum Curricular - BNCC propõe a superação do ensino tradicional, e orienta que o ensino não deve ser fragmentado e descontextualizado, mas que o aluno precisa ser estimulado a aplicar os conteúdos na vida real dando sentido ao que aprendeu, dessa forma, não deve ser tratado como espectador e sim como protagonista (BRASIL, 2017). Desenvolver novas estratégias educacionais em que o aluno é protagonista resulta em uma mudança da prática pedagógica, ou seja, em uma inovação. Como afirmam Camargo e Daros:

Criar condições de ter uma participação mais ativa dos alunos implica, absolutamente, a mudança da prática e o desenvolvimento de estratégias que garantam a organização de um aprendizado mais interativo e intimamente ligado com as situações reais. Por isso, a inovação na educação é essencialmente necessária. A inovação é uma das formas de transformar a educação (CAMARGO; DAROS, 2018, p.4).

Quando os sujeitos que estão presentes na sala de aula compreendem que é através das relações que se aprende, e que o professor não é o único responsável pela efetiva aprendizagem, todos contribuem para um objetivo comum, aprender. Com isso, ressalta-se que a postura do professor em sala de aula pode facilitar ou não a aprendizagem. Se o professor assumir uma posição de ser aprendiz, ou seja, que está constantemente aprendendo e não somente ensinando, o ambiente em sala será de cooperação. Com isso, o aluno percebe que sua participação é essencial e que suas colocações, dúvidas e conhecimentos contribuem para a

construção da sua própria aprendizagem, bem como a todos da sala de aula. Isso é pautado por Camargo e Daros quando afirmam:

Sabe-se que, em espaços nos quais os professores assumem a centralidade do processo e se apresentam como detentores de todo o conhecimento, acaba-se por impossibilitar a participação mais ativa dos estudantes e, ainda, se instaura o medo de errar, de arriscar e de participar (CAMARGO; DAROS, 2018, p.6).

As estratégias pedagógicas utilizadas nessa unidade vão em direção contrária à educação bancária criticada por Paulo Freire (1987), em que o professor transmite o conhecimento para o aluno e depois, para ser aprovado, ele precisa devolver exatamente o conhecimento que recebeu, assim como em uma transação bancária. Dessa maneira, o professor não estimula a análise crítica e sim a memorização dos conteúdos.

3.1.1 Metodologias ativas e a motivação para a aprendizagem

A motivação é um aspecto determinante no processo de aprendizagem, pois a intensidade e a qualidade do envolvimento exigido para aprender dependem dela. Geralmente, estudantes desmotivados para realização das atividades escolares acabam apresentando desempenho inferior, aquém de suas reais potencialidades (SEVERO; KASSEBOEHMER, 2017).

Conforme afirma Pozo (2002, p.146), “a motivação pode ser considerada como um requisito, uma condição prévia da aprendizagem”. Assim, um estudante motivado, demonstra interesse por determinado conteúdo, e esse interesse “o impulsiona a se aprofundar nela e a vencer os obstáculos que possam ir se apresentando ao longo do processo de aprendizagem” (FITA, 1999, p.78). Um estudante motivado participa de forma ativa do processo de aprendizagem, com dedicação, persistência, engajamento e até entusiasmo na realização em sala de aula, desenvolvendo habilidades e superando desafios (GUIMARÃES; BORUCHOVITCH, 2004).

Por esse motivo é necessário fomentar entre os estudantes uma motivação intrínseca pela aprendizagem (PAJARES; SCHUNK, 2001). Para isso é preciso superar o modelo de ensino baseado unicamente na transmissão de conteúdo. Uma vez que, segundo Santos e colaboradores:

Pesquisas têm mostrado que o ensino de Química geralmente vem sendo estruturado em torno de atividades que levam à memorização de informações, fórmulas e conhecimentos que limitam o aprendizado dos alunos e contribuem para a desmotivação em aprender e estudar Química (SANTOS *et al.*, 2013, p.1).

Percebe-se assim que é necessário mais do que conteúdos disciplinares, já que na sociedade atual é fundamental o estudante aprender a aprender, e desenvolver diversas competências. “A sala de aula precisa ser ativa e significativa ao proporcionar espaços de construção de conhecimento” (RAUPP *et al.*, 2019, p.16). Ainda, segundo as diretrizes da BNCC, para que o aluno desenvolva competências necessárias para a vida em sociedade, é preciso muito mais do que acumular informações que são repassadas na escola.

No novo cenário mundial, reconhecer-se em seu contexto histórico e cultural, comunicar-se, ser criativo, analítico-crítico, participativo, aberto ao novo, colaborativo, resiliente, produtivo e responsável requer muito mais do que o acúmulo de informações. Requer o desenvolvimento de competências para aprender a aprender, saber lidar com a informação cada vez mais disponível, atuar com discernimento e responsabilidade nos contextos das culturas digitais, aplicar conhecimentos para resolver problemas, ter autonomia para tomar decisões, ser proativo para identificar os dados de uma situação e buscar soluções, conviver e aprender com as diferenças e as diversidades (BRASIL, 2017, p.14).

Nesse sentido as metodologias ativas de ensino e aprendizagem possuem um importante papel, pois têm como principal característica a inserção do estudante como agente principal e responsável pela construção da sua aprendizagem. Na BNCC é colocado que o aluno precisa ser o protagonista no processo de ensino e aprendizagem, pois dessa forma, aprende a ter criatividade, autonomia, pensamento crítico e outros valores essenciais para a formação de cidadãos ativos na sociedade. Além disso, ao desenvolver a autonomia, o aluno aprende a refletir antes de tomar as próprias decisões sobre os benefícios e malefícios e aprende a assumir responsabilmente as consequências de suas escolhas. Com isso, os alunos desenvolvem habilidades para lidar consigo e com a sociedade em que está inserido. Como é colocado na BNCC no trecho abaixo:

[...] que garanta aos estudantes ser protagonistas de seu próprio processo de escolarização, reconhecendo-os como interlocutores legítimos sobre currículo, ensino e aprendizagem. Significa, nesse sentido, assegurar-lhes uma formação que, em sintonia com seus percursos e histórias, permita-lhes definir seu projeto de vida, tanto no que diz respeito ao estudo e ao trabalho como também no que concerne às escolhas de estilos de vida saudáveis, sustentáveis e éticos (BRASIL, 2017, p.463).

Embora as metodologias ativas estejam em destaque nas últimas décadas, segundo Costa e Coutinho (2019) seus aspectos remontam ao fim do século XIX. Podendo citar como exemplo John Dewey (1979), que dava ênfase ao “aprender a aprender”, propondo o modelo de ensino e aprendizagem focado no aluno e a partir da problematização dos conhecimentos prévios dos mesmos alunos (PEREIRA *et al.*, 2009). Anteriormente Edouard Claparède (CLAPARÈDE, 1920, apud MAULINI, 1996), tratou de temas como a afetividade e suas relações com o interesse e a inteligência.

De uma forma geral, as metodologias ativas podem ser compreendidas como práticas pedagógicas motivadoras. No âmbito da renovação metodológica, as metodologias ativas “são metodologias de ensino que envolvem os alunos em atividades diferenciadas, com vários aspectos e maneiras de ensino a fim de desenvolver habilidades diversificadas” (SANTOS; NETO; FRAGOSO, 2018, p.531). Atualmente, entende-se que as metodologias de ensino são tão importantes quanto os próprios conteúdos abordados em sala de aula (PAIVA *et al.*, 2016).

As possibilidades para desenvolver metodologias ativas em sala de aula são inúmeras. Podendo se optar por uma metodologia ativa específica como a da aprendizagem baseada em problemas (*problem-based learning* – PBL), a aprendizagem baseada em equipe (*team-based learning* – TBL), estudo de casos, sala de aula invertida (*flipped classroom*), instrução pelos pares ou colegas (*peer instruction*), ensino sob medida (*just in time teaching*), entre outros (DE MIRANDA MORAES; CARVALHO; NEVES, 2016; PAIVA *et al.*, 2016).

Na aprendizagem baseada em problemas, um grupo de alunos se reúne, com a orientação do professor, para analisar e resolver um problema preestabelecido com objetivos específicos de aprendizagem. Durante esse processo de interação entre os estudantes e o professor na busca pela resolução do problema, os alunos aprendem a trabalhar no coletivo e a perceberem a aplicabilidade dos conteúdos no problema proposto. Na aprendizagem baseada em equipe, o professor divide a turma em pequenos grupos para que discutam e realizem as atividades propostas, dessa forma, os alunos tornam-se responsáveis pela sua própria aprendizagem e ainda, o trabalho em equipe colabora para o desenvolvimento de habilidades como a comunicação, argumentação, aceitação de opiniões contrárias, análise de diferentes

alternativas, habilidades essas tão relevantes na formação profissional e para as relações interpessoais (PAIVA *et al.*, 2016).

A metodologia ativa do estudo de caso é uma estratégia que utiliza a análise de um fenômeno real considerando os aspectos que influenciam e o contexto em que está inserido tal fenômeno. Na metodologia de aprendizagem da sala de aula invertida, a idéia central é que o aluno assista previamente às principais explicações gravadas em vídeo pelo professor e que estude a temática antecipadamente. Na aula presencial, o aluno esclarece as dúvidas, discute com os colegas e realiza as atividades (BERGMANN; SAMS, 2019). Já o método de ensino, instrução pelos pares, está baseado no estudo prévio de materiais disponibilizado pelo professor e, na sala de aula, os alunos discutem o conteúdo entre si, dessa forma, a meta principal do método, é que a aprendizagem ocorra através da interação entre os alunos. No ensino sob medida o ponto principal é que o planejamento da aula é baseado nas dificuldades apresentadas pelos alunos, ou seja, a aula é centrada nas dificuldades dos alunos. (ARAUJO; MAZUR, 2013).

Entretanto cabe elucidar que outros procedimentos também podem constituir metodologias ativas, como exemplificado:

[...] seminários; trabalho em pequenos grupos; relato crítico de experiência; socialização; mesas-redondas; plenárias; exposições dialogadas; debates temáticos; oficinas; leitura comentada; apresentação de filmes; interpretações musicais; dramatizações; dinâmicas lúdico-pedagógicas; portfólio; avaliação oral; entre outros (PAIVA *et al.*, 2016, p.146).

Essa metodologia descentraliza o professor como o único responsável pelo processo de ensino e aprendizagem; é ampla e possui diversas estratégias para a sua operacionalização, porém todas colocam o aluno como participante ativo e com papel fundamental na sala de aula, como afirmam Paiva e colaboradores:

Ao mesmo tempo, constata-se que não existe consenso absoluto sobre as formas de operacionalização dessas metodologias, elas constituem bases teórico-críticas congruentes, mas não absolutas. Entende-se que todas as alternativas de metodologias ativas colocam o aluno diante de problemas e/ou desafios que mobilizam o seu potencial intelectual, enquanto estuda para compreendê-los e/ou superá-los (PAIVA *et al.*, 2016, p.151).

As inúmeras transformações sociais, econômicas, políticas, culturais e tecnológicas ocorridas nas últimas décadas estão impactando as relações estabelecidas entre pessoas, o mundo do trabalho e, conseqüentemente, a escola.

Por ser um dos fatores fundamentais na vida em sociedade, a educação deve acompanhar as crescentes transformações, daí a necessidade de se refletir sobre o modelo tradicional de ensino (RODRIGUES *et al.*, 2019).

A partir dessa reflexão, é possível inferir que, em oposição às experiências pedagógicas “sólidas” e conteudistas, as atuais demandas sociais exigem do docente uma nova postura e o estabelecimento de uma nova relação entre este e o conhecimento, uma vez que cabe a ele, primordialmente, a condução desse processo (DIESEL; BALDEZ; MARTINS, 2017, p.269).

O método ativo propõe o movimento inverso ao método tradicional, em que os estudantes possuem postura passiva de recepção de teorias. Os estudantes passam assumir um papel ativo no processo de aprendizagem, uma vez que suas experiências e opiniões são valorizadas na construção do conhecimento (DIESEL; BALDEZ; MARTINS, 2017).

Nesse sentido podemos inferir que as metodologias ativas favorecem a aprendizagem significativa, pois surgem como proposta e tem como premissa a busca da participação ativa de todos os envolvidos no processo de aprendizagem, centrados na realidade em que estão inseridos (RODRIGUES *et al.*, 2019).

3.1.2 Metodologias ativas e a aprendizagem significativa

As metodologias ativas estão relacionadas com a aprendizagem significativa uma vez que proporcionam uma intrínseca relação entre a realidade na qual o aluno está inserido e o conteúdo que está sendo trabalhado. Desta forma, o novo conteúdo é agregado às estruturas de conhecimento do aluno, trazendo significado através da vinculação com seu conhecimento prévio. Se essa relação não acontecer, novo conhecimento e conhecimento prévio, a aprendizagem se tornará mecânica, pois não houve uma atribuição de significado para esse novo conhecimento. Gómez (2015, p.155) destaca que para ocorrer aprendizagem com qualidade dependerá do contexto “[...] porque os aprendizes reagem de acordo com a percepção que têm das demandas provenientes do contexto e das situações concretas às quais têm de responder.”

Esse pensamento é trazido pela teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel, em que “[...] o movimento de aprender é mais eficiente nas ocasiões nas

quais o estudante consegue agregar e incorporar ao repertório de conceitos previamente organizados os novos conteúdos [...]” (GOMES *et al.*, p.25)

Aprendizagem significativa de Ausubel é definida por Moreira e Masini (1982) como

[...] um processo pelo qual uma nova informação se relaciona com um espaço relevante da estrutura de conhecimento do indivíduo. Ou seja, nesse processo a nova informação interage com uma estrutura de conhecimento específico, a qual Ausubel define como conceitos subsunçores (MOREIRA; MASINI, 1982, p.7).

Ou seja, a nova informação ancora-se em conceitos ou proposições relevantes já presentes naquela estrutura cognitiva. A importância dos subsunçores, no processo de aprendizagem, é destacada por Ausubel, Novak e Hanesian (1980, p.137) que, ao afirmarem que se tiver que reduzir a um princípio único toda psicologia educacional, esse princípio seria: “O fator isolado mais importante que influencia a aprendizagem é aquilo que o aprendiz já conhece. Descubra o que ele sabe e baseie nisso os seus ensinamentos.”

Para facilitar a aprendizagem significativa, Ausubel, recomenda o uso de organizadores prévios que servirão como “pontes cognitivas” entre o que o aluno sabe o que ele deve aprender. Esses organizadores são recursos que são apresentados antes dos conteúdos e visam atrair o aluno, promovendo o interesse e o desejo de aprender. Eles são materiais introdutórios, porém com uma amplitude maior que a de sumários, por exemplo, e devem conter uma linguagem fácil para que o aluno compreenda e queira aprender (MOREIRA; MASINI, 1982).

Segundo a teoria da aprendizagem significativa de Ausubel, há condições fundamentais para que essa aprendizagem ocorra.

[...] a ocorrência da aprendizagem significativa pressupõe: disposição da parte do aluno em relacionar o material a ser aprendido de modo substantivo e não arbitrário a sua estrutura cognitiva, presença de ideias relevantes na estrutura cognitiva do aluno, e material potencialmente significativo (NETO, 2006, p.118).

O primeiro pressuposto ressalta que para o aluno aprender de forma significativa ele precisa estar disposto a fazer a relação entre os subsunçores e o novo conceito que está sendo apresentado. O segundo afirma que é preciso que o aprendente tenha em suas estruturas cognitivas os conceitos subsunçores, para que

possa relacionar de forma substantiva e não-arbitrária o conhecimento que ele já possui (subsunçores) com o novo conhecimento. E a última condição levantada por Ausubel, é do material ser potencialmente significativo para o aluno, o que significa que a natureza do material deve ser significativa, relacionando as ideias relevantes que se situam dentro do domínio da capacidade humana de aprender (MOREIRA; MASINI, 1982, p. 14).

Diante disso, um fator importante nessa teoria, é que a aprendizagem significativa só ocorre quando o novo conhecimento encontra ancoragem em conceitos relevantes já existentes na estrutura cognitiva do aluno (conceitos subsunçores). Isso demonstra que a chave para a aprendizagem significativa destacada por Ausubel, é o conhecimento prévio do aluno.

Com isso, ressaltamos a importância do professor em buscar conhecer a realidade e os conhecimentos que os alunos possuem através de uma avaliação diagnóstica, para a partir disso, elaborar seu plano de ação. O conhecimento científico, o conhecimento escolar, o senso-comum têm que estarem presentes para contribuir com o diálogo. Com isso, o papel da escola não é fazer com que o aluno deixe de ter esse conhecimento de senso-comum, e aprenda o conhecimento científico, mas sim que ela venha a aprimorar o conhecimento que o aluno já possui.

A teoria da aprendizagem significativa de Ausubel viabiliza a contextualização dos conteúdos trabalhados em sala de aula. “No ensino de ciências, a teoria cria a possibilidade de contextualizar os conhecimentos, propiciando aprendizado capaz de tornar o indivíduo ator da sua formação” (GOMES *et al.*, 2009, p. 23). Dessa forma, a organização da prática docente, segundo Diesel, Baldeze Martins (2017) deve-se levar em conta o conhecimento prévio do aluno, a potencialidade do material e a disposição do aprendiz em aprender. Por isso, a aproximação com o método ativo.

3.1.3 O papel da contextualização

A contextualização no ensino de química tem sido discutida amplamente por pesquisadores, professores e nos documentos oficiais. Na apresentação dos PCNEM a contextualização é colocada como o que dá significado aos conteúdos que são trabalhados na escola.

Tínhamos um ensino descontextualizado, compartimentalizado e baseado no acúmulo de informações. Ao contrário disso, buscamos dar significado ao conhecimento escolar, mediante a contextualização; evitar a compartimentalização, mediante a interdisciplinaridade; e incentivar o raciocínio e a capacidade de aprender (BRASIL, 2000b, p.4).

Na BNCC é orientado que as instituições escolares reelaborem seus currículos adequando as proposições da base com a realidade local, o contexto e as características dos alunos, ou seja, a contextualização dos conteúdos deve ser considerada na organização dos currículos.

Contextualizar os conteúdos dos componentes curriculares, identificando estratégias para apresentá-los, representá-los, exemplificá-los, conectá-los e torná-los significativos, com base na realidade do lugar e do tempo nos quais as aprendizagens estão situadas (BRASIL, 2017, p.16).

Nos PCNEM a contextualização é apresentada como uma forma de superar o ensino atual, no qual o enfoque principal é o conteúdo trabalhado de forma disciplinar e fragmentado. A relação entre cotidiano e conteúdo é muito enfatizada nesse documento, demonstrando que essa relação fará uma ponte entre o conhecimento escolar e o que se faz, vive e observa no dia a dia (PCNEM, 2000, p.81). Para evidenciar a importância que é atribuída à contextualização nos documentos oficiais, ela é apresentada como uma recomendação de eixo norteador para a organização curricular.

Quando se recomenda a contextualização como princípio de organização curricular, o que se pretende é facilitar a aplicação da experiência escolar para a compreensão da experiência pessoal em níveis mais sistemáticos e abstratos e o aproveitamento da experiência pessoal para facilitar o processo de concreção dos conhecimentos abstratos que a escola trabalha (BRASIL, 2000b, p.82).

Ao propor uma nova forma de visualizar a organização do currículo, os autores dos PCNEM nos mostram que para que a aprendizagem significativa ocorra, é preciso a relação entre sujeito-objeto, ou seja, a relação entre aluno e objeto de conhecimento. Essa relação também é colocada ao apresentar alguns pressupostos para a organização curricular do Ensino Médio norteados pela contextualização e interdisciplinaridade.

Abertura e sensibilidade para identificar as relações que existem entre os conteúdos do ensino e das situações de aprendizagem e os muitos contextos de vida social e pessoal, de modo a estabelecer uma relação ativa entre o aluno e o objeto do conhecimento e a desenvolver a capacidade de relacionar o aprendido com o observado, a teoria com suas consequências e aplicações práticas (BRASIL, 2000b, p. 74).

Mais especificamente nos PCNEM da área das Ciências da Natureza, é destacado que o ensino de química trabalhado a partir da realidade deve permitir ao aluno uma nova forma de enxergar o mundo, mas agora, também, com os óculos da ciência.

Em um primeiro momento, utilizando-se a vivência dos alunos e os fatos do dia a dia, a tradição cultural, a mídia e a vida escolar, busca-se reconstruir os conhecimentos químicos que permitiriam refazer essas leituras de mundo, agora com fundamentação também na ciência (BRASIL, 2000a, p.33).

Ainda, a BNCC ressalta que a Ciência e a Tecnologia não devem ser consideradas somente como as que proporcionam conforto e uma vida longa ou as que causam e solucionam problemas, mas sim como uma nova forma de enxergar o mundo e a sociedade.

Além disso, questões globais e locais com as quais a Ciência e a Tecnologia estão envolvidas – como desmatamento, mudanças climáticas, energia nuclear e uso de transgênicos na agricultura – já passaram a incorporar as preocupações de muitos brasileiros. Nesse contexto, a Ciência e a Tecnologia tendem a ser encaradas não somente como ferramentas capazes de solucionar problemas, tanto os dos indivíduos como os da sociedade, mas também como uma abertura para novas visões de mundo (BRASIL, 2017, p.547).

Diante das discussões e reflexões feitas nos PCNEM e BNCC, a contextualização não deve acontecer unicamente para motivar ou tornar as aulas mais interessantes para os alunos, ela também é uma forma de proporcionar ao aluno a possibilidade de fazer o “link” entre o que ele já sabe com o novo conhecimento que está sendo apresentado. Tal relação, tão enfatizada nesse documento como também na teoria de Ausubel anteriormente apresentada. Silva (2007) afirma que a contextualização como princípio norteador faz a relação entre esses dois campos: conhecimento que o aluno já possui, com o conteúdo específico que está sendo apresentado:

A contextualização como princípio norteador caracteriza-se pelas relações estabelecidas entre o que o aluno sabe sobre o contexto a ser estudado e os conteúdos específicos que servem de explicações e entendimento desse contexto, utilizando-se da estratégia de conhecer as ideias prévias do aluno sobre o contexto e os conteúdos em estudo, característica do construtivismo (SILVA, 2007, p.10).

Evidentemente que contextualizar também torna a aula mais cativante, mas esse não é o principal objetivo da abordagem contextualizada. A contextualização não tem como finalidade somente facilitar a aprendizagem dos conteúdos químicos,

mas potencializar o estudo das possíveis implicações políticas, ambientais, sociais que cercam a situação do cotidiano.

A contextualização dos conhecimentos da área supera a simples exemplificação de conceitos com fatos ou situações cotidianas. Sendo assim, a aprendizagem deve valorizar a aplicação dos conhecimentos na vida individual, nos projetos de vida, no mundo do trabalho, favorecendo o protagonismo dos estudantes no enfrentamento de questões sobre consumo, energia, segurança, ambiente, saúde, entre outras (BRASIL, 2017, p. 549).

Silva e Marcondes (2010) em seu trabalho buscaram investigar os entendimentos a respeito da contextualização no ensino de química de um grupo de professores e como isso refletia no planejamento de seus materiais instrucionais, e verificaram que:

Com relação aos resultados desta pesquisa, a maioria dos professores, caracterizou, inicialmente, a contextualização no ensino de Química como simples exemplificação de fatos ou situações do cotidiano e poucos professores a entendiam como um recurso para realizar descrições científicas de fatos e processos (SILVA; MARCONDES, pag. 114).

Esse entendimento e prática de contextualização com o propósito simplesmente de exemplificação ou motivação não contribuem para a formação de um aluno crítico, reflexivo e ativo, o qual é o objetivo principal da educação. De acordo com a BNCC:

A contextualização dos conhecimentos da área supera a simples exemplificação de conceitos com fatos ou situações cotidianas. Sendo assim, a aprendizagem deve valorizar a aplicação dos conhecimentos na vida individual, nos projetos de vida, no mundo do trabalho, favorecendo o protagonismo dos estudantes no enfrentamento de questões sobre consumo, energia, segurança, ambiente, saúde, entre outras (BRASIL, 2017, p. 549).

Wartha, Silva e Bejarano (2013) realizaram uma análise de textos que abordam aspectos relacionados ao uso dos termos cotidiano e contextualização no ensino de química e verificaram que esses termos possuem diferentes significações e perspectivas, dependendo dos aportes teóricos adotados e ainda, durante a discussão sobre esses termos afirmaram que:

Assim o estudo dos aspectos da vida cotidiana pode ser um campo muito rico para ser explorado no ensino de química. Portanto, um estudo do cotidiano não é apenas ficar no campo da exemplificação de aspectos do dia a dia das pessoas. Também não é usar o cotidiano como trunfo para motivar os alunos a aprenderem conteúdos científicos, muito menos camuflar com fatos e fenômenos do dia a dia o ensino de química (WARTHA; SILVA; BEJARANO, 2013, p. 89).

Ainda sobre o mesmo trabalho, os autores trazem uma discussão sobre duas importantes ideias: movimento Ciência Tecnologia e Sociedade - CTS e pedagogia transformadora de Paulo Freire. Faz isso a partir da análise de alguns pesquisadores que realizam uma aproximação entre elas, porém para as duas vertentes a convergência está no papel importante da contextualização.

Nessas duas perspectivas de aproximação do ensino CTS com as ideias da pedagogia de Freire, a contextualização é visivelmente o princípio norteador para o ensino de ciências, o que significa um entendimento mais complexo do que a simples exemplificação do cotidiano ou mera apresentação superficial de contextos sem uma problematização que de fato provoque a busca de entendimentos sobre os temas de estudo (WARTHA, SILVA; BEJARANO, 2013, p. 90).

Essa aproximação também foi refletida por Nascimento e Linsingem (2006) ao afirmarem que tanto para a abordagem CTS quanto para as concepções freirianas, a escolha dos temas a serem trabalhados em sala de aula, se dá a partir da seleção de situações do cotidiano dos alunos.

Tanto o enfoque CTS quanto o método de investigação temática proposto por Freire rompem com o tradicionalismo curricular do ensino de ciências uma vez que a seleção de conteúdos se dá a partir da identificação de temas que contemplem situações cotidianas dos educandos. Esse tipo de abordagem temática é comum ao método freiriano, conforme comentado anteriormente, e às abordagens CTS (NASCIMENTO; LINSINGEM, 2006, p. 108).

Outro estudo realizado por Auler, Dalmolin e Fenalti (2009) aponta algumas divergências entre as ideias de Paulo Freire e as da abordagem CTS. Dentre elas, podemos salientar de onde surgem os temas que serão utilizados como objetos de estudo. Para a abordagem CTS, o tema articulador é sugerido pelo professor, mas numa visão freiriana o tema gerador surge da vivência e curiosidade do aluno. Nesse estudo, os autores fazem uma pesquisa bibliográfica e utilizam como fonte de dados: periódicos, anais de eventos, coletâneas de cadernos e guias didáticos. Na conclusão da pesquisa, os autores afirmam

Quanto à natureza dos temas em Freire e no enfoque CTS, efetivamente, nos dois encaminhamentos, predomina o uso de temas no processo educacional. Contudo, há aspectos divergentes. Um destes refere-se ao processo de definição dos mesmos. Em Freire, o tema surge com uma efetiva participação da comunidade escolar. Nos encaminhamentos dados pelo enfoque CTS, esta dinâmica está ausente. Hegemonicamente é o professor que o define (AULER; DALMOLIN; FENALTI, 2009, p. 79).

Diante da fundamentação teórica apresentada até o momento sobre metodologias ativas, conhecimento prévio e contextualização, a Unidade Temática “Poluição: um inimigo invisível” foi construída. Considerando esses aspectos pedagógicos, buscou-se com esse produto educacional, apresentar ao professor um material didático em que a contextualização é o eixo norteador, que dá significado aos conteúdos químicos que são abordados. Além disso, a contextualização vista dessa forma, implica em tornar a aprendizagem significativa para o aluno, dando possibilidade para o indivíduo ancorar seus conceitos subsunçores aos novos conhecimentos. Dessa maneira, a intervenção do aluno ocorre durante todo o processo de aprendizagem, pois é sua responsabilidade fazer as conexões entre os conhecimentos.

A temática da poluição atmosférica foi definida pela pesquisadora, diante disso, a perspectiva de contextualização utilizada na Unidade Temática relaciona-se com a abordagem CTS. Além disso, o produto educacional consiste em uma prática educativa que promove a formação do cidadão bem informado sobre problemas de ordem global contribuindo para o exercício de sua cidadania uma vez que a perspectiva CTS trata da influência dos avanços da ciência e da tecnologia na sociedade, incluindo aspectos sociais, econômicos, políticos, sociais e culturais, abordando conteúdo científico em seu contexto social. (SANTOS; MORTIMER, 2000, FERNANDES; GOUVÊA, 2018).

3.2 A química da poluição

3.2.1 A atmosfera

A atmosfera terrestre é uma grande camada de gases que envolve a Terra, e traz para ela as condições ideais para que a vida se mantenha. Ela fornece tanto o oxigênio para a respiração animal, como também o dióxido de carbono utilizado pelas plantas no processo da fotossíntese. Outra grande importância é de servir como uma barreira que congela o vapor de água, formando cristais de gelo que caem novamente para a superfície, fazendo com que a quantidade de água não diminua no planeta (GIRARD, 2016).

A atmosfera funciona como um moderador do clima, impedindo que parte do calor seja disseminado para o espaço. Sem essa importante camada de gases, a

Terra teria extremos de frio e de calor, impossibilitando haver vida como a conhecemos. A importância vital da atmosfera terrestre, também pode ser compreendida com o trecho abaixo:

A atmosfera terrestre deve ser vista como um grande 'cobertor' do planeta. Ela protege a Terra e todas as suas formas de vida de um ambiente muito hostil que é o espaço cósmico, que contém radiações extremamente energéticas. Ela também se constitui em um componente fundamental do Ciclo Hidrológico, pois age como um gigantesco condensador que transporta água dos oceanos aos continentes. A atmosfera tem também uma função vital de proteção da Terra, pois absorve a maior parte da radiação cósmica e eletromagnética do Sol: apenas a radiação na região de 300-2.500 nm (ultravioleta, a UV, visível infravermelha, a IV) e 0,01-40 nm (ondas de rádio) é transmitida pela atmosfera e atinge nossas cabeças. Desta forma, é também essencial na manutenção do balanço de calor na Terra, absorvendo a radiação infravermelha emitida pelo sol e aquela reemitida pela Terra. Estabelecem-se assim condições para que não tenhamos as temperaturas extremas que existem em outros planetas e satélites que não têm atmosfera (MOZETO, 2001, p.42).

Como destacado acima, a atmosfera também funciona como um “escudo protetor”, que impede as radiações cósmicas de alta energia de chegarem até a superfície terrestre. A radiação solar é composta por ondas eletromagnéticas de diversos comprimentos de onda, sendo que a energia da respectiva radiação corresponde inversamente ao espectro de comprimento de onda. Dessa forma, as radiações com menor comprimento de onda, serão as mais energéticas e, portanto as mais prejudiciais aos seres humanos (LENZI; FAVERO, 2014).

A energia solar que atinge a superfície da terra são as de menor energia, que incluem toda a região visível do espectro e pequenas porções das regiões adjacentes do ultravioleta (UV) e do infravermelho. A fração de radiação que não chega é barrada antes de atingir a superfície terrestre devido às interações entre os gases e partículas que constituem a atmosfera e a radiação (GIRARD, 2016).

Os gases que formam a atmosfera não são perdidos para o espaço por causa da ação da gravidade. A composição química varia verticalmente de acordo com a região da atmosfera (troposfera, estratosfera, mesosfera e termosfera), bem como a densidade, pressão e temperatura. No geral, os principais constituintes da atmosfera são nitrogênio (N_2), oxigênio (O_2), vapor d'água (H_2O), argônio (Ar) e dióxido de carbono (CO_2) (LENZI; FAVERO, 2014).

Em uma análise horizontal, a quantidade de água é variável na atmosfera terrestre, dependendo de fatores como a localização, porém a concentração dos demais gases é praticamente constante. Isso ocorre devido à grande movimentação horizontal do ar na troposfera. Evidentemente que essa constância na composição é considerando a ausência de poluição. Além desses constituintes gasosos e vapor d'água, a atmosfera possui partículas de diversos tamanhos, por exemplo, a poeira e os micro-organismos. De acordo com o tamanho, essas partículas podem ser classificadas como aerossóis (partículas pequenas) ou particulados (partículas maiores).

Partículas transportadas pelo ar variam em tamanho, desde aquelas que são visíveis, tais como poeira, até outras que podem ser vistas apenas com um microscópio de alta resolução. Partículas minúsculas, com diâmetros de menos de cerca de $10\mu\text{m}$, são denominados aerossóis; partículas maiores são chamadas de particulados (ou materiais particulados). Ambos os tipos de partículas podem ser líquidos ou sólidos (GIRARD, 2016, p.32).

Muitas vezes, por não visualizarmos, um indivíduo poderia pensar que na atmosfera não tem “nada”, mas ela é constituída por gases, então ela é formada por matéria. Por consequência, ocupa espaço e possui massa. Além disso, pode alterar seu volume (compressão ou expansão). Mesmo sem percebermos, os gases da atmosfera exercem pressão sobre as nossas cabeças: todos os seres vivos e tudo que está na superfície da terra está sujeito a essa pressão. Todos os seres vivos que habitam a superfície terrestre dependem da pressão atmosférica para se manterem vivos. Entende-se por pressão atmosférica “[...] como sendo o peso de ar ($\text{O}_{2(g)} + \text{N}_{2(g)} + \text{CO}_{2(g)} + \text{H}_2\text{O}_{(g)} + \text{etc.}$), isto é, a massa (m) do ar sob a ação da gravidade (γ), exercido verticalmente sobre a superfície de um corpo” (LENZI; FAVERO, 2014, p.16).

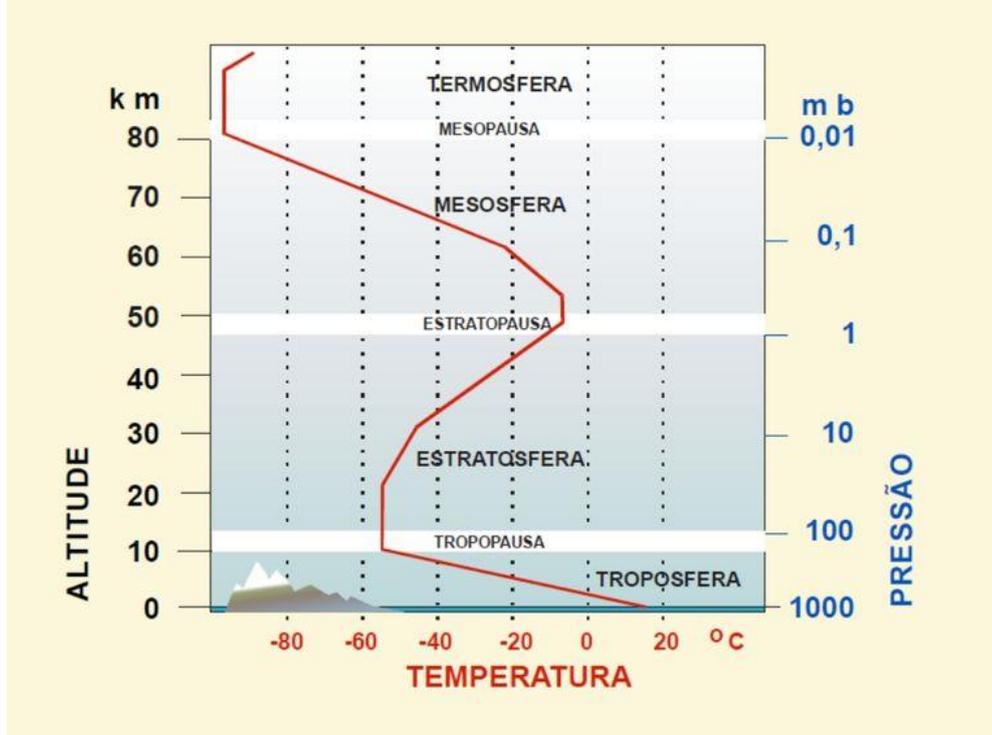
Com o aumento da altitude a pressão atmosférica diminui. Isso acontece, pois ao se distanciarmos da superfície terrestre, a gravidade vai se tornando menor, com isso, a quantidade de ar também diminui. Como a pressão atmosférica está relacionada à massa de ar acima da região considerada, quando maior a altitude, menor a quantidade de ar, menor será a pressão também.

Como discutido até aqui, com o aumento da altitude há uma variação na composição da atmosfera, na pressão e também na temperatura. Em relação à temperatura do ar, a atmosfera pode ser dividida verticalmente em quatro regiões

principais: troposfera, estratosfera, mesosfera e termosfera. A troposfera, região que interage diretamente com a superfície da terra, caracteriza-se por um decréscimo progressivo da temperatura com o aumento da altitude, isso por que, não absorve de forma eficiente a radiação solar e, além disso, essa região recebe ar aquecido que se eleva da superfície. Acima da troposfera está a estratosfera, nesta camada, há um aumento da temperatura com a altitude, resultante da energia de reações fotoquímicas envolvendo o ozônio e oxigênio molecular (MARTINS *et.al.*, 2003).

A mesosfera se caracteriza pela diminuição da temperatura, isso se deve a ausência de espécies químicas que absorvem radiação eletromagnética. Acima da mesosfera e como última camada, a termosfera apresenta um aumento da temperatura, isso ocorre devido às poucas moléculas de gases presentes nesta região, que absorvem a radiação de maior energia provenientes do sol (MARTINS *et.al.*, 2003). Pode-se perceber a variação da pressão, bem como a da temperatura na Figura 1.

Figura 1. Variação de temperatura e pressão entre as camadas da atmosfera terrestre.



Fonte: VAREJÃO; 2006, p. 105.

3.2.2 Poluição e os óxidos

Na legislação ambiental brasileira, poluentes atmosféricos são compostos que estão presentes na atmosfera em uma concentração que podem afetar a saúde, a segurança e o bem-estar da população, bem como ocasionar danos à flora e à fauna, aos materiais e ao meio ambiente em geral (BRASIL, 1990). Uma pessoa inala, diariamente, cerca de 20.000 litros de ar. Se nesse ar estiver presente algum tipo de poluente atmosférico, ele irá para o pulmão, podendo causar problemas respiratórios ou outros problemas de saúde (GIRARD, 2016). De acordo com o Quadro 2, podemos perceber os riscos e prejuízos da poluição para a saúde humana e os principais poluentes e suas fontes de emissão.

Quadro 2. Principais poluentes, fontes de emissão e efeitos.

Poluente	Fontes	Efeitos
Dióxido de Enxofre (SO ₂) - é um gás tóxico e incolor, pode ser emitido por fontes naturais ou por fontes antropogênicas e pode reagir com outros compostos na atmosfera, formando material particulado de diâmetro reduzido.	Fontes naturais, como vulcões, contribuem para o aumento das concentrações de SO ₂ no ambiente, porém na maior parte das áreas urbanas as atividades humanas são as principais fontes emissoras. A emissão antropogênica é causada pela queima de combustíveis fósseis que contenham enxofre em sua composição. As atividades de geração de energia, uso veicular e aquecimento doméstico são as que apresentam emissões mais significativas.	Entre os efeitos a saúde, podem ser citados o agravamento dos sintomas da asma e aumento de internações hospitalares, decorrentes de problemas respiratórios. São precursores da formação de material particulado secundário. No ambiente, podem reagir com a água na atmosfera formando chuva ácida.
Dióxido de Nitrogênio (NO ₂) - é um gás poluente com ação altamente oxidante, sua presença na atmosfera é fator chave na formação do ozônio troposférico. Além de efeitos sobre a saúde humana apresenta também efeitos sobre as mudanças climáticas globais.	As fontes podem ser naturais (vulcanismos, ações bacterianas, descargas elétricas) e antropogênicas (processos de combustão em fontes móveis e fixas). As emissões naturais são em maior escala que as antropogênicas, porém, em razão de sua distribuição sobre o globo terrestre, tem menor impacto sobre as concentrações deste poluente nos centros urbanos.	Altas concentrações podem levar ao aumento de internações hospitalares, decorrente de problemas respiratórios, problemas pulmonares e agravamento à resposta das pessoas sensíveis a alérgenos. No ambiente pode levar a formação de smog fotoquímico e a chuvas ácidas.

Poluente	Fontes	Efeitos
Monóxido de Carbono (CO) - é um gás inodoro e incolor, formado no processo de queima de combustíveis.	É emitido nos processos de combustão que ocorrem em condições não ideais, em que não há oxigênio suficiente para realizar a queima completa do combustível. A maior parte das emissões em áreas urbanas são decorrentes dos veículos automotores.	Este gás tem alta afinidade com a hemoglobina no sangue, substituindo o oxigênio e reduzindo a alimentação deste ao cérebro, coração e para o resto do corpo, durante o processo de respiração. Em baixa concentração causa fadiga e dor no peito, em alta concentração pode levar a asfixia e morte.

Fonte: Adaptado de site oficial Ministério do Meio Ambiente¹

A origem dos poluentes é diversa, podendo ser antropogênica ou natural (geoquímica e biogênica). As fontes geoquímicas são oriundas dos fenômenos da natureza, como por exemplo, erupções de vulcões. As biogênicas são aquelas devidas a processos vitais, como por exemplo, quando a vegetação rasteira gera grandes quantidades de isopreno. Este composto participa na formação de ozônio na troposfera, o qual é considerado poluente se estiver nessa região da atmosfera. As fontes naturais são estabelecidas através de protocolos internacionais, os quais são utilizados para a realização de inventários dessas fontes de emissões. Esses protocolos são recomendados por agências internacionais como EPA (*United States Environmental Protection Agency*) ou EC (*European Commission*). Já os poluentes de origem antropogênica são aqueles oriundos de processos devido à ação do homem (LENZI; FAVERO, 2014).

Os poluentes atmosféricos podem ser classificados como primários ou secundários. Os poluentes primários são aqueles que são diretamente emitidos por algum processo, por exemplo, os gases liberados nos automóveis. Já os poluentes secundários, são substâncias que são produzidas por reações químicas entre os poluentes primários e outros compostos da atmosfera, ou seja, os poluentes secundários não são diretamente liberados para a atmosfera pela fonte poluidora (FRANCISCO, 2012). Pode-se citar como exemplos de poluentes primários o monóxido de carbono (CO), dióxido de enxofre (SO₂), óxidos de nitrogênio (NO_x),

¹ Disponível em: <<https://www.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/qualidade-do-ar/poluentes-atmosf%C3%A9ricos.html>> Acessado em 14 out. 2020.

compostos orgânicos voláteis e partículas em suspensão, e de poluentes secundários os nitratos e ozônio (GUARIEIRO; VASCONCELLOS; SOLCI, 2011).

O monóxido de carbono (CO) é classificado dentro das funções inorgânicas como óxido. Óxidos são substâncias binárias (possuem apenas dois elementos diferentes em sua estrutura química) sendo que o mais eletronegativo é o oxigênio (MOL, 2005). Os óxidos podem ser iônicos ou moleculares, de acordo com a ligação química existente. Por exemplo, NO_2 é classificado como óxido molecular, pois a ligação entre N e O é covalente (molecular).

Os óxidos, de acordo com seu comportamento químico, principalmente o seu comportamento ao reagir com a água, podem ser classificados como óxidos ácidos, óxidos básicos, óxidos neutros ou óxidos anfóteros. Os óxidos ácidos são formados quando o oxigênio se liga, geralmente, a um ametal, e apresentam caráter covalente. Ao reagir com a água formam substâncias ácidas, ou seja, que liberam H^+ em solução aquosa, e que ao reagirem com bases formam sais e água (FAVALLI; SILVA; ANGELO, 2012). Podemos citar como exemplo de óxidos ácidos o dióxido de carbono (CO_2), o dióxido de enxofre (SO_2) e o dióxido de nitrogênio (NO_2).

Os óxidos básicos são formados pela ligação do oxigênio com átomos dos elementos pertencentes aos grupos dos metais alcalinos e alcalinos terrosos, o metal presente em sua fórmula, geralmente apresenta carga +1 ou +2. Ao reagirem com a água formam substâncias básicas, ou seja, que formam OH^- em solução aquosa, e quando reagem com ácidos formam sais (FAVALLI; SILVA; ANGELO, 2012). Podemos citar como exemplos de óxidos básicos o óxido de cálcio (CaO) e o óxido de magnésio (MgO).

Os óxidos neutros são compostos covalentes, ou seja, são formados pelo oxigênio ligado a um ametal. Não reagem com água, ácido ou base e alguns exemplos são o monóxido de carbono (CO) e o monóxido de mononitrogênio (NO). Os óxidos anfóteros se apresentam de dois modos: em presença de um ácido se comportam como óxidos básicos e em presença de uma base se comportam como óxidos ácidos. No geral, são sólidos iônicos, pouco solúveis em água e, ao reagirem com ácidos e bases fortes, produzem sal e água (ATKINS, 2006).

Como citado anteriormente, os principais constituintes da poluição atmosférica incluem diversos óxidos – CO, SO₂ e NO_x. A principal fonte de monóxido de carbono (CO) é a queima de combustíveis nos automóveis, que segundo o Plano de Controle da Poluição por Veículos em Uso - PCPV (2011), nas regiões urbanas, correspondem a cerca de 95% do total das emissões de CO. A combustão de hidrocarbonetos (principal constituinte da gasolina) com quantidade adequada de oxigênio forma dióxido de carbono (CO₂). Porém, como no motor de um carro a quantidade de oxigênio é limitada, pode acontecer uma combustão incompleta e um dos produtos dessa reação ser o monóxido de carbono (CO) (GUARIEIRO; VASCONCELLOS; SOLCI, 2011). Ressalta-se que todo o processo de combustão de material orgânico, biomassa, materiais fósseis, geram monóxido de carbono (CO) se a quantidade de oxigênio for inferior a proporção estequiométrica (LENZI; FAVERO, 2014).

O monóxido de carbono também possui fontes naturais, como por exemplo, a decomposição anaeróbica de vegetais em pântanos libera grande quantidade de metano (CH₄) o qual é oxidado pelo oxigênio da atmosfera formando CO. Outra fonte natural desse óxido são os animais ruminantes, os quais durante seu processo digestivo liberam o gás metano, que é oxidado a CO ao reagir com o oxigênio atmosférico. Porém, as fontes naturais não estão concentradas apenas em um determinado local, elas são distribuídas por toda a Terra. Diferentemente das fontes antropogênicas, que se concentram, em geral, próximas as grandes cidades, aumentando o nível de CO nesses locais. Além disso, alguns microrganismos presentes no solo removem o CO da atmosfera, mas como nas grandes cidades o solo está sendo coberto por camadas de asfalto, a quantidade de CO na atmosfera desses locais só tende a crescer, pois a formação é grande e a remoção de CO da atmosfera é reprimida (GIRARD, 2016).

Mesmo o CO sendo considerado um poluente atmosférico, as concentrações encontradas normalmente não são tóxicas para os seres humanos. Porém, quando se trata de lugares fechados e com a liberação desse gás, ele pode causar a morte ou sérios problemas de saúde. Isso ocorre devido à ligação forte que acontece entre o CO e a hemoglobina (substância responsável pelo transporte de oxigênio para o corpo). Normalmente, a hemoglobina se liga ao oxigênio, formando o complexo oxi-

hemoglobina, o qual é carregado pela corrente sanguínea a todas as partes do corpo. Porém, quando ocorre a intoxicação por monóxido de carbono, ele desloca o oxigênio da hemoglobina e, assim, reduz a quantidade de oxigênio disponível para o organismo (LENZI; FAVERO, 2014). Isso pode causar a fadiga, diminuição da capacidade física, tontura, vômitos e até mesmo a morte. Devido ao risco desse gás e também as características pouco perceptíveis (não tem cor nem odor), é importante evitar permanecer em locais fechados e com motores de veículos ligados.

Os combustíveis fósseis (carvão mineral, gás natural e derivados do petróleo) apresentam quantidades grandes de enxofre, e ao serem queimados, seja em caldeiras, usinas siderúrgicas, termoelétricas ou nos automóveis, liberam quantidades grandes de SO_2 . Além das emissões antropogênicas citadas anteriormente, podemos ressaltar as fontes naturais de SO_2 , como erupções vulcânicas. Porém, na maior parte das áreas urbanas, as atividades humanas são as principais fontes emissoras (MARTINS; ANDRADE, 2002)

Os estudos de Martins *et al.* (2002) sobre a relação entre poluição atmosférica e os atendimentos médicos por pneumonia e gripe, mostraram que mesmo com o nível de SO_2 não ultrapassando os limites aceitáveis, esse poluente continuou afetando a morbidade e mortalidade por problemas respiratórios em idosos. Com isso, os autores desse trabalho sugerem que os limites de qualidade de ar sejam reavaliados. Dessa forma, pode-se afirmar que os óxidos de enxofre são prejudiciais a saúde do ser humano e sua emissão deve ser reduzida.

Outro poluente atmosférico são os óxidos de nitrogênio (NO_x), que são formados a partir de fontes naturais ou antropogênicas. As emissões naturais incluem a ação de alguns microrganismos em processos metabólicos (nitrificação e desnitrificação), bactérias decompositoras que destroem compostos nitrogenados contidos em restos de vegetais e animais mortos e também durante tempestades, onde relâmpagos fornecem a energia de ativação necessária para a transformação do N_2 em NO e NO_2 (KRUGER; LOPES, 1997 p.95).

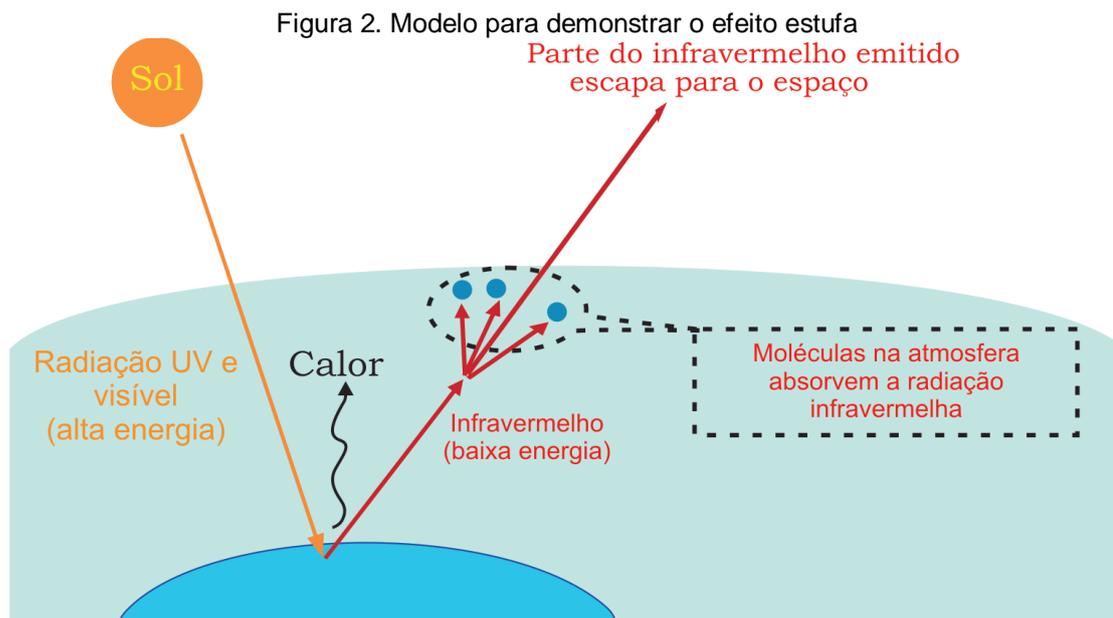
Óxidos de nitrogênio (NO_x) também podem ser formados pela intervenção do homem, principalmente pela queima de combustíveis fósseis e biomassa. Nos

automóveis à combustão, as condições de alta temperatura e pressão necessárias para a formação de NO_x são suficientes, por esse motivo, os automóveis são uma das principais fontes de poluição, sendo assim, contribuem muito para a ocorrência de problemas ambientais. O dióxido de nitrogênio (NO_2), por exemplo, é um gás altamente reativo, extremamente tóxico e forte agente oxidante que reage com diversos outros compostos presentes na atmosfera e os produtos dessas reações podem causar muitos problemas ambientais e de saúde para os seres humanos (CHICONI, 2015).

Outro óxido de grande relevância para a química da atmosfera é o dióxido de carbono (CO_2), que tem como origem processos biogênicos e também antrópicos. Não apresenta características de poluente, porém juntamente com a água da atmosfera é um dos principais responsáveis pelo efeito estufa (LENZI; FAVERO, 2014). O efeito estufa é um fenômeno natural e vital para a vida no planeta, ele é ocasionado por gases que estão presentes na atmosfera, que permitem a passagem dos raios solares, porém absorvem o calor, interferindo na temperatura da terra. De acordo com Girard (2016, p.47):

Uma vez que a Terra absorve radiação solar a fim de manter um equilíbrio de energia o planeta deve irradiar, na média, a mesma quantidade de energia de volta para o espaço. A terra faz isso emitindo radiação infravermelha (IV). Uma quantidade considerável da radiação IV de saída não escapa para o espaço, pois ela é reabsorvida por certos gases na atmosfera – chamados de gases do efeito estufa – e, em seguida é reirradiada de volta à Terra. Como resultado dessa absorção e reirradiação, a atmosfera é aquecida (GIRARD, 2016, p. 47).

Dessa forma, observa-se o fenômeno do efeito estufa demonstrado na Figura 2, em que parte da radiação proveniente do sol atinge a superfície terrestre e é absorvida, logo após é refletida sob a forma de radiação IV (calor). Uma parcela dessa radiação escapa para o espaço, porém parte é absorvida por gases presentes na atmosfera – gases do efeito estufa (GEE), como vapor d'água, dióxido de carbono, óxidos de nitrogênio, metano e outros– e como resultado dessa absorção, esses gases emitem radiação IV novamente para a superfície terrestre, aquecendo e possibilitando que a vida na terra se mantenha (SILVA, 2009).



Como dito anteriormente, o efeito estufa é um fenômeno natural, porém tem se intensificado, principalmente, devido à liberação de CO_2 pela queima de combustíveis fósseis por indústrias, termelétricas e automóveis. Dessa forma, o CO_2 e os demais GEE se acumulam na atmosfera, e suas concentrações aumentam, resultando no aquecimento de todo o planeta (ESPÍNDOLA, 2020).

De acordo com o Sistema de Estimativas de Emissões e Remoções de Gases de Efeito Estufa (SEEG), o qual produz estimativas das emissões desses gases no Brasil, no ano de 2016 para o setor de energia e PIUP (Processos Industriais e Uso de Produtos), as fontes derivadas de petróleo foram responsáveis por 57% das emissões de CO_2 desses setores, o que corresponde a 296 milhões de toneladas de CO_2e (equivalência de dióxido de carbono). Esse cenário mostra a importância do petróleo para a matriz energética do país e a necessidade de buscar a redução e substituição desse combustível (SEEG, 2018).

Diante disso, podemos perceber que a intervenção do homem sobre o planeta com o surgimento das indústrias, a exploração dos recursos naturais, a queima de combustíveis fósseis, dentre outros, vem trazendo impactos negativos sobre o meio ambiente, bem como, danos à saúde do ser humano. Com relação aos riscos de saúde, muitos são os problemas decorrentes da poluição. Diariamente, muitas pessoas se expõem a uma grande quantidade de poluição atmosférica, principalmente nas regiões mais populosas, com alto número de veículos e

indústrias. Essa exposição excessiva está relacionada a diversas doenças, principalmente as do aparelho respiratório (MARTINS *et.al.*, 2002). Na revisão sistemática realizada por Dapper, Spohr e Zanini (2016) com relação aos efeitos da poluição atmosférica na população do estado de São Paulo, os autores verificaram a diversidade de doenças estudadas relacionadas à poluição atmosférica, não se restringindo apenas a problemas do sistema respiratório, mas também ao baixo peso ao nascer, incidência e mortalidade por câncer, partos prematuros e anemia falciforme. Contudo, os seres humanos não são os únicos afetados pela poluição atmosférica, os gases tóxicos perturbam o desenvolvimento natural das plantas, tornando-as menos resistentes às intempéries, doenças e parasitas (MEDEIROS, 2005, p.31).

3.2.3 Poluição e chuva ácida

A água da chuva muitas vezes é associada a “água pura” ou “água limpa”. Porém, não apresenta a pureza que popularmente lhe atribuem. Isso é devido às características peculiares tanto físicas quanto químicas da água. Durante o caminho natural da água da chuva (precipitação) ela dissolve vários gases que estão presentes na atmosfera, isso porque água possui uma alta capacidade de dissolução. Esse processo que a água percorre até o solo é conhecido como lavagem da atmosfera. Para Coelho (2005, p.7) “A precipitação representa um eficiente meio de remoção de muitos poluentes na atmosfera”. Dessa forma, um estudo sobre a composição química da água da chuva pode demonstrar o nível de poluição atmosférica da região em análise (FORNARO, 2006).

Em algumas regiões, principalmente nas regiões com maior número de indústrias e carros, as impurezas oriundas do “desenvolvimento” e da atividade humana reagem com a água formando substâncias como ácido sulfúrico, tornando a composição da água da chuva prejudicial à natureza. Quando isso ocorre, essa chuva é chamada de “chuva ácida” e está diretamente ligada à poluição atmosférica (MIRLEAN; VANS; BAISCH, 2000).

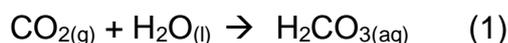
Sem água não haveria vida em nosso planeta. Ela é de extrema importância para a vida de todos os seres vivos que habitam a Terra. Por isso, é preciso usar a água de maneira sustentável e responsável, pois ela é essencial para o

funcionamento e manutenção do corpo humano, para a irrigação na agricultura, para o funcionamento dos ecossistemas, tanto aquáticos quanto terrestres, para a geração de energia nas usinas hidrelétricas, etc. A evaporação da água doce das principais fontes hídricas (rios, lagos, açudes e represas) é importante na formação de chuva e da umidade do ar. Medeiros (2005) traz a importância da água para o corpo humano:

A água é um dos elementos de maior importância para todas as formas de vida na terra. Ela está presente em todos os organismos vivos, fazendo parte de uma infinidade de substâncias e órgãos. Este líquido é responsável por praticamente todos os processos que ocorrem no corpo humano, tal como, a digestão, circulação, absorção dos nutrientes, eliminação de substâncias; possui também a função reguladora da temperatura, constitui metade do nosso sangue, atua como lubrificante nas junções ósseas, tornando-a não só essencial para o organismo humano, mas para todos os tipos de vida (MEDEIROS, 2005, p.9).

Diante da importância da água, percebemos a responsabilidade que temos em cuidar desse bem comum e vital para todos os seres vivos. Porém, ainda há muito que ser feito para vivermos com qualidade sem destruir os recursos naturais ainda existentes. Muitos problemas ambientais, oriundos do desenvolvimento econômico sem preocupação com a questão ambiental, estão surgindo e se agravando. A poluição atmosférica, intensificação do efeito estufa, aquecimento global e chuva ácida são problemas ambientais que vêm causando destruição e desequilíbrio nos ecossistemas.

A chuva naturalmente possui um pH ácido, próximo de 5,6, com esse valor de pH a água da chuva é considerada normal. Esse pH ácido é explicado devido à presença em grande quantidade do CO₂ no ar (COELHO, 2005), que se dissolve na água formando um ácido fraco, o ácido carbônico, de acordo com a reação abaixo:



Esquema 1. Reação de formação do ácido carbônico.

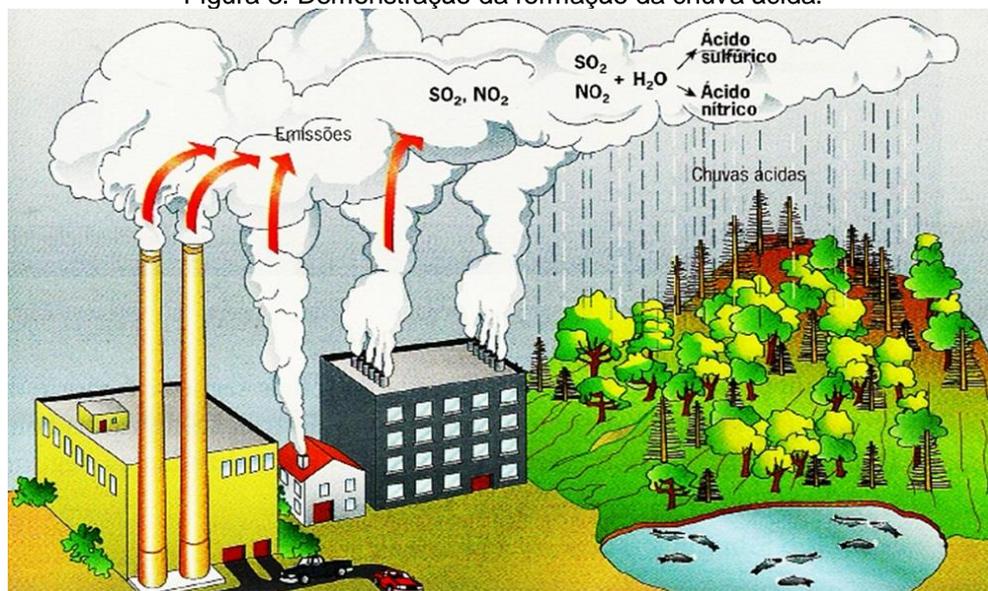
O ácido carbônico sofre ionização em solução aquosa, formando baixas concentração acidificantes de íons hidrônio, possui dois hidrogênios ionizáveis, porém apenas a 1ª ionização contribui significativamente para a acidez, conforme a seguinte reação:



Esquema 2. 1ª Ionização do ácido carbônico com formação do ânion bicarbonato.

Convencionou-se que “chuva ácida” é para um valor de pH menor que 5,6 (GIRARD; 2016, p.130). Na Figura 3 é demonstrada a formação da chuva ácida, que ocorre quando alguns óxidos se encontram na atmosfera e, ao entrar em contato com o vapor de água, formam substâncias ácidas (ácido sulfúrico- H_2SO_4 e ácido nítrico - HNO_3) que solubilizadas na água da chuva, a tornam ácidas. Estes óxidos são dióxido de enxofre (SO_2), dióxido de nitrogênio (NO_2) e monóxido de nitrogênio (NO) principalmente, e são liberados primordialmente pela queima de combustível dos automóveis e das indústrias (MARTINS; ANDRADE, 2002).

Figura 3. Demonstração da formação da chuva ácida.



Fonte: CURADO, 2019. Site conhecimento científico²

O Quadro 3 demonstra a formação dos principais ácidos envolvidos no fenômeno da chuva ácida, o ácido sulfuroso (H_2SO_3) e ácido sulfúrico (H_2SO_4).

² Disponível em: <<https://conhecimentocientifico.r7.com/o-que-e-a-chuva-acida/>> Acessado em: 14 jul. 2020

Quadro 3. Algumas reações de formação da chuva ácida

Formação do ácido sulfuroso (H ₂ SO ₃)	Formação do ácido sulfúrico (H ₂ SO ₄)
<p>O dióxido de enxofre (SO₂) é produzido diretamente como subproduto da queima de combustíveis fósseis que são muito impuros, e contém grandes quantidades de enxofre em sua composição.</p> $\text{SO}_2 (\text{g}) + \text{H}_2\text{O} (\text{l}) \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_3 (\text{aq})$ $\text{H}_2\text{SO}_3 (\text{aq}) \rightarrow \text{H}^+ (\text{aq}) + \text{HSO}_3^- (\text{aq})$	<p>O dióxido de enxofre também pode sofrer oxidação na atmosfera e formar o trióxido de enxofre (SO₃), que por sua vez, em contato com a água da chuva irá formar o ácido sulfúrico (H₂SO₄), que é um ácido forte.</p> $\text{SO}_2 (\text{g}) + \frac{1}{2} \text{O}_2 (\text{g}) \rightarrow \text{SO}_3 (\text{g})$ $\text{SO}_3 (\text{g}) + \text{H}_2\text{O} (\text{l}) \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4 (\text{aq})$ $\text{H}_2\text{SO}_4 (\text{aq}) \rightarrow 2\text{H}^+ (\text{aq}) + \text{SO}_4^{2-} (\text{aq})$

Fonte: Site USP s.d.³

Os problemas ambientais ocasionados pela chuva ácida são diversos e preocupantes, afetando não só a vida do homem, mas de todo o ambiente: contaminação do solo, lagos e rios, impossibilitando a vida nesses locais; corrosão nas construções de casas, edifícios, monumentos históricos; morte de plantas e árvore (DRUMM *et al.*, 2013).

Alguns métodos que amenizam os impactos causados pela chuva ácida sobre o ambiente foram desenvolvidos, como exemplo, pode-se citar o uso de calcário no solo. Calcário é uma rocha sedimentar constituída em maior percentual por carbonato de cálcio (CaCO₃). Quando o íon carbonato se forma através da solubilização do calcário, ocorre a hidrólise do ânion, formando HCO₃⁻ e OH⁻. Essas espécies químicas podem reagir com os íons H⁺ do solo e diminuir a sua acidez. De acordo com Peruch (2002, p.23) “Fazendeiros também adicionam calcário moído ao solo, porque o calcário é um material alcalino que aumenta a capacidade tampão do solo em oposição à acidez vinda da chuva ácida.”

Outra iniciativa é o uso de catalisadores nos automóveis, os catalisadores recebem gases carregados de poluentes (inclusive NO_x e CO) e liberam gases tratados com uma quantidade reduzida de substâncias tóxicas. A relevância da utilização dos catalisadores é evidenciada abaixo:

³ Disponível em: <http://www.usp.br/qambiental/chuva_acidafront.html> Acessado em: 14 jul. 2020

A mistura de gases saindo de um motor inclui monóxido de carbono (CO), hidrocarbonetos (HC) não-queimados e os óxidos nitrogenados designados como NOx. Durante o processo de catálise, os hidrocarbonetos transformam-se em vapor de água, o monóxido de carbono transforma-se em gás carbônico (CO₂) e os óxidos de nitrogênio transformam-se em nitrogênio (N₂), além de ser evitada a formação de oxidantes fotoquímicos, evitando desta maneira a formação de ozônio (O₃) e aldeídos, que são altamente tóxicos (FERREIRA; LIU, 2006, p. 2156).

Além dos conversores catalíticos, outro fator que contribuiu para a redução das emissões de poluentes pelos automóveis é a mudança nos padrões dos combustíveis. Mas, muito mais importante do que amenizar os efeitos da chuva ácida, seria encontrar formas de preveni-la. Para isso, é preciso uma conscientização e mudança de hábitos na população e das indústrias. Podemos citar algumas atitudes que ajudariam a diminuir a ocorrência de chuvas ácidas: incentivo a utilização de metrô, transporte público ou de caronas para a locomoção; redução do consumo de energia elétrica. Porém, é necessário esforços dos governantes para que outras atitudes sejam tomadas: regularizar e fiscalizar o uso de filtros em chaminés e fábricas; reflorestar áreas desmatadas; aplicar punições a veículos desregulados.

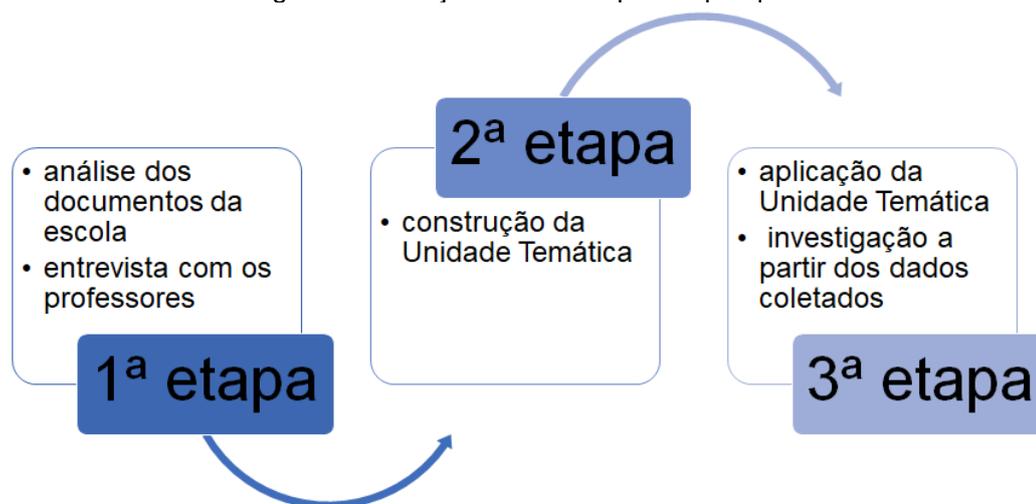
As reações e produtos químicos popularmente são mencionados como causadores de problemas ambientais. Porém, como vimos nos exemplos citados anteriormente, do uso do calcário por fazendeiros, dos conversores catalíticos nos automóveis e do desenvolvimento de novos padrões de combustíveis, essa mesma química, quando bem usada, pode contribuir na preservação do meio ambiente.

4. METODOLOGIA

4.1 Etapas da pesquisa

Os procedimentos metodológicos utilizados na pesquisa e descritos nesse capítulo foram organizados em três diferentes etapas conforme Figura 4.

Figura 4. Ilustração com as etapas da pesquisa.



Fonte: A autora (2020)

Cada etapa da pesquisa ocorreu em tempo específico e não concomitante, ou seja, a segunda etapa deu início após a análise dos documentos da escola e das entrevistas com os professores de química dessa instituição. Dessa forma, cada etapa contribuiu para a construção da etapa posterior. O período de cada etapa é o seguinte: primeira etapa de maio a julho de 2019, a segunda etapa de agosto a outubro de 2019 e a terceira etapa de outubro a dezembro de 2019. A primeira etapa tem como objetivo o levantamento de informações consistentes sobre o contexto no qual a unidade temática foi aplicada e, além disso, buscou-se compreender como a temática ambiental é abordada e quais as orientações presentes nos documentos pedagógicos da escola. Após esse estudo e compreensão, construiu-se a unidade temática “Poluição atmosférica: um inimigo invisível”, a qual foi desenvolvida com atividades que colocam o aluno numa posição ativa, valorizando a contextualização e motivação. Na última etapa, a unidade temática foi aplicada e os dados foram coletados e posteriormente se fez a investigação e análise dos dados. A seguir, os procedimentos metodológicos das etapas são descritos, o contexto e os sujeitos da pesquisa são identificados e os instrumentos de coleta de dados são detalhados.

4.2 A caracterização da pesquisa

Por se tratar do desenvolvimento, aplicação e análise da aplicação de um produto educacional, quanto à natureza, a pesquisa se caracteriza como aplicada, pois os conhecimentos gerados terão uma aplicação prática à solução de uma problemática específica. Quanto aos objetivos propostos se caracteriza como descritiva, por envolver na pesquisa a observação, registro, descrição, análise dos dados (PRODANOV; FREITAS, 2013).

Do ponto de vista dos procedimentos adotados para a coleta dos dados o estudo se define como do tipo pesquisa-ação. Isso porque, há uma interação entre pesquisador e os membros das situações investigadas. De acordo com Prodanov e Freitas:

Pesquisa-ação: quando concebida e realizada em estreita associação com uma ação ou com a resolução de um problema coletivo. Os pesquisadores e os participantes representativos da situação ou do problema estão envolvidos de modo cooperativo ou participativo (PRODANOV; FREITAS, 2013, p.65).

De acordo com a forma de abordagem, o estudo realizado para análise da relevância e contribuição do produto educacional para a aprendizagem dos alunos se caracteriza com uma pesquisa qualitativa. Nesse tipo de pesquisa os dados são descritivos e ricos em detalhes, os quais são coletados através do contato direto com o pesquisador numa situação natural, há uma grande preocupação em retratar a perspectiva dos participantes, além disso, a ênfase é dada a todo o processo e não somente ao produto final (LUDKE; ANDRÉ, 1986).

4.3 Contexto e sujeitos da pesquisa

4.3.1 Características da escola

A escola na qual todas as etapas da pesquisa foram desenvolvidas, é uma escola pública da rede estadual de ensino e é a maior escola da cidade de Farroupilha-RS. Está localizada numa região distante do centro, atende alunos de diversos bairros, mas principalmente do interior do município, com isso, os alunos não participam de um mesmo contexto, alguns residem nos bairros dos arredores da escola e outros nas comunidades do interior.

A cidade de Farroupilha- RS se encontra na região da Serra Gaúcha e possui cerca de 70 mil habitantes. Uma forte característica da cidade são os costumes italianos, que são marcados pelo trabalho, dedicação à terra, e fé religiosa. Isso tem grande influência na forma com que os alunos e pais se relacionam com a escola e com os professores. Como os alunos são predominantemente do interior da cidade, as tradições e costumes são mais preservados, dando à escola uma característica distinta das escolas do centro urbano.

A escola oferece Ensino Fundamental - anos iniciais e finais no turno da tarde, bem como Ensino Médio regular nos turnos manhã e noite. Conta com seis funcionários, sete professores que atuam nos anos iniciais, 11 professores que atuam no Ensino Fundamental e 33 professores que atuam no Ensino Médio. Eles atendem 346 alunos no Ensino Fundamental e 808 alunos do Ensino Médio.

A escola possui ainda diretora, três vice-diretores, que atuam em cada um dos três turnos de funcionamento da escola, quatro Orientadores Pedagógicos, quatro professores que atuam na Supervisão Escolar e um Agente Financeiro. Dentro do ambiente escolar encontram-se espaços como: salas de aula com projetor e aparelho de som, biblioteca, laboratório de ciências com reagentes químicos e vidrarias e sala de informática a qual possui computadores com acesso a internet.

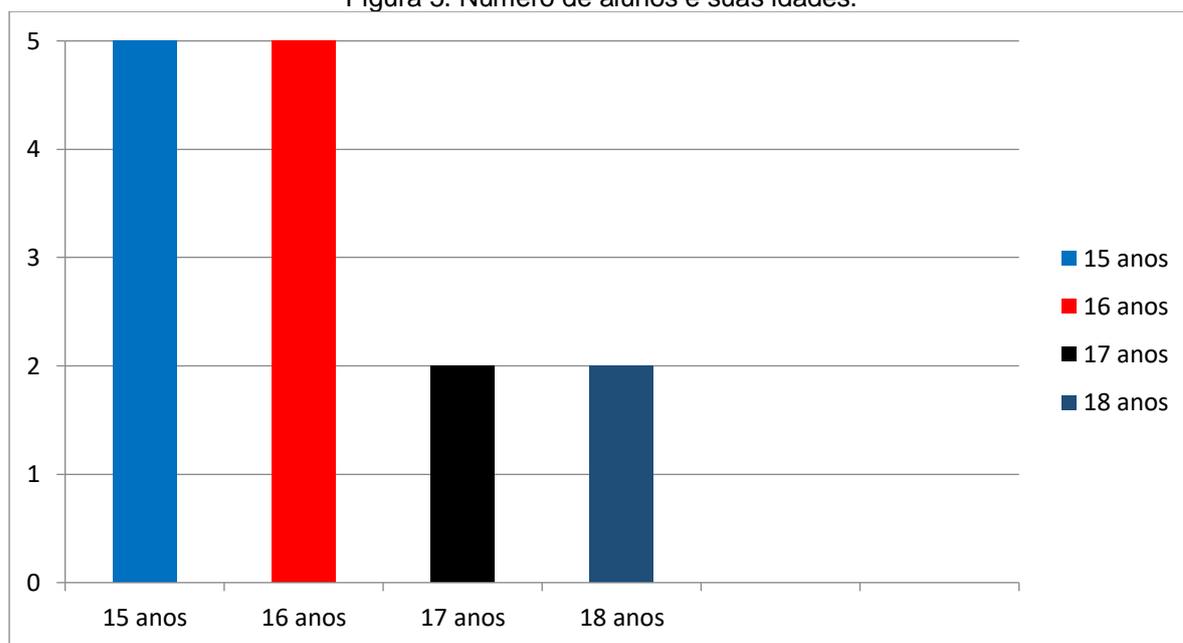
Para a complementação da carga horária anual a escola trabalha com o contraturno, onde os alunos no turno inverso participam de atividades com temáticas diversas, sendo que os alunos não são distribuídos de acordo com a série em que estudam, mas sim, de acordo com o interesse pela temática e disponibilidade de horário do aluno de vir até a escola no turno inverso. A unidade temática elaborada nesse trabalho foi aplicada a alunos no contraturno dessa mesma escola no segundo semestre do ano de 2019.

4.3.2 Características dos alunos participantes

A unidade temática elaborada é recomendada para alunos do 1º ano do Ensino Médio, porém foi adaptada e aplicada com 14 alunos do contraturno, sendo que estes estão em etapas escolares diversas. Isso por que no contraturno são desenvolvidos projetos com diferentes temáticas e os alunos escolhem de acordo com o seu interesse e motivação a turma que gostariam de participar.

Dessa forma, a turma é constituída por alunos de diferentes séries, sendo que dos quatorze alunos participantes, dez estavam no 1º ano do Ensino Médio, dois no 2º ano do Ensino Médio e dois no 3º ano do Ensino Médio. As faixas etárias dos alunos variam de 15 a 18 anos conforme pode ser acompanhado na Figura 5. Participaram de forma voluntária e os responsáveis pelos alunos participantes preencheram o termo de consentimento (Apêndice A).

Figura 5. Número de alunos e suas idades.



Fonte: A autora (2020)

4.3.3 Características dos professores participantes

Para o estudo através de entrevista, participaram da pesquisa quatro professores de química da mesma escola que a unidade temática foi aplicada, com o objetivo de realizar uma análise e reflexão sobre a prática pedagógica desses professores com questões ambientais. Além disso, buscou-se analisar os documentos da escola em que esses professores lecionam, focando nas orientações que são dadas com relação à abordagem da temática ambiental em sala de aula. Abaixo segue algumas características dos participantes que são importantes para análise dos dados coletados:

- ❖ Professora 1: possui formação em Química, nomeada através de concurso público na rede estadual de ensino, atua como professora de química há sete anos;

- ❖ Professora 2: formação em Ciências Biológicas, contratada de forma emergencial na rede estadual de ensino, atua como professora de química há quase dois anos;
- ❖ Professora 3: formação em Química, contratada de forma emergencial na rede estadual de ensino, atua como professora de química há três anos;
- ❖ Professora 4: formação em Química, contratada de forma emergencial na rede estadual de ensino, atua como professora de química há dois anos;

4.4 Os instrumentos de pesquisa e a coleta de dados

4.4.1 Documentos da escola e entrevista com os professores

Na primeira etapa, os procedimentos técnicos para a coleta de informações através do questionário aplicado aos professores empregaram características do método levantamento, que é explicado por Prodanov e Freitas:

Levantamento (survey): esse tipo de pesquisa ocorre quando envolve a interrogação direta das pessoas cujo comportamento desejamos conhecer através de algum tipo de questionário. Em geral, procedemos à solicitação de informações a um grupo significativo de pessoas acerca do problema estudado para, em seguida, mediante análise quantitativa, obtermos as conclusões correspondentes aos dados coletados (PRODANOV; FREITAS, 2013, p.57).

O questionário (Apêndice B) aplicado é semi-estruturado e apresenta questões abertas e questões fechadas. Esse instrumento de coleta de dados consiste em perguntas relacionadas com a abordagem de temas ambientais na sala de aula e os conteúdos químicos que são trabalhados a partir dessa temática. Outra questão relevante que se buscou compreender através do questionário, foi como a relação conteúdo químico e temas ambientais é realizada, pois o pressuposto foi que questões ambientais eram apenas tratadas para exemplificar o conceito químico. Juntamente com o questionário, os professores receberam uma carta de apresentação/termo de consentimento (Apêndice C).

Quanto aos procedimentos técnicos adotados para a coleta de dados através da análise dos documentos da escola, apresentam características de uma pesquisa documental. Os seguintes documentos foram examinados: Projeto Político Pedagógico – PPP; Planos de Estudos do 1º, 2º e 3º ano do Ensino Médio; Plano de

Trabalho de quatro professores de química (os mesmos professores que participaram do questionário). Ressalta-se que foi solicitado à direção e coordenação pedagógica da escola para a realização da análise desses documentos.

O PPP é um documento escolar amparado pela LDB de 1996, e é construído coletivamente por toda a comunidade escolar. Define a identidade e a proposta educacional da instituição, bem como o caminho que a escola seguirá para que a educação ofertada seja de qualidade. O projeto político pedagógico norteia a forma como a escola planeja suas ações, projetos e determina suas metas para que o processo de ensino e aprendizagem aconteça. Outro documento analisado foram os Planos de Estudos, o qual é construído no coletivo de professores e determinam os objetos de conhecimento, as competências e habilidades que deverão ser desenvolvidas em cada etapa do ensino.

Os Planos de Trabalho são elaborados individualmente pelo professor, isso porque, ainda que os objetos de aprendizagem estabelecidos nos Planos de Estudos são iguais para todos os professores da mesma disciplina da escola, cada professor possui uma forma de trabalhar em sala de aula. Sendo assim, o professor definirá no Plano de Trabalho a abordagem, os recursos, o tempo e como acontecerá a verificação das aprendizagens construída pelos alunos, ou seja, é nesse documento que o professor sistematizará como, quando, com o que e os objetivos de cada ação na sala de aula.

4.4.2 Aplicação da unidade temática e investigação a partir dos dados coletados

Para a coleta dos dados oriundos da aplicação da unidade temática se utilizou diferentes instrumentos, sendo esses: questionário inicial, relatório das atividades experimentais, mural de fatos e notícias, árvore de problemas, mapa conceitual, infográfico e questionário final. Através desses registros, foi realizada uma análise e avaliação do produto educacional construído e aplicado.

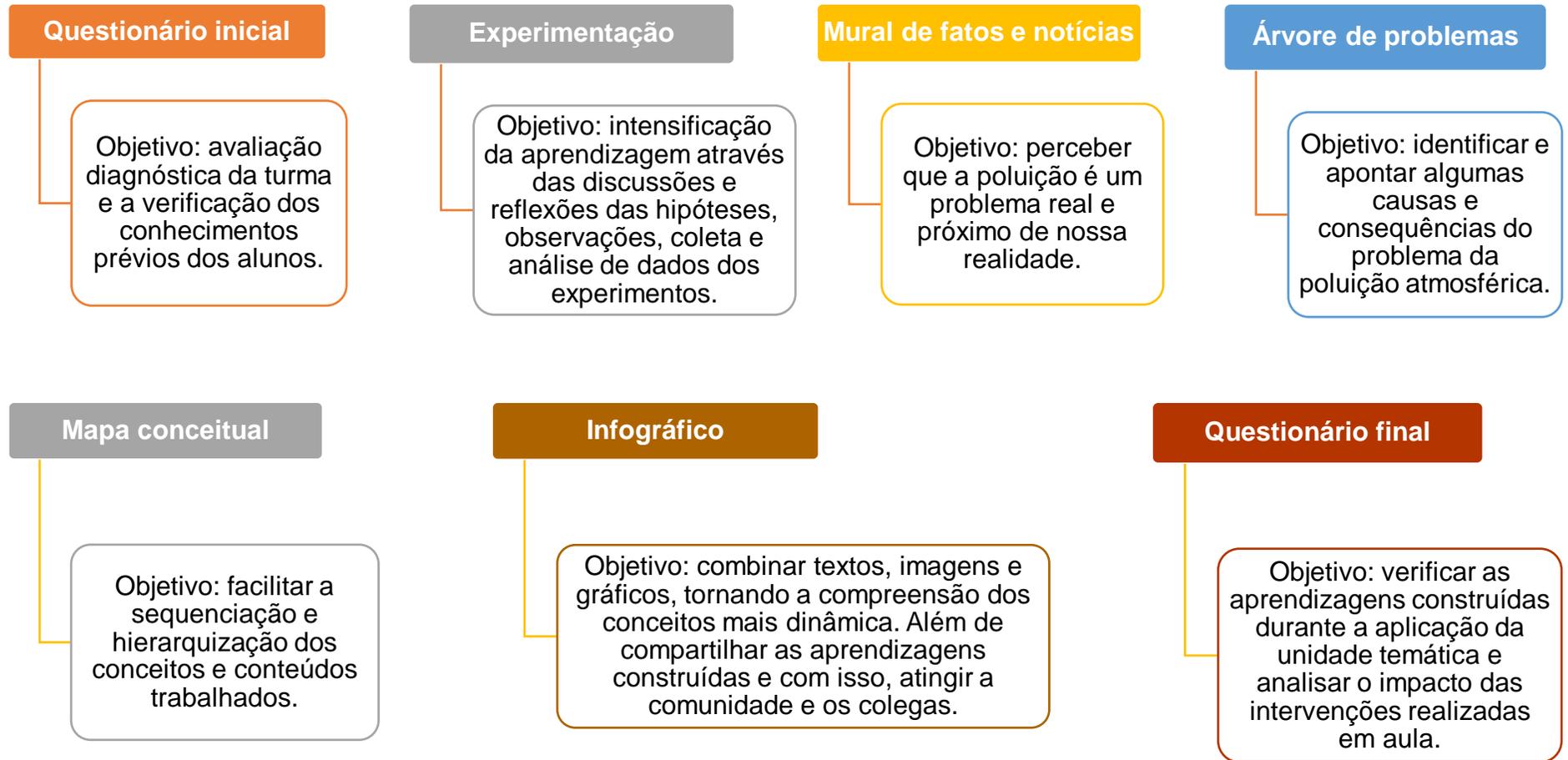
O questionário inicial (Apêndice D), aplicado na primeira aula com os alunos, foi semi-estruturado e apresenta perguntas dissertativas e outras de múltipla escolha. Juntamente com o questionário, entregou-se uma carta de apresentação para os alunos com explicações e esclarecimentos dos objetivos (Apêndice E).

Ressalta-se que os alunos participantes são menores de 18 anos, por isso, o termo de consentimento foi enviado e assinado pelos responsáveis (Apêndice A). Outro instrumento de coleta de dados utilizado foi o relatório das atividades experimentais: “Ovo na garrafa” e “Balão que murcha e enche sozinho”. Para essa atividade, utilizou-se o método POE, que aborda a experimentação através de três princípios básicos: prever, observar e explicar. Com isso, o experimento foi conduzido primeiramente com uma previsão do fenômeno e breve discussão em grupo. Logo após, os alunos juntamente com o professor, observaram o experimento e, em grupos, puderam retornar às suas previsões e reformular ou até mesmo, descartar e fazer novas explicações.

O mural de fatos e notícias foi outra atividade realizada pelos alunos, na qual foi utilizada também como fonte de dados para análise. Nessa atividade os alunos puderam, em grupos, ler e discutir notícias locais sobre a temática poluição e, logo após, construir um mural com trechos das notícias e frases de impacto, que posteriormente foi exposto para o restante da escola. A atividade de construção da árvore de problemas consiste na análise do problema poluição (tronco da árvore) através da identificação das causas e consequências. Dessa forma, após a ampliação dos conhecimentos acerca do problema com a atividade anterior, os alunos puderam apontar algumas causas (raiz da árvore) e consequências (frutos da árvore), construindo uma árvore com essas identificações.

A construção de um mapa conceitual foi outra fonte de dados, na qual os alunos puderam através de representação gráfica, indicar relações entre poluição e as funções inorgânicas. A produção de um infográfico foi também utilizada como instrumento para coletar dados. O infográfico é uma ferramenta de representação de informações gráfico-visual, sendo mais atrativo e transmitindo a informação de forma mais rápida e eficiente. A construção do infográfico é a culminância da unidade temática, essa atividade é a conclusão de um processo permeado de aprendizagem. Como última forma de coletar dados para avaliação da unidade temática se aplicou um questionário final com os alunos (Apêndice F). Abaixo, na Figura 6, estão organizados os objetivos das atividades.

Figura 6. Objetivo dos instrumentos utilizados para a coleta de dados.



Fonte: A autora (2020)

Com isso, finaliza-se a descrição dos instrumentos utilizados para coletar dados, tanto preliminares, como questionário com os professores e análise dos documentos da escola, quanto os dados que foram coletados durante a aplicação da unidade temática. Em cada etapa, os dados contribuíram para delimitar e definir as próximas etapas. A coleta e análise dos dados na primeira etapa colaboraram para a construção da unidade temática, que constitui a segunda etapa. Os dados coletados durante a aplicação do produto educacional (terceira etapa) contribuíram para aperfeiçoar e aprimorar a unidade temática através de sugestões dadas aos professores que desejarem aplicar na sua aula, as sugestões se encontram nas discussões dos resultados. O produto educacional é disponibilizado na íntegra nos apêndices desse trabalho na versão em que foi aplicada na escola (Apêndice G).

4.5 A análise de dados

4.5.1 Análise dos documentos da escola e entrevista com os professores

Em específico as análises referentes à primeira etapa dessa pesquisa, documentos da escola e entrevista com os professores, se caracterizam como um estudo de caso qualitativo de caráter exploratório, pois busca observar em detalhes um determinado contexto particular fornecendo informações sobre o caso em estudo. O estudo de caso consiste em coletar e analisar informações sobre determinado indivíduo, uma família, um grupo ou uma comunidade, a fim de estudar aspectos variados de sua vida, de acordo com o assunto da pesquisa. Já a pesquisa exploratória é aquela que se encontra na fase preliminar, tendo como intenção prover mais informações sobre o assunto investigado. O pesquisador mantém contato direto com o ambiente e o objeto de estudo. Os dados coletados em pesquisas de caráter qualitativo são descritivos, retratando os elementos existentes na realidade estudada (PRODANOV; FREITAS, 2013).

Para analisar o PPP foi realizada uma leitura do documento, buscando questões ambientais e orientações de como ela poderia ser trabalhada pelos professores. Foi analisado, através de uma leitura minuciosa o Plano de Estudos da área das Ciências da Natureza, mais especificamente da disciplina de química, procurando identificar como o professor pode alcançar os objetivos traçados no PPP

com relação à educação ambiental e em quais conteúdos de química há sugestões de abordagens ambientais.

No que se refere aos Planos de Trabalho, foram analisados os de quatro professores, esses professores são os que ministram as aulas de química na escola, e são os mesmos professores que foram entrevistados. Essa análise foi realizada através de uma leitura detalhada e reflexiva, buscando identificar os momentos, na prática, que os professores trabalhariam a temática ambiental.

4.5.2 Aplicação da unidade temática e investigação a partir dos dados coletados

A análise dos dados coletados com a aplicação do produto educacional objetivou identificar primeiramente, como a aplicação da unidade temática sobre poluição atmosférica pode contribuir no processo de ensino e aprendizagem em química, em especial para abordagem dos conceitos de estados físicos da matéria, propriedades físicas da matéria, forças intermoleculares, reações de neutralização, gases, porém a ênfase é dada ao conteúdo de funções inorgânicas. Posteriormente buscou-se evidências de como esse produto educacional pode colaborar para a formação de indivíduos mais reflexivos quanto a questões ambientais.

Os dados oriundos da coleta de dados durante a aplicação do produto educacional foram analisados na perspectiva da análise de conteúdo de Bardin (2010), compreendendo as três etapas propostas por Laville e Dionne (1999): recorte de conteúdos, definição das categorias analíticas e categorização final. Na etapa de recorte de conteúdos, os materiais de análise são recortados para logo após serem agrupados em categorias para melhor expressar sua significação. Esses recortes precisam ser portadores de sentido em relação ao material analisado e também aos objetivos da pesquisa. Os elementos decompostos irão estabelecer as unidades de análise, de classificação ou de registro.

Para a definição das categorias analíticas, os elementos de conteúdos recortados na etapa anterior são agrupados por parentesco de sentido e organizados adequadamente em categorias analíticas. A definição das categorias pode seguir o modelo aberto (as categorias não são fixas no início, mas tomam forma no progresso da análise), o modelo fechado (categorias fechadas a priori de acordo com um ponto de vista teórico) ou misto (as categorias são selecionadas no

início, mas podem ser alteradas ao longo do processo analítico). Nesta pesquisa a definição das categorias analíticas seguiu o modelo aberto, pois as categorias foram definidas durante a análise dos dados.

Um grupo de categorias deve possuir certas qualidades, como: ser pertinente, tão exaustivo quanto possível, preciso e mutuamente exclusivo. Na última etapa ocorre a categorização final das unidades de análise, na qual é feita um estudo de alocação dos conteúdos e sua categorização. Objetiva uma análise profunda dos recortes com base nos critérios estabelecidos para definição das categorias. Consideram-se cada uma das unidades tendo como base os critérios gerais, para definir a categoria mais adequada.

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Esse capítulo está organizado de acordo com as etapas dessa pesquisa. Inicialmente, serão apresentados os resultados e discussões realizados através da análise dos documentos e questionários aplicados aos professores da escola, logo após, a análise da construção da unidade temática e por fim, a investigação através dos dados coletados com a aplicação do produto educacional.

5.1 Análise dos documentos da escola e entrevista com os professores

Visando contemplar o objetivo específico de analisar como e com que propósito a química ambiental vem sendo trabalhada em uma escola de educação básica a partir dos documentos (PPP, Planos de Estudos e Planos de Trabalho) e questionário aplicado a professores, foi realizada uma investigação e reflexão a partir desses documentos, e isso deu embasamento e uma melhor compreensão de como as questões ambientais são abordadas no Ensino Médio e como esse trabalho poderá colaborar para a intensificação dessa abordagem na sala de aula.

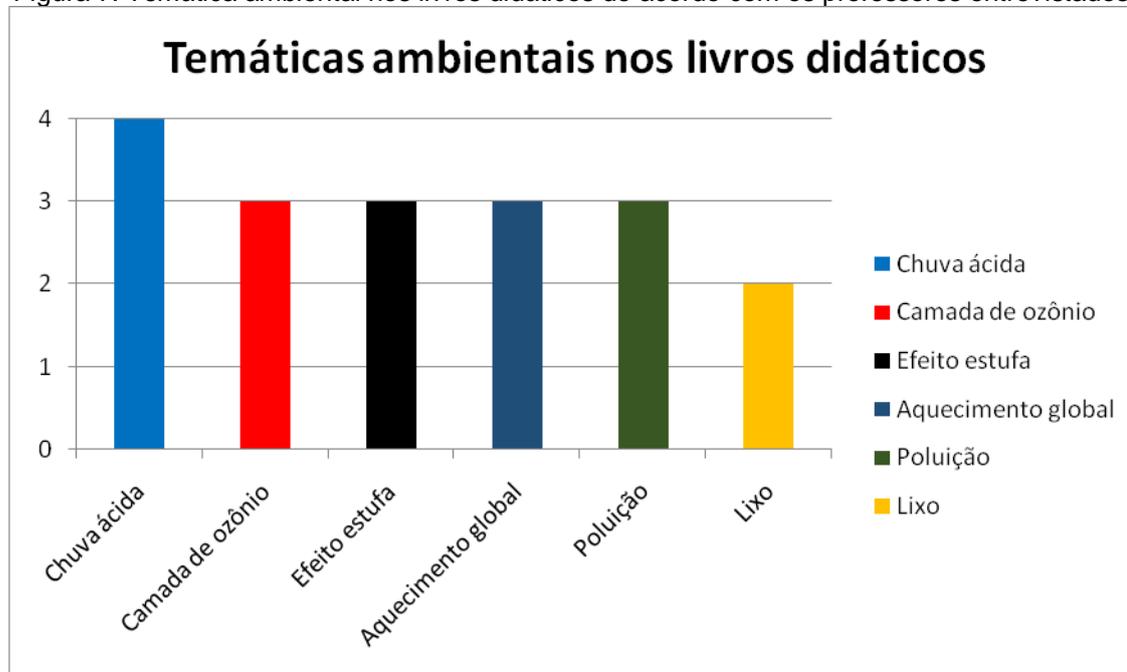
Serão iniciadas as considerações com as análises dos quatro questionários aplicados com os professores de química. A primeira questão investigada revelou que todos os professores entrevistados acreditam que trabalhar temas ambientais em sala de aula é muito importante, e a próxima questão, demonstra a visão positiva desses professores com relação à contribuição que a abordagem de temas ambientais traz para uma mudança nas atitudes dos alunos. Com isso, percebemos o entendimento desses professores que se aproxima do que diz Prsybyciem:

[...] essas reflexões sobre Educação Ambiental devem ocorrer em todos os setores da sociedade. No entanto, a escola é um local fundamental para discussão em relação à questão socioambiental, uma vez que é um espaço para formação de valores, atitudes, conhecimentos, enfim, para formação da cidadania. Nesse contexto, disciplinas como Química, Física, Biologia, entre outras, necessitam encontrar mecanismos para abordar e possibilitar tais discussões (PRSYBYCIEM; 2015, p.23).

Também se investigou a percepção dos professores com relação à inserção de questões ambientais nos livros didáticos recomendados pelo MEC. Constatou-se que um professor investigado verifica esta presença, porém três percebem essas questões, mas muito pouco. Os temas ambientais mais abordados nos livros

didáticos de acordo com os professores estão elencados de acordo com o gráfico representado na Figura 7.

Figura 7. Temática ambiental nos livros didáticos de acordo com os professores entrevistados.



Fonte: A autora (2020)

Quando se trata da profundidade que essas questões são abordadas nos livros didáticos, todos os investigados percebem que ocorre de forma superficial. Essa concepção também foi trazida por Lobato *et al.* ao analisarem como os livros didáticos abordavam a questão do efeito estufa “Mesmo não sendo possível tratar o fenômeno “Efeito Estufa” de maneira muito aprofundada no ensino médio, também não se deveria simplificá-lo tanto, como vem sendo feito em alguns livros didáticos desse nível de ensino” (LOBATO *et al.*, 2009, p.22).

Como o livro didático é a principal fonte de pesquisa para o professor do ensino médio preparar suas aulas, a intensificação da inserção da temática ambiental nas aulas de química, está atrelada a sua presença nos livros didáticos. O mesmo estudo citado acima traz esse posicionamento ao afirmar que:

Pela disponibilidade e/ou facilidade de acesso ao livro didático, percebe-se que os conteúdos selecionados pelos autores acabam sendo, em muitos casos, os mesmos conteúdos que o professor desenvolve em sala de aula. Por este motivo, livros didáticos têm sido compreendidos como agentes determinantes de currículos, limitando a inserção de novas abordagens e possibilidades de contextualização do conhecimento (LOBATO *et al.*, 2009, p.8).

Ao serem questionados sobre a prática pedagógica voltada ao meio ambiente, dois dos professores entrevistados afirmam positivamente e os outros dois afirmam que são raros os momentos que essa abordagem acontece. Logo após, ainda sobre esse questionamento é perguntado como esse enfoque é realizado, três dos entrevistados afirmam ser durante as explicações do conteúdo, e três dos professores trazem esse enfoque através de discussões de textos ou na realização dos exercícios. Além desses, dois professores afirmam que o enfoque ambiental acontece através de trabalhos de pesquisa. Ressaltamos que os professores tinham a opção de marcar mais de uma alternativa.

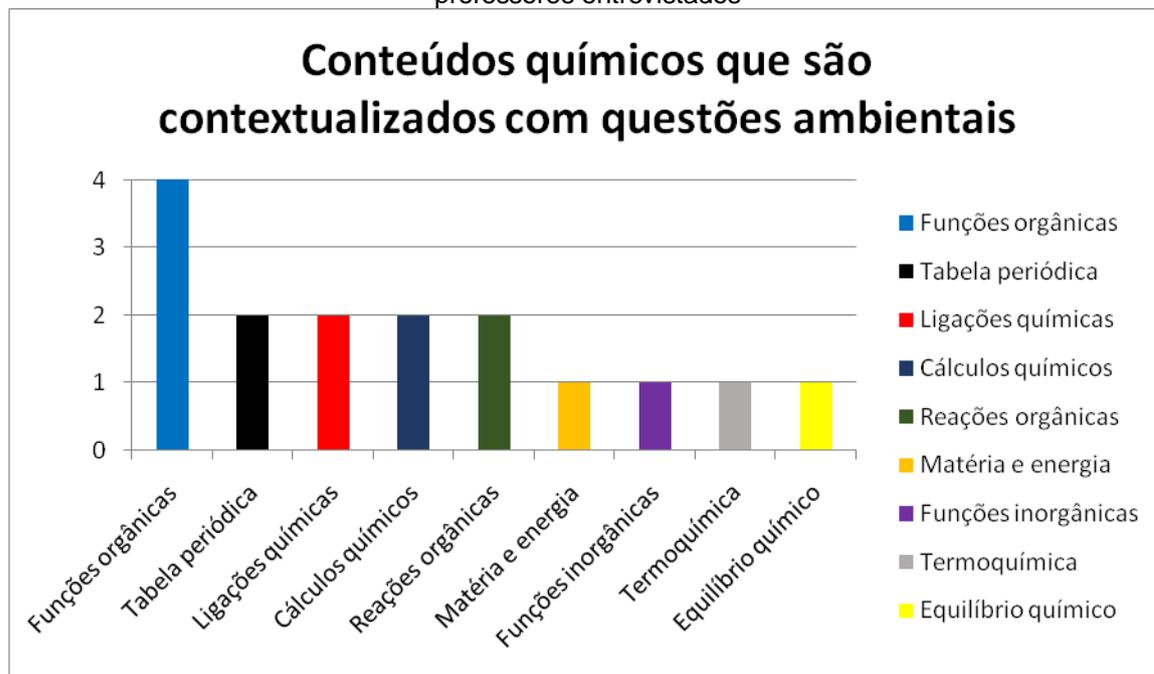
Esses dados nos mostram que a abordagem de temas ambientais em sala de aula para a realidade analisada, comumente é realizada de forma pontual e isolada, dessa forma, pouco contribui para uma efetiva Educação Ambiental. Além disso, é realizada para exemplificação ou para trazer uma aplicabilidade para os conceitos químicos que estão sendo discutidos, ou seja, o objetivo principal ainda é o conteúdo e não as questões sociais, históricas e éticas que cercam a temática.

Num outro estudo, realizado por Leite e Rodrigues (2011) com 13 professores de química, a fim de verificar aspectos da prática pedagógica com relação à Educação Ambiental é discutido através dos dados coletados, que “apenas ilustrar o conceito químico que está sendo ensinado ou utilizar os temas ambientais como instrumentos de motivação são atitudes que não caracterizam a EA nem enriquecem esse conceito” (LEITE; RODRIGUES, 2011, p.9). Ainda que:

Alguns dos professores entrevistados utilizam o tema meio ambiente como forma de tornar o ensino de Química mais atraente. O professor deseja que o aluno perceba uma aplicabilidade dos conceitos que estão sendo trabalhados na disciplina, que os “visualize”, que se sinta motivado a estudar mais, que goste de Química. Enfim, as prioridades dos professores são relacionadas unicamente aos conceitos químicos, e o tema meio ambiente é considerado um recurso para ensinar Química (LEITE; RODRIGUES, 2011, p.8).

Na visão dos professores, os conteúdos químicos que eles contextualizam com uma abordagem ambiental, estão elencados no gráfico representado na Figura 8 de acordo com o número de vezes que foram apontados.

Figura 8. Conteúdos químicos que são contextualizados com questões ambientais de acordo com os professores entrevistados



Fonte: A autora (2020)

Observar o grande número de conteúdos químicos que foram apontados pelos professores pode nos levar a acreditar que a abordagem ambiental acontece constantemente, pois os conteúdos elencados compreendem a maioria dos que são trabalhados no Ensino Médio. Porém, não podemos analisar essa questão isoladamente, pois na questão anterior os professores afirmaram que essa abordagem acontece em sua maioria durante as explicações de conteúdos ou através da discussão de textos ou reportagens. Ou seja, essa forma de tratar as questões ambientais somente quando o conteúdo permite e com o objetivo de exemplificar os conteúdos, não contribui para uma Educação Ambiental transformadora, a qual pretendemos acentuar através desse trabalho.

Para a questão sobre a visão dos professores se eles poderiam proporcionar mais momentos de discussão em sala de aula sobre temas ambientais, todos os entrevistados afirmaram que sim, e numa segunda parte do questionamento foi perguntada qual a dificuldade para que essa ação aconteça. Nessa parte, três dos professores afirmaram que a justificativa para isso é a falta de tempo para preparar as aulas com esse enfoque, pois necessitaria de estudo e uma maior dedicação. A problemática de falta de tempo devido à sobrecarga de horas/aula, aliada às condições físicas precárias das escolas e o sistema excessivamente burocrático que

a educação brasileira enfrenta, coloca o professor em constante estresse e insatisfação profissional, e como consequência, há uma queda na qualidade das suas aulas e a impossibilidade do professor se aperfeiçoar e refletir sobre a sua prática pedagógica.

Outra justificativa levantada por um professor é a falta de tempo, pois o plano de estudos de química é grande e para “vencer” todos os conteúdos não se pode disponibilizar tempo para essas abordagens. Essa percepção mostra a excessiva preocupação dos professores em repassar o conteúdo, mas o compromisso dos educadores vai além, deve ser em fazer com que o aluno participe efetiva e ativamente da sociedade em que está inserido, apropriando dos valores éticos e morais e também dos conhecimentos científicos. Com isso, o conteúdo não é o foco principal, mas como a aprendizagem desse conteúdo contribuirá para a formação desse aluno, tornando-o um agente transformador da sua realidade.

Um professor relata que não proporciona mais abordagens ambientais devido à falta de material de apoio, pois o pouco que é trabalhado nos livros didáticos é de forma superficial e entediante para os alunos. Acreditamos que atualmente, há disponível uma ampla diversidade de vídeos, livros didáticos e softwares, que buscam auxiliar o professor, porém surge a problemática de como selecionar esses materiais. Com isso, retomamos a questão anterior, onde discutimos a falta de tempo do professor para preparar suas aulas e se qualificar, isso acaba refletindo na busca e seleção por materiais de apoio.

Para finalizar, foi solicitado ao professor sugestões de como a pesquisa poderia auxiliar a inserir e discutir problemas e questões ambientais em suas aulas de química. As sugestões levantadas foram: “Ajudar na produção de materiais alternativos, com experimentos e trabalhos que se adaptem à realidade escolar e da vida do aluno”; “Com roteiros e experimentos de aula sobre o tema”; “Através da elaboração de materiais com o assunto aprofundado, porém com objetivos claros e que permitam a abordagem durante a explicação dos conteúdos”; “Com uma proposta didática”. Tendo em vista as sugestões levantadas pelos professores e a concepção que temos de educação e da prática pedagógica, elaboramos uma unidade temática sobre poluição atmosférica, a qual é o produto educacional desse trabalho.

Além da análise dos questionários aplicados com os professores, buscou-se investigar os documentos da escola que esses professores atuam, a qual é uma escola da Rede Estadual de ensino da cidade de Farroupilha - RS. Com isso, procurou-se compreender quais as orientações quanto à abordagem da EA na escola. Para isso, foram examinados os documentos PPP, Planos de Estudos e Planos de Trabalho de quatro professores de química dessa escola (os mesmos professores participantes do questionário). Esse estudo auxiliou a construção do produto educacional, pois através dele entendeu-se como a escola espera que a temática ambiental deva ser abordada na sala de aula.

Inicialmente evidencia-se que a Educação ambiental vem se consolidando como uma prática educativa que perpassa todas as disciplinas. Por isso, para serem trabalhadas temáticas ambientais é preciso que haja uma discussão integrada entre todas as áreas do conhecimento. Como afirmam Bernardes e Prieto (2010, p.176) em seus estudos:

Também os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) e as resoluções do Conselho Nacional de Educação (CNE) reconhecem a Educação Ambiental como uma temática a ser inserida no currículo de modo diferenciado, não se configurando como uma nova disciplina, mas sim como um tema transversal (BERNARDES; PIETRO; 2010, p.176).

Não será esgotado todo o assunto sobre o tema ambiental, se esse for trabalhado de forma interdisciplinar. Porém, se trabalhado dessa forma, o aluno terá uma visão mais ampla e real do fenômeno, integrando os conteúdos referentes aos aspectos históricos, químicos, econômicos, que compõem a temática. Não basta trazer abordagens de temas químicos ambientais apenas para tornar a aula mais interessante ou atrativa, ou simplesmente para exemplificar o conteúdo, é preciso uma discussão ampla e crítica das suas implicações sociais. Segundo, Silva e Grzebieluka:

Como prática transformadora na construção da cidadania planetária e da sustentabilidade; o desenvolvimento da Educação Ambiental deve ser vivenciado por meio de experiências significativas e interdisciplinares, que garantam aos sujeitos a possibilidade de adquirir conhecimentos e competências essenciais para torná-los aptos a resolver problemas ambientais que os atingem tanto no âmbito individual quanto coletivo (GRZEBIELUKA; 2015, p.89).

Porém, para que isso aconteça, o assunto não pode ser trabalhado de forma isolada em algumas disciplinas. Cabe então à comunidade escolar, inserir temas

ambientais no Projeto Político Pedagógico - PPP, a fim de definir quais ações e projetos se pretende realizar. Dessa forma, os professores conseguirão planejar e integralizar tais discussões.

Nessa perspectiva, a Educação Ambiental deve estar incorporada no PPP das Instituições de Ensino de acordo com o artigo 7º das Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Ambiental, que diz:

Em conformidade com a Lei nº 9.795, de 1999, reafirma-se que a Educação Ambiental é componente integrante, essencial e permanente da Educação Nacional, devendo estar presente, de forma articulada, nos níveis e modalidades da Educação Básica e da Educação Superior, para isso devendo as instituições de ensino promovê-la integralmente nos seus projetos institucionais e pedagógicos (BRASIL, 2012, art.7º).

O Projeto Político Pedagógico da escola analisada inicia ressaltando que esse documento organiza todas as ações pedagógicas da escola, traduzindo o rumo que será dado ao processo educativo e às prioridades e metas que se pretende atingir durante o ano letivo, considerando o momento em que vivemos.

Pensamos o Projeto Político Pedagógico como eixo de toda e qualquer ação a ser desenvolvida na escola. É uma proposta de trabalho coletivo que busca encontrar respostas para questões importantes da escola; como é o seu papel; as dificuldades e alternativas possíveis. Que tipo de cidadão se deseja? Que sociedade almejamos? Quais as metodologias que podem melhor assegurar o sucesso do processo ensino-aprendizagem? Por outro lado, discutem-se os problemas existentes na escola, as possibilidades de solução a ser assumida para a consecução dos objetivos estabelecidos. Assim pretendendo-se que esse Projeto Político Pedagógico norteie a ação educativo-administrativa escolar (Projeto Político Pedagógico de uma Escola Estadual de Farroupilha-RS).

A filosofia e a missão da escola, salientada no PPP é oferecer por meio de uma educação de qualidade, a formação integral do indivíduo, buscando uma transformação da realidade social e desenvolver uma proposta didática que busque orientar cidadãos para serem mais humanos, participativos, críticos e solidários; desenvolvendo habilidades e competências no processo de construção do conhecimento.

A Educação Ambiental é um processo pluridimensional, pois articula conteúdos de diversas áreas, o que torna inviável uma compreensão se este não for trabalhado de forma interdisciplinar. No PPP da escola em análise, é reforçado que:

A ação pedagógica pressupõe a interação dos componentes curriculares nas áreas dos conhecimentos, através da interdisciplinaridade e contextualização com situações de aprendizagem que atendem aos compromissos científicos e filosóficos da Escola (Projeto Político Pedagógico de uma Escola Estadual de Farroupilha-RS).

Para alcançar suas metas e objetivos, a escola trabalha uma metodologia que considera o aluno um ser ativo no processo de aprendizagem, e busca o desenvolvimento de competências e habilidades como, a escrita, leitura, resolução de problemas, compreender, ser e conviver, oportunizando práticas diferenciadas e significativas. A proposta metodológica da escola privilegia o ensino enquanto construção do conhecimento, o desenvolvimento pleno das potencialidades do estudante e sua inserção no ambiente social utilizando, para isso, os conteúdos curriculares da base nacional comum e os temas transversais.

A proposta metodológica da escola, privilegia o ensino enquanto construção do conhecimento, o desenvolvimento pleno das potencialidades do estudante e sua inserção no ambiente social utilizando, para isso, os conteúdos curriculares da base nacional comum e os temas transversais, trabalhados em sua contextualização, valorizando a cultura da comunidade e propiciando o acesso ao saber local, regional e universal da humanidade. (Projeto Político Pedagógico de uma Escola Estadual de Farroupilha-RS).

O PPP da escola traz que a metodologia deve considerar a interdisciplinaridade, a pesquisa pedagógica, o trabalho como princípio educativo integrado e a elaboração de projetos educativos vivenciais. Uma forma interessante de trabalhar a Educação Ambiental na escola é através de projetos, pois traz uma nova dinâmica à construção do conhecimento, em que o aluno é ativo nesse processo. Porém, mesmo que haja menção da prática de projetos no PPP da escola, isso não garante que esses projetos sejam desenvolvidos com uma temática ambiental, ficando a cargo dos professores e da gestão escolar a escolha dos temas desses projetos, de acordo com a necessidade atual da escola. A escola não possui um projeto específico sobre meio ambiente.

Outro documento que precisa ser analisado são os Planos de Estudos da escola, pois neles estão os resultados de uma elaboração coletiva dos professores de cada área do conhecimento. Nesses planos, estão os conteúdos de cada disciplina e as competências e habilidades que devem ser desenvolvidas através desses conteúdos.

Nos Planos de Estudos da escola analisada, as competências e habilidades com relações ambientais são poucas. Destaca-se apenas, dentro da competência “*resolver problemas*”, as habilidades “Fazer uso dos conhecimentos da Física, da Química e da Biologia para explicar o mundo natural e para planejar, executar e avaliar intervenções práticas; Utilizar elementos e conhecimentos científicos e tecnológicos par diagnosticar e equacionar questões sociais e ambientais;” (Planos de Estudos da área das Ciências da Natureza de uma Escola Estadual de Farroupilha – RS).

Baseado nos Planos de Estudos, cada professor construirá seu Plano de Trabalho, de modo que a integridade e a coerência do Projeto Político Pedagógico sejam preservadas. No Plano de Trabalho, o professor fará seu planejamento das situações de aprendizagens que irá propor para desenvolver as competências e habilidades descritas nos Planos de Estudo e alcançar os objetivos e metas propostas pelo PPP da escola. Contudo, os Planos de Trabalho dos professores de Química do 1º e do 3º ano, não possuem nenhuma proposta de situações de aprendizagem sobre Educação Ambiental. Já no Plano de Trabalho do 2º ano da disciplina de Química, no conteúdo de Eletroquímica, os alunos farão um trabalho de pesquisa que busca compreender o funcionamento das pilhas e os efeitos que elas podem causar ao meio ambiente.

Percebe-se que são desenvolvidas atividades tímidas e pontuais sobre a química relacionada ao meio ambiente. Mesmo que esse trabalho de pesquisa proposto pelo professor do 2º ano fomente a intenção de preservar o meio ambiente, ações pontuais e isoladas não são suficientes para a construção de uma Educação Ambiental transformadora. Com isso, verifica-se que a escola possui fundamentos epistemológicos e metodológicos que orientam para o desenvolvimento de uma Educação Ambiental. Destaca-se a preocupação da escola com a formação integral dos seus alunos, visando à contribuição para a formação da cidadania e o desenvolvimento de valores e conhecimentos que possam servir de instrumentos para a interação do aluno com o mundo que o cerca, abrindo possibilidades de desenvolvimentos de abordagens ambientais.

A filosofia, os objetivos e a metodologia da escola analisada possibilitam a abordagem da Educação Ambiental. Como um importante referencial, o PPP é um

documento de suma importância para o trabalho do professor. Por isso, para os docentes sistematizarem suas ações e construírem seus Planos de Estudos e Planos de Trabalho com uma abordagem mais intensa sobre questões ambientais, é preciso que isso seja explanado de forma mais abrangente, com estratégias de ensino e aprendizagem mais claras e que possibilitem a consolidação das metas estabelecidas no Projeto Político Pedagógico da escola, no qual consta como um dos objetivos “Preservar o meio ambiente interno e externo”.

5.2 Construção da Unidade Temática

A Unidade temática com o tema “Poluição atmosférica: um inimigo invisível” foi desenvolvida para professores que buscam algo mais profundo do que simplesmente ensinar conteúdos isolados e sem um significado real para o aluno. Composta em oito etapas sendo que cada uma pode ser trabalhada em 2h-aula. Porém, é ressaltado ao professor que as atividades sugeridas, podem ser adaptadas de acordo com a carga horária e realidade de cada escola. A unidade temática foi escrita em primeira pessoa do singular, objetivando dar ao texto um caráter pessoal, aproximando o autor do leitor. Em diversos momentos, a escrita se propõe como uma conversa ou um diálogo, sendo um texto de fácil e agradável leitura.

Para a construção da Unidade Temática as estratégias de ensino foram elaboradas para que o aluno passe da posição passiva e receptora para uma posição ativa e construtora do seu próprio conhecimento. O planejamento das estratégias pedagógicas aplicadas nessa unidade teve como inspiração o livro “A sala de aula inovadora: estratégias pedagógicas para fomentar o aprendizado ativo” de Fausto Camargo e Thuinie Daros (2018). Por meio desse livro buscou-se compreender como é possível renovar a prática pedagógica por meio de mudanças nas metodologias e utilizando novas estratégias de ensino, nas quais o aluno participa ativamente do processo de aprendizagem.

A estrutura da Unidade Temática é constituída por introdução que expõe para o professor a relevância do tema e da metodologia utilizada. Logo após é especificado que a Unidade Temática foi desenvolvida para alunos do 1º ano do Ensino Médio e a duração de 16h-aula. É ressaltado que, dependendo da carga horária da escola, a Unidade Temática pode ser aplicada com uma duração

diferente da especificada e se não for possível executar todas as etapas propostas nessa unidade, o professor pode optar por adaptar de acordo com sua realidade e necessidade.

Além disso, no decorrer das atividades, são sugeridos materiais de apoio, os quais são disponibilizados no final da unidade temática, ou se o professor optar pode acessar o repositório digital criado no Google Drive com todos os materiais e, além disso, a unidade temática “Poluição atmosférica: um inimigo invisível” na íntegra, através do link <https://bit.ly/33F3gZX>

Para compreender melhor a organização da Unidade Temática, foi elaborado um panorama geral através do Quadro 4. A cada etapa, tem-se uma sequência de atividades diferenciada, de acordo com os objetivos propostos para aquele momento.

Quadro 4. Resumo das atividades desenvolvidas na unidade temática

Aula/Duração	Objetivo da aula	Atividades
Aula 1 – 2h-aula	<ul style="list-style-type: none"> - Conhecer a concepção prévia dos alunos com relação a temas ambientais que serão trabalhados no decorrer da unidade; - Perceber a importância da atmosfera para a manutenção da vida na terra; - Conhecer a divisão da atmosfera terrestre e as suas implicações químicas; - Compreender a organização das moléculas nos diferentes estados físicos, e as forças intermoleculares; - Compreender os conceitos de propriedades físicas da matéria aplicados à temática atmosfera; - Aplicar algumas propriedades dos gases à temática atmosfera; 	<ul style="list-style-type: none"> - Questionário inicial; - Apresentação do vídeo; - Problematização inicial; - Atividades experimentais com uma abordagem POE (predizer, observar e explicar);
Aula 2 – 2h-aula	<ul style="list-style-type: none"> - Perceber a poluição atmosférica como um problema ambiental; - Proporcionar aos alunos momentos de discussões sobre poluição a partir de reportagens; - Compreender o problema poluição e identificar suas causas e consequências; 	<ul style="list-style-type: none"> - Construção de um mural de fatos e notícias com a temática poluição; - Construção de uma árvore de problemas com a temática poluição; - Debate sobre as construções feitas no mural de fatos e notícias e árvore de problemas;

Continua

Aula/Duração	Objetivo da aula	Atividades
Aula 3 – 2h-aula	<ul style="list-style-type: none"> - Perceber a poluição atmosférica como um problema ambiental; - Compreender como a ação do homem contribui para problemas ambientais; - Valorizar atitudes que contribuem para a preservação do meio ambiente, principalmente a qualidade do ar. 	<ul style="list-style-type: none"> - Aula expositiva e dialogada com auxílio de slides;
Aula 4 – 2h-aula	<ul style="list-style-type: none"> - Construir um mapa conceitual de forma que contribua para a aprendizagem; - Sintetizar e organizar os conceitos e informações discutidos nas aulas anteriores; - Desenvolver capacidade argumentativa; 	<ul style="list-style-type: none"> - Construção pelo professor de um mapa conceitual; - Construção pelos alunos em coletivo de um mapa conceitual; - Como trabalho avaliativo, sugere-se que os alunos, posteriormente, construam um texto dissertativo sintetizando as ideias colocadas no mapa conceitual.
Aula 5 – 2h-aula	<ul style="list-style-type: none"> - Compreender a formação da chuva ácida; - Ampliar e aplicar os conhecimentos sobre funções inorgânicas no tema chuva ácida; - Identificar as causas e consequências da chuva ácida para o ambiente; - Reconhecer a relação chuva ácida e poluição atmosférica; - Conhecer o funcionamento e importância do conversor catalítico nos escapamentos dos veículos; - Compreender os conceitos químicos envolvidos no conversor catalítico; 	<ul style="list-style-type: none"> - Explicação chuva ácida e sua relação com a poluição; - Utilização do recurso LabVirt; - Atividade e discussão sobre “Como combinar desenvolvimento econômico e preservação ambiental?” - Preparação para a visita da próxima aula.
Aula 6 – 2h-aula	<ul style="list-style-type: none"> - Vivenciar as discussões realizadas em sala de aula sobre poluição; - Ampliar os conhecimentos sobre desenvolvimento econômico e preservação ambiental; - Estimular a reflexão sobre cidadania; - Estimular o senso crítico; 	<ul style="list-style-type: none"> - Compartilhar os questionamentos feitos na aula anterior sobre a empresa que será realizada a visita; - Discutir e ampliar esses questionamentos através das contribuições dos demais colegas; - Visita à empresa; - Retorno a escola e discussão sobre as experiências vivenciadas na visita.

Aula/Duração	Objetivo da aula	Atividades
Aula 7 – 2h-aula	<ul style="list-style-type: none"> - Desenvolver habilidades cognitivas como alfabetização visual, interpretação de imagens e síntese de informações; - Criar um infográfico como meio de veicular informações sobre poluição para a comunidade escolar; - Proporcionar momentos de reflexão sobre a responsabilidade que temos de cuidar e preservar o meio ambiente; - Valorizar atitudes que contribuem para a preservação do meio ambiente, principalmente a qualidade do ar. 	<ul style="list-style-type: none"> - Construção de um infográfico;
Aula 8 – 2h-aula	<ul style="list-style-type: none"> - Integralizar as informações colocadas nos infográficos construídos pelos grupos; - Verificar as aprendizagens construídas durante a aplicação da Unidade Temática. 	<ul style="list-style-type: none"> - Apresentação e explicação do infográfico para o restante da turma; - Encerramento da unidade temática; - Questionário com questões abertas e questões tipo escala Likert.

Fonte: A autora (2020)

O produto educacional é recomendado para alunos do 1º ano do Ensino Médio e os conteúdos químicos que poderão ser desenvolvidos durante o processo são os estados físicos da matéria, propriedades físicas da matéria, forças intermoleculares, reações de neutralização, gases, porém a ênfase é dada ao conteúdo de funções inorgânicas. Para a etapa um, os recursos didáticos necessários são data show, computador e laboratório de ciências ou sala de aula com espaço amplo. Como atividade inicial, o professor pode aplicar um questionário com o objetivo de verificar os conhecimentos que os alunos possuem sobre a temática da unidade.

De acordo com Moreira e Masini (1982), a teoria de Ausubel afirma que a aprendizagem só será significativa se o novo conhecimento for ancorado às estruturas cognitivas já existentes no aluno, ou seja, seu conhecimento prévio. Com isso, para que o professor faça a mediação, é preciso conhecer e compreender a realidade e o conhecimento dos alunos. Compreendendo a importância do conhecimento prévio para a aprendizagem significativa, o questionário aplicado inicialmente tem como objetivo conhecer, para delimitar e traçar os futuros passos

que serão dados no processo de ensino-aprendizagem. Em outro momento, Moreira (2008) afirma:

Assim, a aprendizagem significativa ocorre quando novos conceitos, ideias, proposições interagem com outros conhecimentos relevantes e inclusivos, claros e disponíveis na estrutura cognitiva, sendo por eles assimilados, contribuindo para sua diferenciação, elaboração e estabilidade (MOREIRA; 2008, p. 24).

Posteriormente, a sugestão é de apresentar para os alunos a unidade e mostrar o tema e as atividades que serão desenvolvidas nas próximas aulas. Após a apresentação da unidade, para iniciar e fomentar a discussão, bem como despertar a curiosidade e motivação dos alunos com relação ao tema, assistir um vídeo com os alunos através do link <https://www.youtube.com/watch?v=ALDzZc53bkM&t=131s>. Nesse vídeo, são demonstradas, de forma didática, ilustrativa e com situações do cotidiano, as consequências da poluição atmosférica para o ambiente.

O professor pode solicitar aos alunos que durante a execução do vídeo eles anotem os principais pontos e o que eles identificaram como interessante e novo. Logo após, pode-se discutir sobre as anotações, demonstrando interesse, ou seja, valorizando os posicionamentos feitos. Como recomenda Morán “não é satisfatório didaticamente exibir o vídeo sem discuti-lo, sem integrá-lo com o assunto de aula, sem voltar e mostrar alguns momentos mais importantes.” (MORÁN, 1995, p.30) Nesse momento, é imprescindível prestar atenção nas colocações dos alunos, para que durante o desenvolvimento da unidade, o professor consiga focar e trabalhar, a partir das dúvidas, curiosidades e equívocos levantados nessa primeira etapa, tanto através do questionário como na discussão sobre o vídeo.

Esse momento tem a pretensão de ser um organizador prévio, recomendado por Ausubel, propiciando uma interação entre conceitos novos com os já existentes, buscando, dessa forma, uma aprendizagem significativa. Os organizadores prévios são atividades introdutórias, que facilitam a aprendizagem de novos conceitos. Segundo Moreira (2008) alguns exemplos de organizadores prévios são: textos, dramatizações, filmes, discussão. Além disso, o autor, explica para que servem os organizadores prévios.

Os organizadores prévios podem tanto fornecer “ideias âncora” relevantes para a aprendizagem significativa do novo material, quanto estabelecer relações entre ideias, proposições e conceitos já existentes na estrutura cognitiva e aqueles contidos no material de aprendizagem, ou seja, para explicitar a relacionabilidade entre os novos conhecimentos e aqueles que o aprendiz já tem, mas não percebe que são relacionáveis aos novos (MOREIRA, 2008, p.24).

A seguir, em uma aula expositiva e dialogada, a sugestão é trabalhar o tema atmosfera. O professor pode iniciar esse momento através de questionamentos, como por exemplo: O que é atmosfera terrestre? Não sinto nada sobre minha cabeça, então, será que ela realmente existe? Para intensificar esse momento, outra sugestão é colocar as palavras “atmosfera terrestre” no centro do quadro de giz, e escrever ao redor as colocações dos alunos sobre os questionamentos citados acima. Após essa discussão inicial, o professor pode expor os conteúdos aos alunos: composição química da atmosfera, importância da atmosfera e propriedade dos gases. Para isso, o professor pode utilizar o quadro-negro ou slides com imagens e animações, de forma atrativa e cativante, sugestões de slides estão presentes nos apêndices da Unidade Temática.

De acordo com a carga horária da disciplina e se o professor julgar importante e interessante pode trabalhar mais detalhadamente os conceitos de pressão, densidade, organização das moléculas nos diferentes estados físicos, forças intermoleculares e propriedades dos gases com a temática atmosfera através de experimentos. O primeiro experimento proposto trata sobre a diferença na espessura da troposfera nos pólos e na região do Equador. Para ilustrar esse fenômeno em sala de aula, o professor pode trabalhar com o experimento “Balão que murcha e enche sozinho”. O segundo experimento proposto trata sobre a influência da pressão atmosférica, demonstrando na prática a sua existência. O nome do experimento é “Garrafa que engole o ovo”.

Para acentuar as discussões através dos experimentos, o professor pode utilizar a abordagem POE (Predizer, Observar e Explicar). Essa estratégia é constituída por três etapas: o predizer, onde os alunos antes da realização do experimento predizem o resultado esperado. Em seguida, os estudantes devem observar o que aconteceu no experimento. E a última etapa dessa estratégia é o explicar, momento em que o aluno deve propor uma explicação do fenômeno, retomando as previsões feitas no início do experimento (OLIVEIRA, 2003). Desta

forma, pode-se perceber a participação ativa do aluno, no levantamento de hipóteses, na realização do experimento, na coleta e análise de dados. A realização da atividade experimental, não busca somente a comprovação dos conceitos trabalhados em aula, mas sim contribuir para a crítica e reflexão dos alunos quanto às ideias contidas no experimento e, além disso, o desenvolvimento de habilidades cognitivas que auxiliarão o aluno a resolver problemas e perceber o mundo de uma forma que lhe faça sentido. Dessa forma, para que a experimentação tenha significado no processo de aprendizagem é preciso que aluno seja ativo e reflexivo (SUART, 2008).

Para a etapa dois, os alunos terão a oportunidade de conhecer o problema da poluição e perceber o quanto ela faz parte do cotidiano das pessoas. Os recursos didáticos necessários para a segunda etapa são *post-its* e notícias relacionadas à poluição, as quais podem ser solicitadas aos alunos numa aula anterior, ou nos apêndices da Unidade Temática, são disponibilizadas algumas reportagens. Para isso, a sugestão é iniciar a aula com a estratégia “Mural de fatos e notícias”. Essa atividade permitirá ao aluno discutir e debater sobre poluição através de fatos reais, proporcionando uma visão maior sobre o tema e formando conceitos e ideias que serão aprofundadas nas atividades posteriores.

Inicialmente a turma é dividida em grupos de no mínimo três e no máximo cinco alunos para que debatam e exponham as anotações feitas em casa. Durante esse momento, é importante que o professor circule pela sala, incentivando as discussões e atuando como um mediador, estabelecendo ligações entre o conteúdo teórico e os problemas ilustrados nas notícias. Os alunos podem elaborar ou extrair problemas ou questionamentos a serem pesquisados posteriormente. Podem também, estabelecer relações entre as reportagens, até mesmo relações divergentes. Para fechamento dessa atividade, o professor pode solicitar que os estudantes utilizem sua criatividade e construam um mural de fatos e notícias sobre o tema poluição. Para isso, eles podem utilizar uma cartolina, folha de flip-chart ou um espaço na parede da sala.

Para complementar e aprofundar, outra estratégia que pode ser utilizada é intitulada como “árvore de problemas”. Para isso, os alunos permanecerão em grupos. Através da atividade anterior os alunos tiveram contato e a oportunidade de

conhecer e aprofundar sobre o tema, nessa atividade eles irão identificar as suas causas e consequências. Para isso, os alunos construirão uma árvore, uma representação gráfica, onde o tronco seria o problema, as causas seriam as raízes e as consequências seriam os galhos e flores. O problema poluição deve ser colocado no centro do papel (pode ser folhas de *flip-chart*, ou folhas tamanho A3). Para a construção da árvore de problemas podem ser utilizado *post-its*. Com essa atividade, se pretende que o aluno compreenda o problema poluição e identifique suas causas e efeitos. Após a construção da árvore, o professor pode promover uma discussão ou debate em sala de aula.

Para as duas atividades pode-se perceber a participação ativa dos alunos, tanto na busca por reportagens, quanto nas discussões que resultaram na construção do mural e da árvore. Outro ponto importante a ser ressaltado, é o aspecto social e político presente nessas atividades, pois contribui para que o aluno compreenda uma problemática que está presente em sua realidade através da interpretação, discussão e reflexão das reportagens sobre o tema poluição. As competências e habilidades adquiridas através dessas atividades possibilitam ao aluno a criticidade que devemos ter frente ao que é divulgado pela mídia, e com um olhar mais amplo, sobre as diversas informações que estão disponíveis na era digital na qual estamos.

Na etapa três, a sugestão é apresentar de forma expositiva e dialogada com os conteúdos: química da poluição; funções inorgânicas – ácidos, bases, sais e óxidos; saúde e poluição; poluição vs desenvolvimento econômico. Os recursos didáticos necessários são data show e computador, mas caso a escola não disponha desses recursos, o professor pode utilizar somente o quadro-negro.

No final da aula, o professor pode solicitar aos alunos que reflitam em casa sobre a Figura 9 sugerida e respondam alguns questionamentos. A atividade sugerida é para ser realizada em casa, e colabora para que a reflexão sobre a temática permaneça com o aluno até a próxima aula, ampliando e intensificando a aprendizagem da temática poluição atmosférica. Além disso, as atividades são dissertativas, dando ao aluno a possibilidade de expressar suas ideias e opiniões, bem como, o professor através de uma avaliação mediadora pode utilizar esses dados para mediar e interferir de forma mais eficaz.

Figura 9. Poluição atmosférica afeta 300 milhões de crianças no mundo.



Fonte: Site EURONEWS, 2016⁴

A etapa de número quatro tem como objetivo sintetizar e organizar as ideias e conceitos, para isso, utilizar a estratégia “Mapa conceitual”. Os recursos didáticos necessários são data show, computador e folhas tamanho A4. Essa atividade consiste na construção de um esquema visual, que possibilita representar as relações entre conceitos, bem como suas causas, consequências e relações que existem entre elas (MOREIRA, 1998).

Uma sugestão é dividir a turma em grupos e disponibilizar os slides trabalhados na aula anterior. Os slides podem ser substituídos por algum texto ou artigo sobre o assunto trabalhado. Dividir os slides, texto ou artigo entre os grupos e solicitar que cada grupo retire os conceitos, ideias e exemplos que julgarem importantes e escrevam em uma folha de ofício. Logo após, cada grupo irá ao quadro na frente da sala e colocará seus conceitos, não se esquecendo de colocar as palavras de ligações entre um conceito e outro. Ao irem ao quadro, os grupos devem relacionar os conceitos retirados na sua parte, com os conceitos já esquematizados dos outros grupos. Importante ressaltar que cada grupo pode reorganizar o mapa, se isso for necessário, fazendo novas ligações e relações.

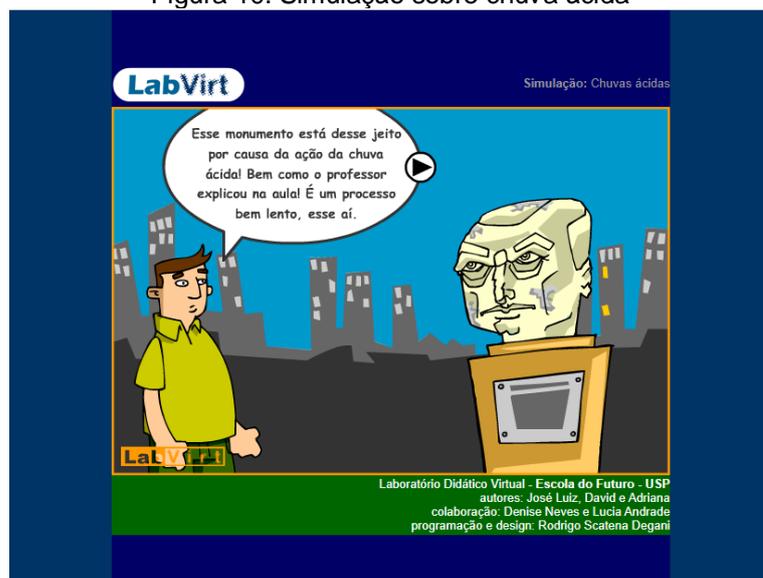
Cada grupo, no final de sua participação, deve ler e explicar as relações feitas no mapa conceitual, externalizando os significados atribuídos (MOREIRA, 1998).

⁴<<https://pt.euronews.com/2016/10/31/poluicao-atmosferica-afeta-300-milhes-de-criancas-no-mundo>>. Acessada em: 2/07/2019

Nesse momento, o professor deve incentivar os alunos a discutirem suas idéias e as ligações feitas, e atentar-se nas dificuldades e erros dos alunos e também orientar e ser um mediador, proporcionando um ambiente de argumentação e defesa de ideias, pois assim os alunos construirão seus próprios conhecimentos, e, além disso, adquirirão uma fundamental habilidade para a vida em sociedade e se posicionarão criticamente diante de uma situação, respeitando e ouvindo uma opinião diferente ou até mesmo contrária. O mapa conceitual será construído de forma coletiva no quadro da sala, sendo que os conceitos, ideias e exemplos são colocados em uma folha tamanho A4 e as setas e palavras de ligações podem ser feitas com canetões ou giz, dependendo do tipo de quadro. Posteriormente, sugere-se que os alunos construam um texto dissertativo sintetizando as ideias colocadas no mapa conceitual. Isso auxiliará o aluno a organizar seus novos conhecimentos.

Para a aula cinco, inicialmente, apresentar de forma expositiva e dialogada o assunto “Chuva Ácida”. Através dessa temática, o professor pode retomar e relacionar diversos conteúdos químicos, como por exemplo, reações químicas explicando o que são produtos e reagentes e mostrando as reações químicas envolvidas na formação da chuva ácida. Com o objetivo de intensificar a aprendizagem dos alunos, a sugestão é que o professor utilize o Laboratório Didático Virtual- LabVirt. Essa ferramenta é uma iniciativa criada pela Universidade de São Paulo – USP, e nela se encontram links para simulações de assuntos da química. Para essa aula, pode-se utilizar a simulação sobre os efeitos da poluição, as substâncias presentes e sua relação com a chuva ácida. A Figura 10 traz uma demonstração da simulação sugerida.

Figura 10. Simulação sobre chuva ácida



Fonte: Site Laboratório Didático Virtual- LabVirt⁵

A simulação é interativa, isso faz com que o aluno participe e teste seus conhecimentos sobre o assunto discutido em aula. Depois da utilização do recurso, o professor poderá retornar à sala de aula para discutir a proposta feita na simulação do LabVirt sobre a relação poluição e desenvolvimento econômico. Para contribuir com esse momento, ele poderá solicitar que os alunos façam a leitura da reportagem com o título: “Como combinar desenvolvimento econômico e preservação ambiental?”, disponível no site <https://veja.abril.com.br/ciencia/como-combinar-crescimento-economico-e-preservacao-ambiental/>

A discussão através da leitura da reportagem possibilita ao aluno uma Educação Ambiental crítica, que não foca somente em como cuidar do meio ambiente e na importância de atitudes individuais ecologicamente corretas. Mas discutir a relação entre o desenvolvimento econômico e a preservação ambiental promove um entendimento amplo da realidade e que os problemas ambientais que estão presentes na atualidade estão associados muito mais à forma como a nossa sociedade está organizada, economicamente e socialmente, e com a irresponsável exploração dos recursos naturais, do que somente a atitudes individualizadas. Por isso, essa atividade de leitura e discussão dessa problemática proporciona uma

⁵ http://www.labvirtq.fe.usp.br/simulacoes/quimica/sim_qui_chuvasacidadas.htm

visão mais ampla e integrada e menos reducionista e simplória dos problemas ambientais.

Na etapa seis, a sugestão é a realização de uma visita em alguma indústria ou empresa que se localize nas proximidades da escola, com o objetivo de entender melhor os processos de produção e como a empresa lida com a questão ambiental, principalmente com a poluição atmosférica. As visitas técnicas são atividades que ampliam e facilitam a aprendizagem dos alunos, pois durante a visita estes têm a oportunidade de conhecer e interagir com os colegas, docentes e funcionários da empresa, de forma mais próxima e efetiva, num ambiente diferente e dinâmico. Por isso, a importância dessa atividade, que aproxima a teoria da prática e também do mercado profissional, e ainda colabora para a iniciação científica, pois trabalha com questionamentos, verificação e observação.

O professor pode iniciar esse momento na aula anterior, solicitando que os alunos pesquisem em casa sobre a empresa que visitarão e como é o processo de produção e também que anotem suas dúvidas e questionamentos. No dia da visita, os alunos ainda na sala de aula, podem compartilhar os questionamentos que fizeram em casa, e o professor pode fomentar a discussão possibilitando que os demais alunos contribuam com as colocações dos colegas. Logo após, durante a visita o professor pode estimular os alunos a perguntarem e observarem, bem como anotar as respostas para os questionamentos levantados por eles. Após a visita, o professor pode também proporcionar um momento de discussão sobre as experiências vivenciadas na visita.

A etapa sete consiste na finalização da unidade temática, a estratégia sugerida é a construção de um infográfico para a sintetização e publicação das informações sobre poluição nas mídias sociais da escola. O infográfico é uma ferramenta de representação de informações gráfico-visual, sendo mais atrativo e transmitindo a informação de forma mais rápida e eficiente. Essa ferramenta valoriza o texto escrito ao unir a linguagem visual e verbal melhorando o entendimento da informação.

Sendo assim, o infográfico pode ser utilizado no processo de ensino-aprendizagem como mais uma ferramenta que contribui para a eficiência desse

processo. Nele estará o conteúdo de forma a combinar textos, imagens e gráficos, tornando a compreensão desse conceito mais dinâmica e desenvolvendo habilidades como interpretação.

Com isso, para iniciar a aula, o professor poderá explicar para os alunos o que são infográficos e mostrar exemplos. Importante mostrar também, que essa ferramenta tem sido muito utilizada em jornais, revistas e folders com o objetivo de divulgar uma notícia de forma atrativa e rápida. Logo após essa explanação, a sugestão é que o professor leve os alunos até o laboratório de informática e solicite que selecionem as informações sobre poluição atmosférica que estarão no infográfico. Os alunos podem buscar essas informações em sites de notícias, artigos ou no material estudado nas aulas anteriores.

Depois de selecionadas as informações, o aluno pode criar um esboço. Nele os estudantes devem organizar como as informações estarão distribuídas no infográfico. Importante ressaltar, que as informações selecionadas devem ter uma ligação, não deve ser apenas um amontoado de informações sem conexão. Feito o esboço, o professor deve escolher uma ferramenta para a construção do infográfico. Há várias ferramentas disponíveis para isso, o mais usual é o “Power point” ou o programa online “Canva”. Outra opção é fazer manualmente em forma de cartaz e posteriormente expor na escola. A opção escolhida nessa unidade temática é a utilização da ferramenta Canva para a construção do infográfico e divulgação posterior no Facebook na escola.

A última etapa, etapa oito, é o fechamento e a apresentação dos infográficos produzidos na aula anterior. Com isso, cada grupo pode preparar uma apresentação, mostrando as informações presente no infográfico. Após esse momento, o professor pode aplicar um questionário com o objetivo de verificar as aprendizagens construídas pelos alunos durante a aplicação da unidade temática.

Para finalizar a Unidade Temática é exposta ao professor uma visão de avaliação mediadora, a qual é proposta para o diagnóstico do desempenho dos alunos. Nessa forma de enxergar o processo avaliativo, o professor precisa olhar para o aluno durante todo o processo, avaliando qualitativamente, não uma

avaliação somente do produto final, mas de toda a caminhada de aprendizagem (HOFFMAN, 2018).

Após a análise e discussão das atividades e da estrutura da Unidade Temática, podemos reafirmar que o conhecimento prévio do aluno, a sua participação ativa no processo e a contextualização estiveram presentes no decorrer das atividades, propiciando uma formação para a cidadania e uma compreensão mais ampla e crítica da relação entre o homem e meio ambiente.

5.3 Aplicação da Unidade Temática

Nessa seção apresentamos a análise e discussão dos resultados que foram obtidos com a aplicação da Unidade Temática “Poluição atmosférica: um inimigo invisível”. Com o intuito de manter o anonimato dos participantes, os nomes foram ocultados e cada sujeito será designado por um número. Os resultados da pesquisa serão apresentados de acordo com as etapas da Unidade Temática: Avaliação diagnóstica e apresentação da unidade; Poluição: um problema real; Aprofundando a química da poluição; Construção do mapa conceitual; Chuva ácida; Visitação; Compartilhar as aprendizagens construídas: construção de infográfico; Finalização da Unidade Temática.

5.3.1 Etapa 1-Avaliação diagnóstica e apresentação da unidade

Na primeira intervenção realizada na escola, o principal objetivo foi de conhecer as concepções dos alunos sobre poluição atmosférica, bem como as suas visões e vivências com relação à presença da temática ambiental na educação básica. Para isso, inicialmente, aplicou-se um questionário (APÊNDICE D) com nove questionamentos, desses, quatro de múltipla escolha e cinco com perguntas dissertativas. Ressaltamos que dos quatorze alunos participantes na aplicação da unidade temática, onze estavam presentes na primeira etapa. Para a análise e discussão dos dados coletados no questionário, dividiremos em categorias:

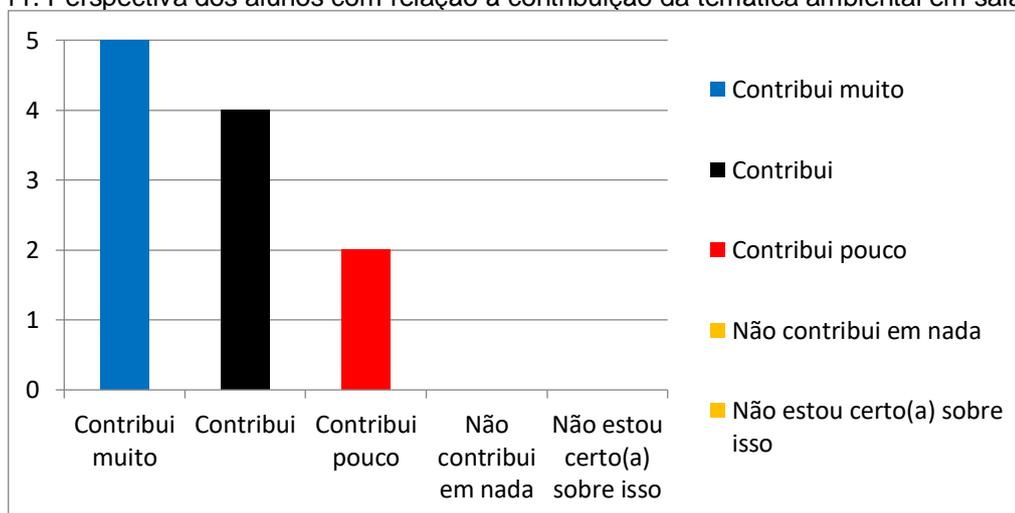
a) Perspectiva dos alunos sobre a importância da temática ambiental na educação básica (questionamentos 1 e 2);

b) Vivência dos alunos com a temática ambiental em sua formação (questionamentos 3 – 5);

- c) Cuidados e preocupações com o meio ambiente no cotidiano dos alunos (questionamento 6);
- d) Fonte de informações sobre questões ambientais (questionamento 7);
- e) Expectativas com a participação na Unidade Temática (questionamento 8);
- f) Concepções sobre o tema (questionamento 9).

Dessa forma, para a primeira categoria *“Perspectiva dos alunos sobre a importância da temática ambiental na educação básica”*, o questionamento número um, busca compreender qual a relevância que os alunos atribuem para a inserção de temas ambientais na escola, e dos onze alunos participantes desta etapa, cinco afirmam ser muito importante e seis afirmam ser importante. Para o segundo questionamento, os estudantes puderam expressar suas visões sobre a contribuição que a discussão de questões ambientais em sala de aula pode trazer para uma mudança na atitude dos alunos. Os resultados obtidos estão dispostos no gráfico representado na Figura 11.

Figura 11. Perspectiva dos alunos com relação à contribuição da temática ambiental em sala de aula



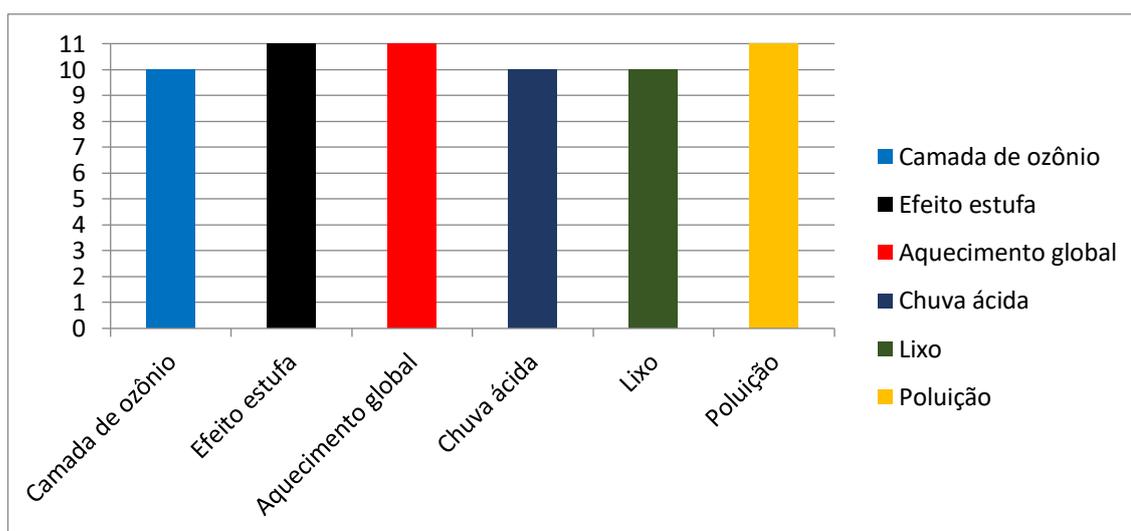
Fonte: A autora (2020)

Através dos dados obtidos nos dois primeiros questionamentos, podemos perceber que os alunos acreditam que a inserção e discussão de temas ambientais em sala de aula são importantes e apresentam um grande potencial de contribuir para uma possível mudança na atitude dos alunos e na forma de se relacionar com o meio ambiente, o que vai ao encontro do que Coelho (2005, p.30) ressalta sobre o uso do conhecimento químico para compreender e transformar a realidade.

Por outro lado, o conhecimento químico é que deve ser usado como um dos meios para que o aluno possa compreender o contexto em que está inserido e, relacionando-o com as outras áreas do conhecimento, terá subsídios para desenvolver atitudes e valores no sentido de ação transformadora da realidade (COELHO, 2005, p.30).

Para a próxima categoria “*Vivência dos alunos com a temática ambiental em sua formação*”, o terceiro questionamento traz qual a percepção da presença de temas ambientais nos livros didáticos. Dos onze alunos participantes desta etapa, cinco destacaram que não percebem essa presença, três percebem, porém muito pouco, dois alunos afirmam identificar temas ambientais nos livros didáticos e um aluno salienta que não tem livro, por isso, não pode opinar. Para a pergunta número quatro, os alunos puderam apontar quais os assuntos ambientais que já foram estudados na sua formação básica. Os resultados estão colocados no gráfico representado na Figura 12.

Figura 12. Temas ambientais estudados pelos alunos participantes.



Fonte: A autora (2020)

Ainda na mesma categoria, perguntou-se aos alunos em quais componentes curriculares os assuntos estudados foram contemplados. A disciplina de química foi citada sete vezes, ciências cinco, biologia e geografia duas e física apenas uma vez. Com isso, podemos perceber que as questões ambientais estiveram mais presentes na disciplina de química, demonstrando o grande potencial que a disciplina possui por abranger vários tópicos de conhecimento que possibilitam a abordagem de temas ambientais. Porém, analisar e refletir somente a presença ou não da temática ambiental na disciplina de química não é o mais relevante, e sim a forma com que a abordagem é conduzida. Na investigação de Leite (2013) sobre como questões

ambientais são desenvolvidas nas aulas de Química a partir de questionários aplicados com professores dessa área e atuantes no ensino médio, verificaram que:

Nossos resultados se aproximam daqueles apontados pelas pesquisas, principalmente, no que diz respeito às concepções simplistas de MA (meio ambiente), e o desenvolvimento de atividades em EA de forma pontual, desconsiderando a interdisciplinaridade, característica de uma EA tradicional, voltada para o conservacionismo (LEITE, 2013, p.7).

Na próxima categoria *“Cuidados e preocupações com o meio ambiente no cotidiano dos alunos”* os dados coletados mostram que dos onze alunos participantes desta etapa, nove afirmam ter cuidados com o meio ambiente no seu dia a dia, um afirma não se preocupar com essas questões e um aluno apresenta poucas situações em que os cuidados com o meio ambiente são levados em consideração. Todos afirmaram ter cuidado e preocupação com o meio ambiente, citaram que atitudes relacionadas ao descarte do lixo fazem parte do seu cotidiano.

O problema do lixo é preocupante e emergente, porém pode-se perceber a presença de frases como - “jogar o lixo no lixo” – que são amplamente divulgadas de forma trivial e, muitas vezes, não faz parte realmente da prática dos indivíduos, como ressalta Godecke e Naime na conclusão dos seus estudos sobre o consumismo e a geração de resíduos *“Apesar da consciência para a questão, poucos a efetivam em suas ações, menos ainda com a profundidade necessária”* (GODECKE e NAIME, 2012, p. 1709). Além disso, pensar que apenas “jogar o lixo no lixo” contribui para a preservação do meio ambiente pode ser uma forma ingênua de pensar, pois ao colocarmos o lixo na lixeira, podemos ter a falsa idéia que esse lixo “desaparece” e não causará mais danos. Porém, na realidade apenas trocamos o lixo de lugar, o problema do lixo continua. A ideia errônea do “desaparecimento” do lixo ao ser colocado na lixeira contribui também para o consumismo irresponsável, pois o indivíduo pode acreditar que o descarte correto do celular que não lhe serve mais, por exemplo, já é suficiente para a preservação do meio ambiente. Porém, a discussão precisa ser mais profunda, tratando do consumismo, redução da produção do lixo e reciclagem e não somente o descarte correto dos resíduos. Como afirma Godecke e Naime (2012):

Antes da preocupação com a destinação correta dos resíduos, visando à redução de efeitos nocivos da disposição final inadequada, ou o seu desejável reaproveitamento via reuso, reciclagem, compostagem e

recuperação energética, os maiores esforços deveriam estar nas ações visando a não geração de resíduos (GODECKE e NAIME, 2012, p. 1709).

Segue abaixo, algumas escritas evidenciando o que foi discutido anteriormente:

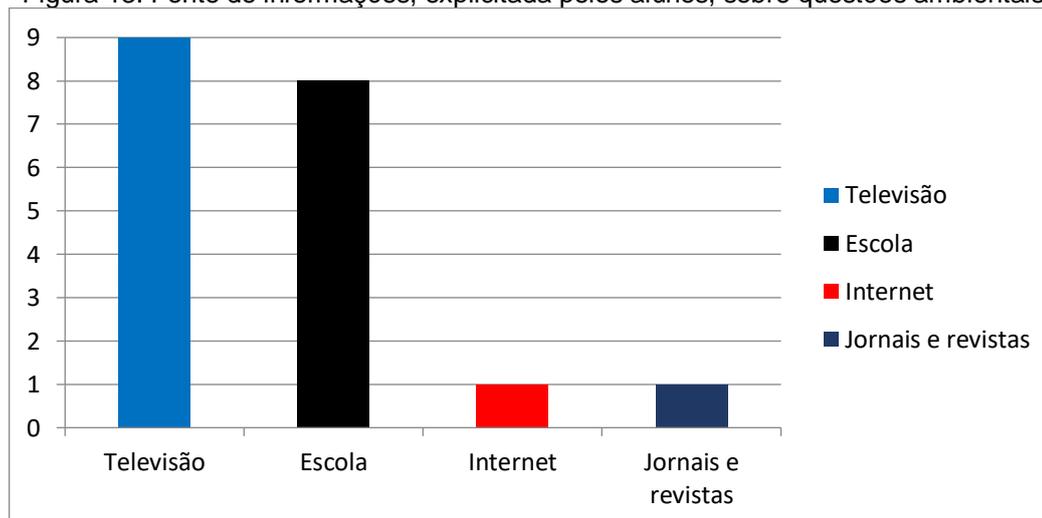
Estudante 3: Sim, porém não muito frequente, procuro colocar o lixo no lixo;

Estudante 5: Sim, evito jogar lixo no chão;

Estudante 10: Mais ou menos, boto lixo no lixo.

Dando continuidade, na próxima categoria “*Fonte de informações sobre questões ambientais*” os resultados obtidos foram: nove alunos citaram a televisão, oito afirmam ser a escola, um a internet e um jornal e revistas, os resultados podem ser visualizados no gráfico representado na Figura 13.

Figura 13. Fonte de informações, explicitada pelos alunos, sobre questões ambientais



Fonte: A autora (2020)

Os dados evidenciam que o hábito de assistir televisão faz parte da cultura atual, e por ser um meio de comunicação tão atraente e popular, pode influenciar no modo de pensar, agir e também na maneira de se relacionar. Os autores Santos e Mortimer (2001) ressaltam que as concepções dos estudantes sobre ciências são mais influenciadas pela televisão do que pelos cursos de ciências das escolas, o que demonstra a interferência da televisão na forma com que as pessoas enxergam o mundo. Além disso, como explicitado pelos alunos, a televisão é um meio de comunicação importante na veiculação de informações, podendo também, ser

utilizada como ferramenta pedagógica, para promover a aprendizagem de forma crítica e embasada em aspectos e acontecimentos atuais.

Dessa forma, a televisão não servirá apenas para o entretenimento, mas também como recurso pedagógico para a formação de cidadãos que são capazes de visualizar além das imagens, e que participam ativamente e com criticidade das discussões e acontecimentos atuais. Com isso, refletir e discutir notícias ou reportagens em sala de aula contribui para que o aluno considere a televisão como uma importante ferramenta para recebimento de informações e, além disso, que o aluno adquira a habilidade de pensar e se posicionar criticamente com relação a essa informação. Com essa perspectiva, que a atividade de discussão de reportagens para a construção da árvore de problemas e mural de fatos e notícias foi proposta.

Posteriormente na categoria “*Expectativas com a participação na Unidade Temática*” todos os alunos demonstraram interesse e curiosidade pelo assunto, e ainda, esperavam aprender mais sobre o meio ambiente através das aulas. Conforme levantado na fundamentação teórica deste trabalho, o interesse e a motivação são aspectos determinantes no processo de aprendizagem, conforme afirmam diversos autores (SEVERO; KASSEBOEHMER, 2017. POZO, 2002. FITA, 1999). Dessa forma, o interesse pode ser observado nas seguintes escritas dos alunos:

Estudante 3: Acho que me ajudarão a entender mais sobre o meio onde vivo, me educando para não piorar o ambiente.

Estudante 5: Ter mais noção do que pode ocorrer com meus atos.

Estudante 6: Aprender coisas novas para melhorar as minhas atitudes, espero que eu entenda bem a matéria.

Para a última categoria “*Concepções sobre o tema*”, os alunos baseados nos conhecimentos construídos ao longo da sua formação, definiram de forma dissertativa os fenômenos: camada de ozônio, efeito estufa, aquecimento global, chuva ácida, lixo e poluição. Os resultados obtidos demonstram que em diversas perguntas os alunos afirmavam “não saber” ou “não lembrar” dos conceitos, o que pode ser visualizado na Figura 14. Em diversas outras perguntas, eles respondem, porém com algum erro conceitual, conforme também pode ser demonstrado no

gráfico representado na figura 17. Algumas escritas que evidenciam esses erros, podem ser observados abaixo:

Estudante 1: Podemos as vezes transformar o lixo em coisas melhores reciclar, separar o lixo, e lixo no lixo (definição lixo).

Estudante 2: Quando o aquecimento se aquece (definição aquecimento global)

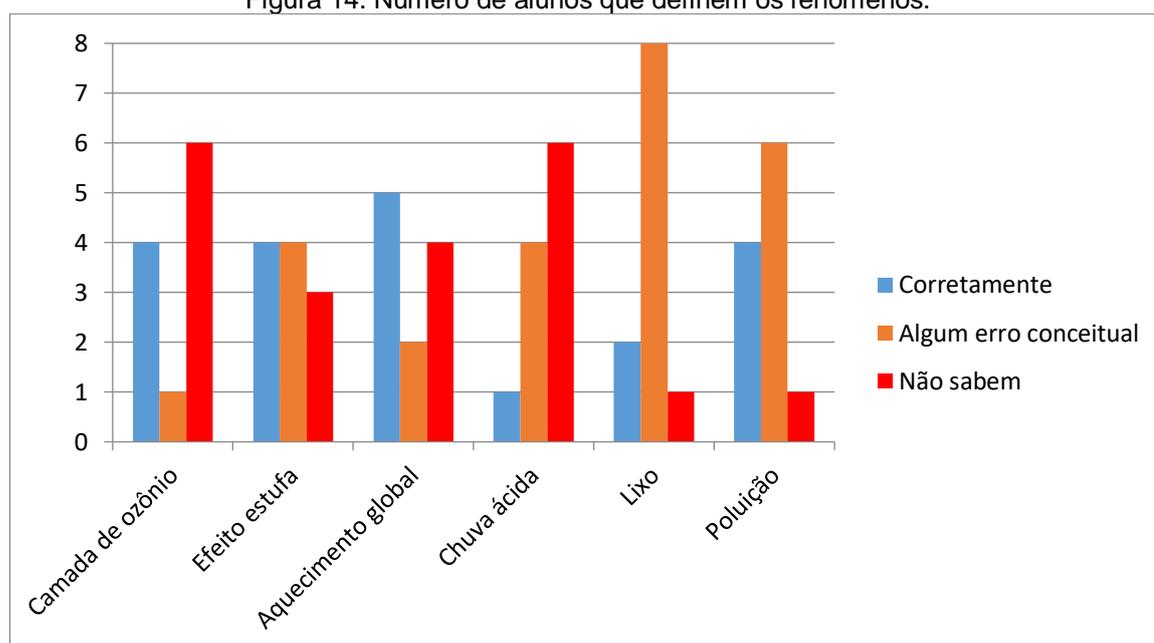
Estudante 3: Calor acumulado dentro da camada de ozônio (definição efeito estufa).

Estudante 5: É uma camada que possui no céu, onde se situa maiores substâncias, se não me engano (definição camada de ozônio).

Estudante 6: Substâncias que se acumulam nas nuvens (definição chuva ácida).

Estudante 9: As indústrias poluem o meio ambiente, os carros entre outros (definição poluição).

Figura 14. Número de alunos que definem os fenômenos.



Fonte:A autora (2020)

Verifica-se que o único fenômeno em que as respostas corretas foram superiores é sobre o aquecimento global, nas demais o número de alunos que definiu com algum erro ou afirmaram não saber foram em maior número. Dessa forma, analisando os dados coletados nesse questionamento com os dados do questionamento quatro (onde os alunos puderam especificar quais assuntos ambientais já tinham estudado na sua formação básica), pode-se perceber que os fenômenos foram contemplados na sala de aula, porém a aprendizagem não ocorreu de forma significativa.

De acordo com o que já foi discutido na fundamentação teórica desse trabalho, para que a aprendizagem significativa ocorra, é preciso que o aluno esteja disposto a aprender, que tenha em suas estruturas cognitivas os conceitos subsunçores, para que possa relacionar de forma substantiva e não-arbitrária o conhecimento que ele já possui com o novo conhecimento, e também que o material seja potencialmente significativo para o aluno (MOREIRA; MASINI, 1982). Não podemos afirmar em qual dessas condições houve falha, porém conforme os resultados obtidos no questionário inicial, os alunos não construíram aprendizagens significativas sobre os fenômenos analisados.

Ainda na primeira etapa da unidade temática, foram coletados dados através da realização de atividades experimentais. Ressalta-se que os experimentos foram realizados em grupos e após a discussão e explanação de conceitos relacionados à atmosfera. Dessa forma, as atividades experimentais tinham como objetivo a intensificação da aprendizagem através das discussões e reflexões das hipóteses, observações, coleta e análise de dados dos experimentos. A turma foi dividida em dois grupos de acordo com as Figuras 15 e 16:

Figura 15. Imagem do experimento ovo na garrafa.



Fonte: A autora (2020)

Figura 16. Imagem do experimento balão que murcha e enche sozinho.



Fonte: A autora (2020)

Devido à insuficiência de tempo, os alunos discutiram em sala de aula a previsão do fenômeno, realizaram o experimento e descreveram o que aconteceu. A explicação do fenômeno, o grupo deveria realizar em casa, podendo dessa forma, pesquisar em diversas fontes. Isso porque, se priorizou as discussões para o levantamento de hipóteses, devido à contribuição que esse exercício traz para a construção da aprendizagem em química, como afirma Suart (2008)

O papel das hipóteses é de fundamental importância nas atividades experimentais, pois pode exigir capacidade criativa e elaboração conceitual por parte dos alunos. A elaboração de hipóteses exerce um papel essencial para a construção do conhecimento científico, pois está vinculada à elaboração de estratégias para a coleta e análise de dados e conseqüentemente à resolução de uma situação problema (SUART, 2008, p.20).

Os textos produzidos através dessa atividade se encontram no Quadro 5.

Quadro 5. Escritas dos alunos sobre as atividades experimentais.

Grupo	Previsão do que irá acontecer	Relato do que aconteceu	Baseado nas discussões em sala de aula e em pesquisas, explique o fenômeno
1	O ovo irá entrar na garrafa devido à diferença de pressão.	Colocamos álcool em um algodão dentro da garrafa de vidro e acendemos um fósforo nele. Colocamos o ovo na tampa da garrafa e ele explodiu.	A diferença de pressão entre o interior da garrafa e seu exterior. Devido à queima do fósforo, diminui a pressão dentro da garrafa, fazendo com que a pressão atmosférica empurre o ovo.
2	O balão irá encher com a água quente e murchar com a água fria.	Enchemos duas tigelas, uma com água quente e outra com água fria. Colocamos o balão na garrafa plástica e o colocamos na água quente, logo após, o balão encheu um pouco, e em seguida colocamos o balão na água fria e ele murchou como nós havíamos previsto.	Os alunos não realizaram essa parte da atividade.

Fonte: A autora (2020)

Ao analisar as previsões, os relatos e também as explicações realizadas pelos alunos, podemos perceber as aprendizagens construídas na primeira intervenção realizada na Unidade Temática. Para as previsões, evidentemente, que os alunos poderiam ter elucidado mais, por exemplo, o grupo um não explicou quais as pressões envolvidas no fenômeno, porém a previsão está correta, bem como a relação do fenômeno com a pressão. Nos relatos, verifica-se apenas um erro conceitual, “Colocamos o ovo na tampa da garrafa e ele explodiu”, isso porque, neste caso, as forças destrutivas que exercem pressão no ovo, ocorrem de fora para dentro, ou seja, implosão. Dessa forma abriu-se a possibilidade de discussão e intensificação da aprendizagem sobre a diferença de explosão e implosão.

A concepção de que o erro possui apenas um significado de fraco desempenho, precisa ser mudada no cotidiano da sala de aula, isso porque o erro pode possibilitar um diagnóstico dos déficits na aprendizagem e com isso sua intensificação através da discussão e retomada de conceitos. Para a explicação do fenômeno, o grupo dois não realizou a atividade, o que dificultou a análise e discussão das escritas dos alunos desse grupo. Porém, na explanação do grupo um, foi demonstrado uma pequena lacuna na aprendizagem a qual foi sanada durante as discussões em sala. Através do seguinte fragmento retirado das escritas, podemos perceber essa lacuna,

“Devido à queima do fósforo, diminui a pressão dentro da garrafa...”, isso porque, com a queima do algodão, a pressão aumenta dentro da garrafa. Ao cessar o processo de combustão do algodão, a pressão diminui, e dessa forma, a pressão atmosférica sendo superior, empurra o ovo para dentro da garrafa. Salienta-se novamente nessa situação, que o erro pode ser um suporte para o crescimento e também para aprendizagem.

5.3.2 Etapa 2 – Poluição: um problema real

Para a segunda intervenção didática buscou-se apresentar o problema da poluição através da discussão de reportagens locais, para que os alunos percebessem que a poluição é um problema real e próximo de sua realidade. Com isso, a turma leu e discutiu em grupos as reportagens pré-selecionadas pelo professor, buscando as causas e consequências da poluição atmosférica, conforme a Figura 17.

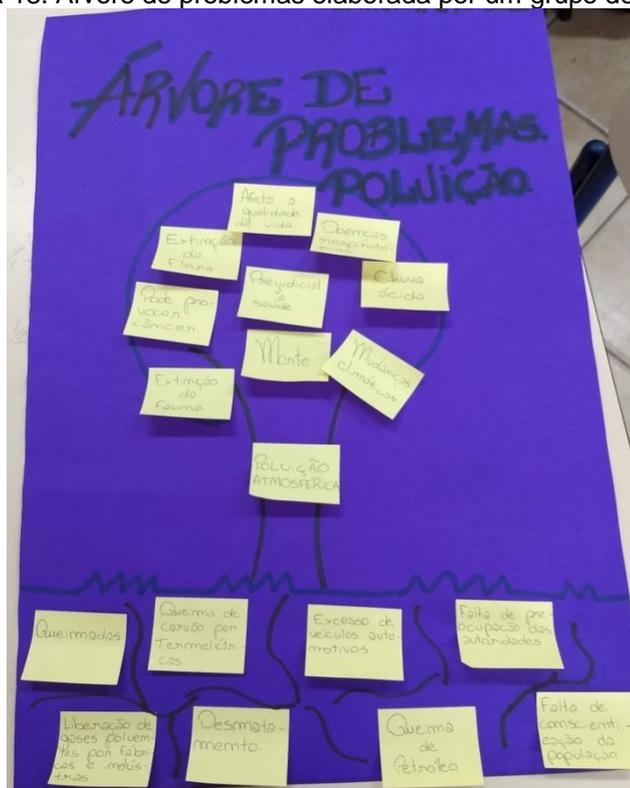
Figura 17. Leitura e discussão das reportagens



Fonte: A autora (2020)

Após a leitura, cada grupo construiu uma árvore de problemas, demonstrando as causas e consequências da poluição atmosférica, identificadas através das reportagens e também dos conhecimentos dos alunos. Uma das árvores de problemas confeccionadas pelos alunos está colocada na Figura 18, para melhor visualização a árvore foi representada através da Figura 19.

Figura 18. Árvore de problemas elaborada por um grupo de alunos



Fonte: A autora (2020)

Figura 19. Representação da árvore de problemas elaborada por um grupo de alunos



Fonte: A autora (2020)

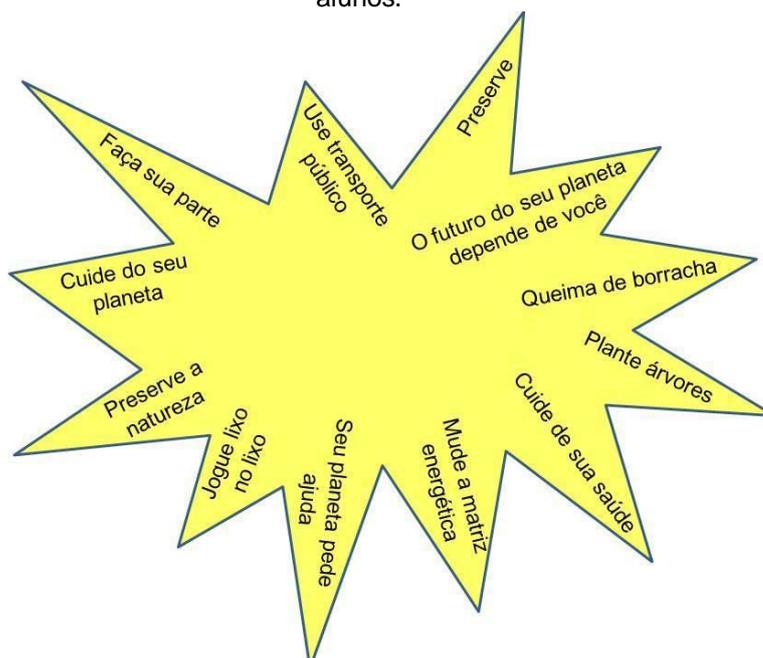
Outra atividade da segunda etapa foi a construção de um mural de fatos e notícias, ainda utilizando as mesmas reportagens da atividade anterior. Essa atividade foi executada em grupos, em que os alunos puderam extrair do texto/reportagem as principais informações e a partir disso, construir o mural com frases e ideias que cativem o leitor, informando-o sobre as causas e consequências da poluição atmosférica. Os murais construídos foram expostos nos corredores da escola. Dessa forma, um dos murais confeccionados pelos alunos pode ser observado na Figura 20 e a representação de um fragmento desse mural pode ser melhor visualizado na Figura 21.

Figura 20. Mural de fatos e notícias construído por um grupo de alunos.



Fonte: A autora (2020)

Figura 21. Representação de fragmento do mural de fatos e notícias construído por um grupo de alunos.



Fonte: A autora (2020)

Como as duas atividades, construção da árvore de problemas e mural de fatos e notícias, foram realizadas na mesma aula e com objetivos iguais, iremos analisar e agrupar nas mesmas categorias. Podemos observar nessas atividades, que os alunos foram capazes de identificar diversas causas e consequências da poluição atmosférica, baseados nas discussões da primeira intervenção, na leitura das reportagens, bem como nos seus conhecimentos prévios sobre o assunto. Para a árvore de problemas analisada, nas raízes da árvore, as causas foram elencadas, e podemos agrupar nas seguintes categorias:

- a) Produção de energia - “Liberação de gases poluentes por fábricas e indústrias”, “Queima de petróleo”, “Queimada de carvão por termoelétricas”, “Desenho de fábricas”
- b) Questões políticas - “Falta de preocupação das autoridades”
- c) Questões sociais - “Excesso de veículos automotivos”, “Falta de conscientização da população”, “Queima de borracha”.
- d) Outros fatores: “Desmatamento”

Nas consequências da poluição atmosférica, ou seja, nos galhos e folhas da árvore, os apontamentos dos alunos foram agrupados nas categorias:

- a) Impactos na saúde humana - “Afeta a qualidade de vida”, “Doenças respiratórias”, “Prejudicial à saúde”, “Pode provocar câncer”, “Morte”, “Desenho de um pulmão”, “Manchetes das reportagens”.
- b) Impactos no meio ambiente - “Extinção da flora”, “Extinção da fauna”, “Chuva ácida”, “Mudanças climáticas”.

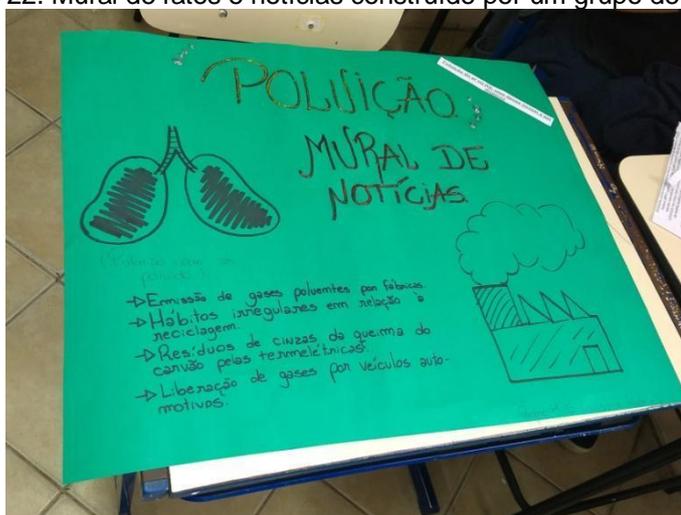
Além das causas e consequências os alunos elencaram algumas atitudes que amenizariam o problema da poluição atmosférica e também expressões que levam o leitor a uma reflexão sobre problemas ambientais, dessa forma, criou-se as seguintes categorias:

- a) Atitudes que contribuem para amenizar a poluição atmosférica - “*Separação do lixo*”, “*Plante árvores*”, “*Mude a matriz energética*”, “*Jogue lixo no lixo*”, “*Use transporte público*”

- b) Expressões de conscientização: *“O futuro do seu planeta depende de você”, “Preserve”, “Cuide de sua saúde”, “Seu planeta pede ajuda”, “Preserve a natureza”, “Cuide do seu planeta”, “Faça sua parte”*

Durante a realização da atividade de construção do mural de fatos e notícias, a professora pôde perceber a dificuldade que todos os grupos apresentaram em selecionar, identificar e organizar as principais ideias das reportagens e construir frases com suas próprias palavras. Os alunos copiaram trechos das reportagens e que fora do texto não apresentavam sentido para o leitor, por exemplo, a frase *“Resíduos de cinzas da queima de carvão pelas termelétricas”* (Figura 22).

Figura 22. Mural de fatos e notícias construído por um grupo de alunos.



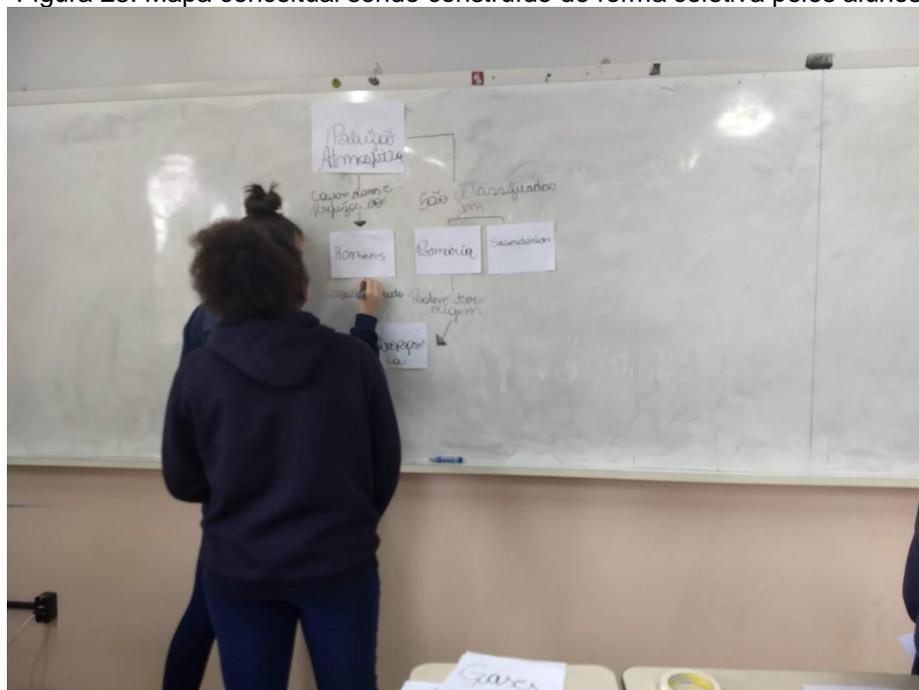
Fonte: A autora (2020)

A professora mediu esse momento, fazendo diversas tentativas para auxiliar os alunos a sintetizar as informações. Porém, devido ao pouco tempo destinado para essa atividade, a discussão e aprofundamento sobre isso, não foi possível como o desejado. Com isso, recomenda-se a uma posterior aplicação da Unidade Temática, a ampliação do tempo para a atividade de construção do mural de fatos e notícias, pois a habilidade de síntese é de fundamental importância, pois facilita a organização dos conhecimentos. Dessa forma, a atividade de construção de um mapa conceitual, que foi aplicado na etapa 4 dessa unidade temática, tem como propósito auxiliar a construção desse conhecimento que ficou pendente nessa etapa.

5.3.3 Etapa 4 – Construção de mapa conceitual

Para a atividade de construção de um mapa conceitual, o objetivo foi o de sintetizar e organizar as ideias e conceitos sobre a química da poluição, assunto trabalhado na aula anterior, e também buscar informações sobre as aprendizagens significativas construídas pelos alunos. Essa atividade consistiu na construção de um esquema visual, que possibilitou representar as relações entre os conceitos, bem como suas causas, conseqüências e as relações que existem entre elas. O mapa conceitual foi construído no quadro da sala, de forma coletiva com todos os alunos presentes na aula, de acordo com a Figura 23.

Figura 23. Mapa conceitual sendo construído de forma coletiva pelos alunos



Fonte: A autora (2020)

Ao observar de forma geral o mapa conceitual construído pelos alunos (Figura 24, para melhor visualização utilizar a representação feita na Figura 25), podemos perceber a grande diversidade das relações realizadas entre os conceitos. Evidentemente que essa riqueza de relações demonstra as aprendizagens de todos os alunos presentes, pois o mapa foi construído coletivamente. Ressalta-se que durante todo o processo, os alunos discutiam as possíveis relações, mesmo sendo de grupos diferentes, com isso, as aprendizagens foram ainda mais intensificadas.

Salienta-se que ao analisar um mapa conceitual não se deve ter em mente um mapa conceitual correto e tudo que estiver diferente desse mapa está errado. O

mapa conceitual traz evidências das relações dos conceitos e se o aluno está aprendendo de forma significativa, bem como as lacunas que podem ter ficado no processo (MOREIRA, 1998). Dessa forma, o professor irá buscar indicativos da aprendizagem do aluno e não simplesmente o que está certo ou errado. Com essa perspectiva realizou-se a análise do mapa conceitual construído pelos alunos e foi possível as seguintes categoria analíticas: a) conceitos relativos à poluição atmosférica, b) conceitos relativos aos aspectos químicos da poluição atmosférica e c) conceitos relativos à química. Ressalta-se que as categorias estão especificadas com diferentes cores na representação do mapa conceitual na Figura 25.

Mapas conceituais normalmente são organizados demonstrando uma hierarquia dos conceitos, no qual, os conceitos mais inclusivos estão na parte superior do mapa e conceitos mais específicos na parte inferior. Porém a disposição dos conceitos não representa, necessariamente, essa hierarquia (MOREIRA, 1998). O mapa conceitual construído pelos alunos apresenta os termos “Poluição atmosférica” “Funções inorgânicas” no topo do mapa, demonstrando uma possível compreensão da abrangência desses conceitos. Além disso, os termos “CO, NO_x e SO₂” também foram colocados no topo do mapa, acredita-se que essa organização foi devido à grande discussão realizada na aula anterior sobre a relação dos óxidos e poluição, dessa forma, os alunos perceberam que essa relação envolve diversos outros conceitos.

No centro do mapa conceitual, os alunos colocaram aspectos relacionados diretamente ao tema poluição atmosférica, demonstrando as aprendizagens construídas sobre o conceito, os danos/prejuízos causados aos seres humanos e, além disso, relacionaram a ação humana como uma fonte de poluição atmosférica primária, as quais são chamadas de origem antropogênicas.

Em direção ao lado direito do mapa, os alunos dispuseram a classificação das funções inorgânicas em ácidos, bases, sais e óxidos, ou seja, temos a categoria dos aspectos específicos da química. Percebe-se que os alunos deram uma ênfase aos óxidos, demonstrando o entendimento da relação desses compostos com a poluição atmosférica, além disso, foi especificado no mapa conceitual que os óxidos são os principais constituintes da poluição atmosférica. Para a função inorgânica óxidos, os alunos diferenciaram os óxidos ácidos e óxidos básicos fazendo a relação com a

ligação química presente e também com o produto formado na reação com a água – ácido ou base.

Em direção ao lado esquerdo do mapa, os alunos exemplificaram os principais óxidos presentes na poluição atmosférica, alguma fonte de emissão, diferenciando as fontes naturais das antropogênicas, e também os riscos da poluição atmosférica à saúde humana, sendo assim, tem a categoria dos aspectos químicos da poluição atmosférica.

No final de cada participação, os estudantes explicaram os significados atribuídos aos conceitos e as relações entre os conceitos. Dessa forma, os alunos externalizaram os significados e facilitaram a avaliação do professor. Ressalta-se que mapas conceituais não são auto-explicativos, mesmo que contenham os conceitos ligados por palavras-chaves, quem os fez deve explicar. Evidentemente que a explicação pode ser feita de forma oral ou escrita, nesse trabalho optou-se por ser oral. Segundo Moreira (1998), é na externalização dos significados que reside o maior valor da construção de mapas conceituais.

Diante dos resultados e discussões realizadas através dos dados coletados com a construção do mapa conceitual, podemos afirmar que esse recurso demonstra os significados atribuídos aos conceitos e, dessa forma, revela-se como um instrumento valioso de avaliação, como afirma a autora no trecho abaixo:

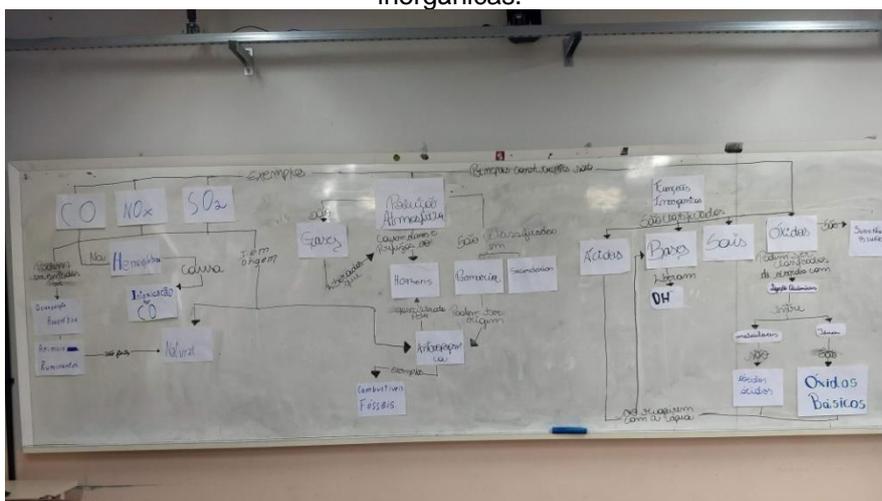
Observamos e constatamos que o Mapa Conceitual é uma estratégia de aprendizagem propondo uma construção consciente e reflexiva do mesmo (e não para nota), que sua apresentação oral permite a efetivação da avaliação formativa e reguladora da aprendizagem e ensino, oferecendo uma quantidade significativa de informações para o professor e o aluno situarem-se como sujeitos do processo de ensino e aprendizagem (ALMEIDA, 2007, p.184).

Porém, pode-se pensar que mapas conceituais não oferecem a segurança que outros instrumentos de avaliação convencionais trazem, por exemplo, provas e testes. Isso porque, aprender significativamente é dar significado ao conceito, é relacionar com algum conhecimento pré existente em sua estrutura cognitiva, ou seja, há componentes pessoais nesse processo.

Com isso, professores podem optar por não utilizar mapas conceituais como métodos de avaliação por serem pessoais, e comparados com outros instrumentos

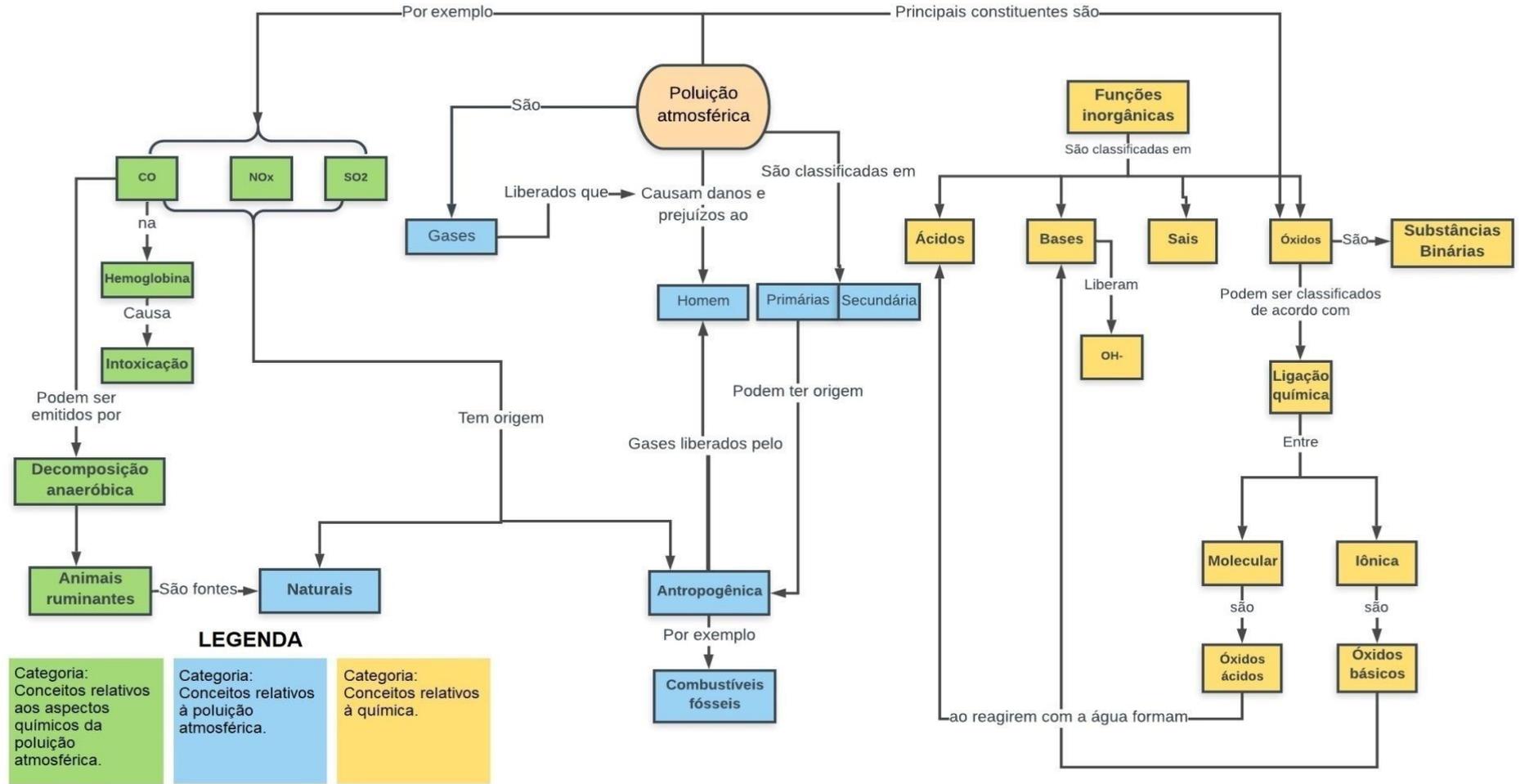
convencionais, difíceis de quantificar uma nota. No entanto, a construção e também a avaliação de mapas conceituais, traz outra perspectiva para o ensino, aprendizagem e avaliação, como afirma Moreira (1998, p.8) “No ensino convencional não há muito lugar para a externalização de significados, para a aprendizagem significativa. Mapas conceituais apontam em outra direção, requerem outro enfoque ao ensino e à aprendizagem”.

Figura 24. Mapa conceitual construído pelos alunos sobre poluição atmosférica e funções inorgânicas.



Fonte: A autora (2020)

Figura 25. Representação do mapa conceitual construído pelos alunos no quadro da sala.



Fonte: A autora (2020)

5.3.4 Etapa 7 – Compartilhando o que aprendemos

Nessa etapa, os alunos elaboraram um infográfico com informações já discutidas em aula sobre o problema ambiental da poluição atmosférica. O infográfico foi construído e divulgado nas mídias sociais da escola (Figura 26), com o objetivo de compartilhar as aprendizagens construídas e com isso, atingir a comunidade e os colegas. Com a exposição pública, pretendeu-se uma motivação e engajamento maior dos alunos, pois segundo Cachapuz *et al.* (2005, p.129) “A ideia de uma exposição pública introduz uma forte motivação, posto que a atividade deixa de ser um simples exercício escolar para se converter na elaboração do produto, destinado ao consumo real de outras pessoas(visitantes da exposição).” Inicialmente a turma foi dividida em dois grupos, onde discutiram e definiram o assunto que trataria o infográfico, sendo que esse assunto teria que ter relação com o tema norteador deste estudo.

Figura 26. Publicação dos infográficos nas mídias sociais da escola



Fonte: A autora (2020)

Dessa forma, um grupo optou em fazer um infográfico sobre as consequências da poluição atmosférica e o outro sobre as fontes poluidoras. A análise dividiu-se nessas duas categorias: causas e consequências da poluição atmosférica. Salienta-se que o assunto, a organização e as informações contidas no infográfico, foram escolhidas e definidas pelos estudantes. Neste contexto, destaca-

se a criatividade na escolha dos desenhos, nas frases de impacto e também na disposição das informações.

O infográfico com o título “Poluição: um inimigo invisível – Principais fontes de poluição” (Figura 27) apresenta agentes poluidores de origem antrópicas: processos industriais, queima de combustíveis fósseis, queimadas, usinas termelétricas; e de origem natural: vulcões. Os alunos utilizaram recursos de imagens que colaboram para a transmissão da informação escrita, por exemplo, ao se tratar das queimadas, colocaram uma árvore em chamas. Dessa forma, ao unir a linguagem visual e verbal, a comunicação é facilitada e o conteúdo transmitido de forma mais eficiente.

Figura 27. Infográfico construído por um grupo de alunos

POLUIÇÃO

UM INIMIGO INVISÍVEL

PRINCIPAIS FONTES DE POLUIÇÃO

PROCESSOS INDUSTRIAIS

Toneladas de gás carbônico são jogados no ar dia após dia em todo o mundo, sendo lançado pelas nossas indústrias, a qual é uma das principais causadoras da poluição do ar. A gestão ambiental nas empresas é uma forma de buscar equilíbrio entre produção industrial e a manutenção do meio ambiente.

QUEIMA DE COMBUSTÍVEL FÓSSEIS.

A poluição ambiental é uma das grandes desvantagens do uso dos combustíveis fósseis. A queima de combustíveis fósseis produzem toneladas de dióxido de carbono anualmente, e metade dessa produção atinge a atmosfera, causando diversos problemas, como por exemplo, o efeito estufa.

QUEIMADAS

Incinerar o lixo ou vegetação lançam toxinas na atmosfera, como metano e material particulado. Além da queima de combustíveis fósseis e processos industriais, as queimadas são uma outra grande fonte de dióxido de carbono. As queimadas na Amazônia, por exemplo, aumentam a poluição do ar nos países vizinhos. A constatação é de um estudo feito por pesquisadores do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais.

VULCÕES

Os vulcões são fontes naturais de poluição e produzem dióxido de enxofre, porém na maior parte das áreas urbanas, as atividades humanas são as principais fontes emissoras desse gás poluente.

USINAS TERMELÉTRICAS

As usinas termelétricas praticam a queima de biomassa, para a produção de calor, que posteriormente aquece a água e o vapor de água gira as turbinas que geram energia elétrica. A queima de biomassa produz gases poluentes como o dióxido de carbono.

O nível de poluição ambiental no planeta é igualada a burrice dos homens.

Fonte A autora (2020)

Outro ponto a salientar é a frase de impacto colocada pelos alunos “O nível de poluição ambiental é igualada à burrice dos homens”. Essa afirmação expressa a opinião dos alunos sobre a poluição atmosférica, e traz um convite a reflexão, pois os seres humanos a medida que buscam o desenvolvimento econômico sem a devida preocupação com impactos ambientais, causam problemas e danos ao meio ambiente, incluindo o próprio ser humano, por isso, na afirmação é tratado como burrice dos homens.

No entanto, foi discutido e recomendado que o infográfico deve ter frases mais sucintas, ou seja, o texto precisava ser compactado, transmitindo a informação com frases curtas e que incitam o leitor. Dessa forma, os alunos desse grupo ficaram com a tarefa de fazer isso em casa, pois o tempo da aula já havia se esgotado. Porém, o grupo não alcançou o objetivo, ficando pendente a compactação das informações. Com isso, recomenda-se aos professores em futuras aplicações dessa atividade, destinar um maior tempo para a construção do infográfico. Isso não foi possível nesse trabalho, pois o ano letivo estava no final, não tendo a opção de estender a execução da atividade.

Para o segundo infográfico construído o assunto escolhido foi as consequências da poluição atmosférica (Figura 28). Ao analisar o infográfico de forma geral, podemos perceber o uso de imagens que transmitem uma mensagem e causam um impacto no leitor, por exemplo, a imagem de um caixão para citar o número de mortes provocadas pela poluição atmosférica. Outro fator que pode impactar o leitor é o título “Um inimigo invisível: Poluição – Salve sua vida”, isso por que, expõe uma perspectiva de que suas vidas estão em perigo devido à poluição.

Figura 28. Infográfico construído por um grupo de alunos

UM INIMIGO INVISÍVEL POLUIÇÃO

SALVE SUA VIDA



7.000.000 de pessoas morrem anualmente em decorrência da poluição segundo a OMS.



9 a cada 10 pessoas respiram ar poluído, segundo a OMS.



Apesar do avanço, o Brasil ocupa o sétimo lugar dos países mais poluidores.



Além do risco de câncer, a poluição pode causar problemas cardíacos, no cérebro e até na reprodução humana.



A poluição atmosférica provoca mais morte que o tabaco. Pode-se evitar fumar, mas não se pode evitar estar submetido ao ar poluído.



A poluição é um mal invisível que custa cerca de R\$360 milhões por ano aos cofres públicos.

Com relação às informações apresentadas, pode-se verificar que são sucintas e relevantes, demonstrando ao leitor a situação preocupante que a sociedade se encontra devido à poluição atmosférica. Os alunos demonstram também, que o problema ambiental da poluição está presente no Brasil, e que afeta a vida e a saúde de muitos brasileiros. Além disso, os estudantes evidenciam que a poluição acarreta maiores gastos para o Estado, devido ao aumento do número de atendimentos, internações hospitalares e uso de medicamentos.

Na próxima etapa da unidade temática, ou seja, na etapa oito, os alunos puderam apresentar os infográficos construídos e discutir com o restante da turma as informações presentes nesse material. Nesse momento, a turma percebeu que foram abordados nos infográficos somente as questões de quem polui e as consequências dessa poluição, porém, poderiam ter explanado sobre atitudes que o cidadão pode adotar para contribuir com a mudança desse cenário. Como relatado anteriormente, a atividade de construção e discussão do infográfico, ocorreu no final do ano letivo e, por esse motivo, não se pode estender a atividade para a contemplação dessas questões.

5.3.5 Etapa 8 – Finalização da Unidade Temática

Para o encerramento das atividades organizou-se a apresentação e explicação do infográfico para o restante da turma e aplicação de questionário com questões abertas e questões tipo escala Likert. O objetivo da intervenção foi integralizar as informações colocadas nos infográficos e através do questionário verificar as aprendizagens construídas durante a aplicação da unidade temática e analisar o impacto das intervenções realizadas em aula, e o que poderia ser modificado e aperfeiçoado.

Nessa etapa, o instrumento de coleta de dados utilizado foi o questionário, o qual se constituía em duas partes, a primeira descritiva onde os alunos puderam explicar suas opiniões sobre a participação na unidade temática com maior liberdade, e a segunda com questionamentos baseados numa escala Likert, em que os perguntados especificam seu nível de concordância com a afirmação presente. Nesta etapa, dos quatorze alunos participantes da unidade temática dez estavam presentes. Para a análise e discussões dos dados obtidos através da aplicação do

questionário final, elaboraram-se as categorias abaixo, ressaltando que algumas categorias são semelhantes às do questionário inicial.

- a) Perspectiva dos alunos sobre a importância da temática ambiental na educação básica (questionamento 1);
- b) Concepção e expectativas dos alunos sobre a aplicação da unidade temática (questionamentos 2 parte a, 3 e 5);
- c) Concepções prévias sobre o tema e vivência dos alunos com a temática ambiental em sua formação (questionamentos 2 parte b, 7j-k);
- d) Concepção sobre a motivação e aprendizagens construídas com a unidade temática (questionamentos 4, 7a-i);
- e) Sugestões (questionamento 6).

Para a primeira categoria, isto é, no primeiro questionamento, perguntou-se qual a visão dos alunos sobre a inserção de temas ambientais nas aulas de química e se a participação na unidade temática havia provocado uma mudança nessa visão. A seguir encontram-se transcritos alguns trechos das respostas dos alunos

Estudante 2: Muito importante, pois aprendi mais sim e comecei a me importar mais com o meio ambiente.

Estudante 3: Acho muito importante, pois precisamos saber o que realmente acontece no nosso planeta, tudo isso sobre poluição mudou um pouco meus hábitos.

Estudante 6: Eu não percebia muito essa parte da poluição por conta da correria do dia a dia, mas com essas aulas eu comecei a ver mais e me preocupar mais também.

Estudante 8: Eu acho que possa contribuir, pois eu não gostava de química e esse projeto me ajudou a ver que a química tem muito a ver com o nosso cotidiano

Estudante 10: A maioria dos assuntos abordados em química no contraturno eu não sabia nada sobre esses assuntos, agora tenho uma visão melhor sobre.

Estudante 12: A minha visão/opinião foi boa, acho que deve ser mais abordado assuntos do tipo. Pois me trouxe mais consciência sobre o assunto e o quão importante ele é para a sociedade.

Como se pode observar na escrita dos estudantes 2, 3, 6 e 12 a participação na unidade temática proporcionou reflexões que podem levar a uma mudança de hábitos, bem como um interesse e preocupação com questões ambientais. Ainda nas escritas dos alunos 3 e 6, percebe-se que a discussão de questões ambientais em sala de aula, possibilitou uma mudança na forma de enxergar o mundo. Os

autores Chassot, Schwantes e Henning (2017) apresentam a perspectiva que se pode utilizar diferentes óculos para enxergar e entender o mundo, por exemplo, o senso comum, a religião, a ciência. Ainda afirmam que o professor da área das ciências deve compreender os óculos utilizados pelos alunos e assim articulá-los aos óculos da ciência, ou seja, o professor precisa auxiliar os estudantes a enxergar e compreender o mundo fundamentados também (isso porque, não é vedado, de vez em vez, utilizar mais de um óculos ao mesmo tempo) nas ciências, como afirma o trecho abaixo:

Ainda podemos, a partir da discussão sobre os óculos para entender o mundo, aqui desenvolvida, nos permitir enxergar nossas turmas nas suas individualidades e procurar conhecer como enxergam seu mundo para, então, articular estes óculos ao da ciência. Ou, ainda, apenas possibilitar uma discussão entre os diferentes óculos utilizados pelos alunos da turma para compreenderem o mundo em que vivem, metodologia muito produtiva, o que possibilita que os estudantes construam argumentos de sustentação para o seu modo de assestar seus óculos para entender o mundo a sua volta. (CHASSOT; SCHWANTES; HENNING, 2017, p.27).

A categoria que aborda a concepção e as expectativas dos alunos sobre a aplicação da unidade temática, analisa os questionamentos 2, 3 e 5 do questionário final. Dessa forma, o segundo questionamento, especificamente a primeira parte, buscou a opinião dos alunos sobre a aplicação da unidade temática. Para isso, todos os alunos afirmam terem gostado de participar das atividades, como se pode perceber através dos seguintes relatos:

Estudante 6: Muito boa, eu nunca tinha participado de nada semelhante.

Estudante 10: Eu achei bem interessante, nunca tinha participado de atividade dessas.

Estudante 14: Muito interativa. Não tinha participado.

Os alunos foram questionados sobre suas expectativas antes da aplicação da unidade temática e se essas tinham sido alcançadas após serem realizadas as atividades da unidade. Pode-se acompanhar alguns relatos dos alunos a seguir.

Estudante 2: Um olhar mais fundo sobre o ambiente, sim, porque aprendi coisas novas.

Estudante 3: Esperava aprender mais sobre a poluição que acontece no meu cotidiano, minhas expectativas foram alcançadas.

Estudante 9: Minhas expectativas eram que possamos ter um conhecimento amplo na questão poluidora. Minhas expectativas foram alcançadas sim.

Através dos relatos dos estudantes 2, 3 e 9 observa-se que as expectativas desses alunos estavam pautadas na aprendizagem e não somente em aulas descontraídas ou divertidas. Assim como relatou o estudante 6 no trecho abaixo:

Estudante 6: As minhas expectativas foram todas atendidas, eu esperava aulas divertidas, mas que também me trouxessem conhecimento, foi exatamente isso que aconteceu.

Todos os estudantes que participaram do questionário final afirmam que suas expectativas foram alcançadas, o que qualifica o trabalho desenvolvido na unidade temática e potencializa futuras aplicações em outros momentos e contextos.

Ainda nessa categoria, foi perguntado aos alunos sobre a preferência por aulas a partir de temáticas, como a utilizada nessa unidade, ou tradicional. Algumas opiniões dos alunos estão elencadas abaixo.

Estudante 2: Eu prefiro temas, pois engloba muito mais conhecimento.

Estudante 5: Eu achei super interessante as aulas serem sobre um tema específico, pois ajuda muito a compreender o assunto mais a fundo.

Estudante 9: Que as aulas sejam através de tema, pois é mais divertido e interessante.

Estudante 10: Acho que ambas as partes seria melhor.

Através das escritas, verifica-se que a abordagem temática possui um caráter motivador, que estimula o interesse e envolvimento do aluno (estudante 5 e 9). Além disso, o estudante 5 afirma que a abordagem por temáticas, lhe possibilita compreender mais a fundo o assunto, o que colabora com a afirmação do estudante 2, o qual diz que trabalhar norteado por temas, tem o envolvimento de mais conhecimentos, ou seja, a discussão é mais rica e ampla. Ainda mais que para a compreensão de um fenômeno ou assunto, somente a discussão dos aspectos relacionados a uma ou a poucas disciplinas não é suficiente. Dessa forma, para que o ensino se torne significativo e eficaz, deve-se evitar a compartimentalização dos conteúdos mediante a interdisciplinaridade (BRASIL, 2000b), propondo aos alunos a discussão e uma visão mais ampla do fenômeno, demonstrando a relação que há entre as diferentes áreas do conhecimento. A fragmentação do conhecimento traz uma perda de sentido do que está sendo ensinado, que se manifesta através da desmotivação e desinteresse dos alunos.

Para a próxima categoria, em relação aos conhecimentos prévios dos alunos sobre a química da poluição, colocou-se a afirmação: “Não possuía nenhum conhecimento sobre conceitos químicos aplicados à poluição”, os resultados obtidos foram: cinco alunos concordam com a afirmação, dois alunos dizem que seus conhecimentos eram indiferentes e três alunos discordam. Para o último questionamento colocou-se a seguinte afirmação: “Não possuía nenhum conhecimento sobre a gravidade e consequências do problema da poluição atmosférica” e os resultados obtidos foram: quatro alunos concordam, três alunos relatam seus conhecimentos eram indiferentes e três discordam com a afirmação. Com isso, observa-se a diversidade de conhecimentos presentes em uma sala de aula e o desafio do professor em alcançar os alunos.

Nessa categoria também se discute sobre a vivência dos alunos com a temática ambiental em sua formação temos o segundo questionamento parte b, no qual pergunta se o aluno já havia participado de atividades semelhantes a essa. Como pode ser visto através dos relatos abaixo, grande parte dos alunos respondeu que nunca tinha participado de atividades semelhantes, apenas o estudante 8 afirmou ter participado uma vez no Ensino Fundamental na disciplina de ciências.

Estudante 3: Nunca participei de algo semelhante a isso, porém gostei do jeito de como se trabalhou o assunto.

Estudante 8: Como já disse na questão um, me ajudou muito, e eu já participei no passado em ciências na minha antiga escola.

Estudante 9: Eu achei muito interessante, por ser um tema muito preocupante ao meio ambiente. Eu não havia participado de temas assim antes.

Diante disso, percebe-se a predominância de metodologias tradicionais na educação básica, as quais se fundamentam na repetição, memorização, exposição verbal e foco na resolução de exercícios. Nos estudos de Teixeira (2018) sobre a abordagem tradicional de ensino a partir da percepção de um aluno e pesquisa bibliográfica, apontou que apesar dos avanços pedagógicos, o processo educacional mantém características tradicionais, o que vem ao encontro ao referido pelos alunos participantes da unidade temática.

Com relação à motivação e aprendizagens construídas através da unidade temática, temos os questionamento 4 e 7a-i, os quais foram agrupados em uma categoria para melhor discussão. Dessa forma, perguntou-se aos alunos qual das

atividades utilizadas durante a aplicação da unidade temática acreditavam que mais contribuiu para o aprendizado em química. As atividades mais levantadas pelos alunos foram os experimentos, LabVirt e construção do infográfico, conforme as escritas abaixo.

Estudante 6.: Na minha opinião foram as experiências no laboratório, porque lá dá pra ver realmente como as coisas funcionam, dá pra entender bem melhor.

Estudante 9: Creio que a utilização do LabVirt, pois fez com que buscássemos mais informações e conhecimentos na área, sobre o assunto.

Estudante 10: A construção do infográfico, porque eu pesquisei sobre pra conseguir fazê-lo.

Com o apontamento do aluno 6, pode-se perceber a potencialidade das atividades experimentais como ferramenta na construção da aprendizagem e no desenvolvimento de habilidades cognitivas, como afirmam Santos e Nagashima

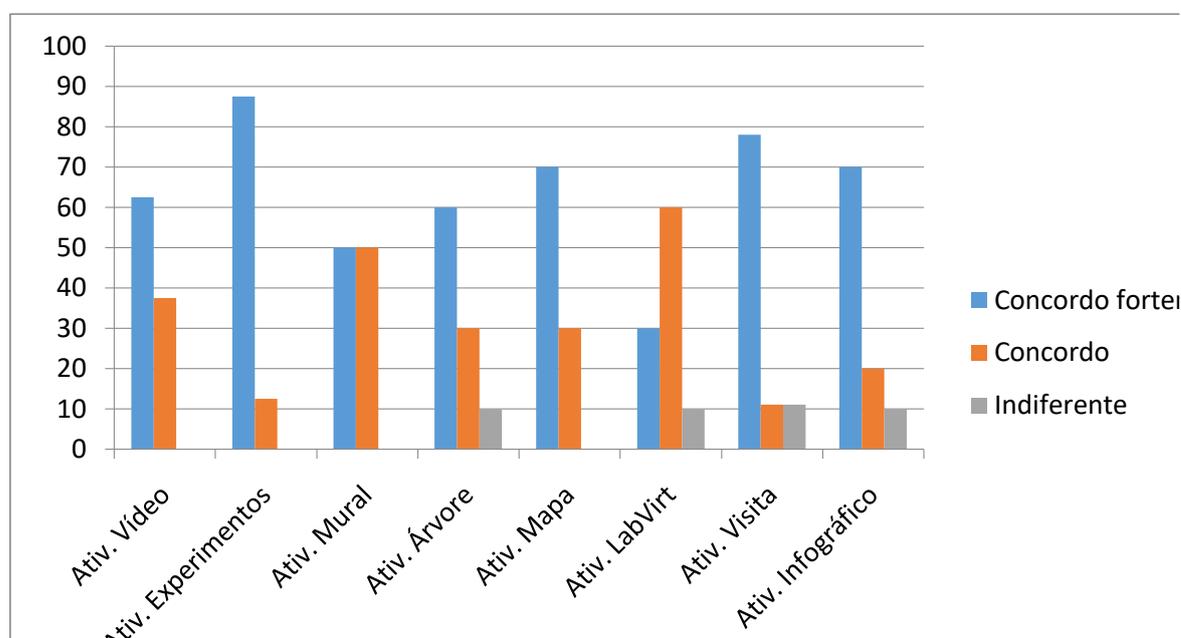
As práticas pedagógicas como as atividades experimentais são fundamentais no ensino de química, pois são uma forma eficiente na disseminação dos conteúdos, e apoio na construção do conhecimento, motivando o aluno ao desejo pelo saber, evitando a rotina de um ensino tecnicista (SANTOS; NAGASHIMA, 2017, p. 94).

Já o estudante 8 evidencia o LabVirt como a atividade que contribuiu para o processo de aprendizagem, pois o aluno que fez a busca por informações. Com isso, verifica-se a que o envolvimento do aluno numa problemática e a busca para possíveis soluções, que no caso dessa atividade foi “Como combinar desenvolvimento econômico e preservação ambiental?”, possibilita ao aluno uma maior motivação por perceber que ele faz parte do processo de aprendizagem. Da mesma forma, a escrita do estudante 10, a qual relata a construção do infográfico como a atividade que mais contribuiu na sua aprendizagem, devido à pesquisa que realizou para a execução da atividade.

Nessa mesma categoria, temos o questionamento 7, no qual se utilizou a escala Likert, em que o estudante é convidado a emitir seu grau de concordância com a afirmação. Inicialmente foi colocada a expressão: “Aprendi muito com a atividade...” seguida do título da atividade. Como a unidade temática teve duração de oito semanas, colocou-se uma foto da atividade para que os estudantes pudessem lembrar, caso algum tenha esquecido. O gráfico representado na Figura 29 demonstra os resultados obtidos através das respostas dos estudantes. Para melhor compreensão dos dados foram utilizados a porcentagem de alunos, isso por

que, o número total de participantes é variável devido aos alunos faltantes no momento da realização dessas atividades.

Figura 29. Porcentagem das respostas dos alunos quanto às aprendizagens construídas através de cada atividade.



Fonte: A autora (2020)

Ao analisar o gráfico de maneira geral, percebe-se que na percepção dos alunos as atividades desenvolvidas foram ferramentas que contribuíram no processo de aprendizagem, pois em todos os questionamentos a maioria dos alunos concordam fortemente ou concordaram com a afirmação. Para a atividade de discussão a partir do vídeo, dois alunos que responderam o questionário final estavam ausentes nessa aula. Dessa forma, cinco alunos concordam fortemente (62,5%) e três concordam (37,5%) com a afirmação que essa atividade contribui para a sua aprendizagem.

Tradicionalmente nas salas de aula a linguagem escrita e verbal é a mais utilizada, nas explicações dos professores, escuta dos alunos, leitura e produção textual, resoluções de exercícios. Portanto a linguagem audiovisual presente nos vídeos pode ser um recurso com grande potencialidade no processo de ensino e aprendizagem. Porém para que isso ocorra é necessário que a utilização desse recurso tenha como objetivo principal a aprendizagem do aluno, ou seja, é necessário incluir recursos de mídias no planejamento pedagógico não com fins de entretenimento ou diversão, mas sim como um elemento que se integra a outros e contribui no processo de aprendizagem. Diante disso, a atividade de discussão a partir do vídeo foi aplicada e baseado nas respostas dos alunos cumpriu o propósito

com a qual foi planejada, a motivação e aprendizagem. Como afirma Morán com relação às propostas de utilização de vídeos.

Vídeo como sensibilização: É, do nosso ponto de vista, o uso mais importante na escola. Um bom vídeo é interessantíssimo para introduzir um novo assunto, para despertar a curiosidade, a motivação para novos temas. Isso facilitará o desejo de pesquisa nos alunos para aprofundar o assunto do vídeo e da matéria (MORÁN, 1995, p.30).

Para o questionamento sobre a contribuição das atividades experimentais no processo de aprendizagem, se obteve um dos maiores números de alunos que concordam fortemente com a afirmação, sete alunos responderam que concordam fortemente (87,5%) e um que concorda (12,5%). Ressalta-se que dos alunos que participaram respondendo ao questionário final, dois desses alunos estavam ausentes no dia dos experimentos. Com isso, reafirma-se o que já foi discutido nesse trabalho, com relação à potencialidade das atividades experimentais no processo de aprendizagem.

Com relação às aprendizagens construídas através da atividade de construção do mural de fatos e notícias, cinco alunos responderam que concordam fortemente (50%) e cinco que concordam (50%) que aprenderam com a participação nessa atividade. Já para a atividade de construção da árvore de problemas, seis alunos afirmam que concordam fortemente (60%), três que concordam (30%) e um afirma ser indiferente (10%), com relação à contribuição da atividade na sua aprendizagem. Os dados demonstram que essas duas atividades, na visão dos alunos, podem ser ferramentas que colaboram no processo de aprendizagem. Acredita-se que isso é devido à participação ativa dos alunos durante toda a execução da atividade, na leitura e discussão das reportagens, seleção das principais informações e construção do mural de fatos e notícias e da árvore de problemas.

No tocante da atividade de elaboração do mapa conceitual sobre a relação da poluição atmosférica com as funções inorgânicas, sete alunos responderam que concordam fortemente (70%) e três que concordam (30%) com a afirmação que a atividade contribuiu na aprendizagem. As respostas coletadas nessa questão, também apresentaram um dos maiores números de alunos que concordam fortemente com a afirmação. Evidencia-se a partir desses dados, que a construção do mapa conceitual, como já amplamente discutido nesse trabalho, é um importante

instrumento educacional, que pode ser utilizado tanto por professores na avaliação ou explanação de um conteúdo ou por alunos no processo de aprendizagem.

Para o questionamento quanto à atividade no Laboratório Didático Virtual – LabVirt da USP, seis alunos concordam (60%), três concordam fortemente (30%) e um relata ser indiferente (10%) a atividade na sua aprendizagem. Baseando-se nesses dados, percebe-se que a utilização desse recurso em sala de aula fomenta as discussões, resolução de situações problemas e ainda colabora para o aumento do interesse e motivação dos alunos pela Química, como afirmam os autores abaixo após pesquisa com alunos do Ensino Médio sobre a utilização da ferramenta LabVirt.

Após a elaboração desta pesquisa, pode-se perceber claramente que a utilização de recursos tecnológicos, especificamente o uso de simulações, nas aulas de Química, pode funcionar como uma ferramenta para resgatar o interesse dos alunos que não se identificavam com a disciplina (CAVALCANTE; FERREIRA; MACÊDO, 2012, p. 6).

O questionamento sobre a atividade de visitação à empresa Tondo Embalagens, sete alunos afirmam que concordam fortemente (78%), um aluno concorda (11%) e um aluno afirma ser indiferente (11%) a contribuição da visitação para a sua aprendizagem. Ressalta-se que um aluno que respondeu o questionário final, não estava presente no dia da visitação. Observa-se através das respostas dos alunos que as visitas de estudos possuem um caráter motivador (BRASIL, 2002) e que favorecem a aprendizagem, pois possibilitam a discussão do conhecimento na prática, aproximando o conteúdo da realidade e dando significado ao aprendido, como afirma Rebelo (2014) no trecho abaixo.

As visitas de estudos são consideradas uma das estratégias mais estimulantes, uma vez que a saída do espaço escolar assume um caráter motivador para os alunos, que se empenham na sua realização. Também pela componente lúdica, as visitas de estudo propiciam uma melhor relação aluno-professor, e devem ser entendidas como mais do que um simples passeio. São, sem dúvida, uma oportunidade de aprendizagem que proporciona o desenvolvimento de técnicas de trabalho, facilita a sociabilidade e favorece a aquisição de conhecimentos, promovendo a interligação entre a teoria e a prática, a escola e a realidade (REBELO, 2014, p.17).

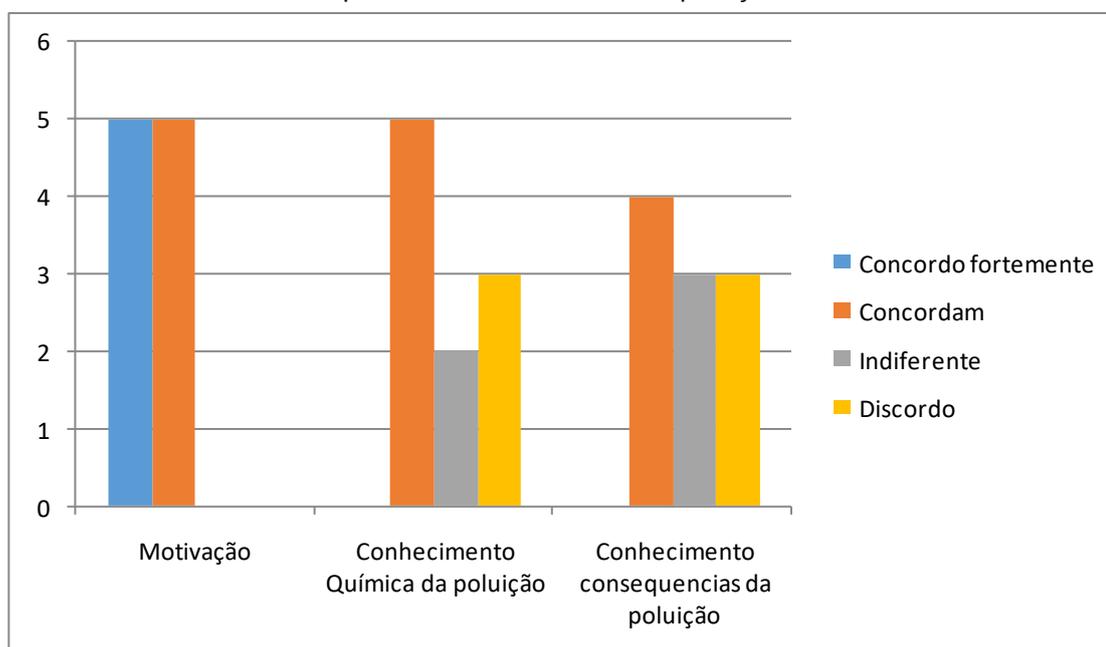
Com relação à atividade de construção do infográfico, os resultados obtidos no questionário foram: sete alunos afirmam concordar fortemente (70%), dois concordam (20%) e um aluno afirma ser indiferente (10%) a atividade na construção da sua aprendizagem. Evidencia-se que para essa atividade se obteve um dos

maiores índices de alunos concordando fortemente com a afirmação. Dessa forma, reafirmamos o potencial pedagógico discutido anteriormente nesse trabalho.

Ainda na categoria sobre a motivação e aprendizagens construídas com a unidade temática, perguntou-se aos alunos sobre sua motivação em aprender química a partir de uma abordagem temática. Os resultados levantados nesse questionamento estão dispostos na Figura 30, os quais são: cinco alunos concordam fortemente e cinco concordam que se sentiram mais motivados com a abordagem temática. Com isso, reafirmamos o que se discutiu na fundamentação teórica desse trabalho sobre o papel fundamental da motivação no processo de aprendizagem (POZO, 2002). Abordar os conteúdos químicos partindo de temas do cotidiano faz com que o aluno perceba a química que está presente em seu contexto e dessa forma, a atribuição de significado aos conteúdos é facilitada e intensificada. A contextualização promovida pela abordagem de temas, torna a aula mais cativante e interessante, fazendo com que o aluno se motive e se envolva nas atividades propostas.

Utilizando o mesmo método de escala Likert, os alunos foram questionados sobre a percepção de seus conhecimentos prévios a respeito da química da poluição e a gravidade/consequências da poluição atmosférica. Os resultados desses dois questionamentos estão dispostos no gráfico (Figura 30).

Figura 30. Respostas dos alunos quanto a motivação na aprendizagem e seus conhecimentos prévios sobre a temática da poluição.



Fonte: A autora (2020)

Para a categoria de sugestões, foi solicitado aos alunos o que poderia ser mudado em busca de uma melhoria da unidade temática, as quais podem ser encontradas em alguns relatos abaixo.

Estudante 3: Não mudaria muito, talvez só mudaria meus hábitos mesmo, para me acostumar com esse jeito de aprendizado.

Estudante 6: Eu acho que não mudaria nada, pois nas aulas teve várias dinâmicas, mas teve também a escrita no caderno, na minha opinião está tudo perfeito, a explicação da professora foi super boa.

Estudante 8: Gostei muito do tema, inclusive da professora, no começo não queria vir, mas como o conteúdo foi passado através de um tema foi mais legal de aprender.

Estudante 7: Não mudaria nada.

Estudante 13: Nenhuma mudança estão boas as aulas, aprendi várias coisas.

Na afirmação do estudante 3, fica evidente a percepção que as metodologias ativas aplicadas nessa unidade, exige do aluno uma nova postura, diferente das que costumeiramente acontecem na sala de aula. Já o estudante 6, traz uma reflexão pertinente, pois afirma que a unidade temática é “perfeita” por envolver dinâmicas diferentes e também escritas no caderno, ou seja, aspectos inovadores e tradicionais. Com isso, mesmo na prática de metodologias inovadoras e diferentes, alguns aspectos do ensino tradicional são mantidos durante a aula, como por exemplo, a explanação do conteúdo pelo professor, a escrita no caderno pelos alunos, a resolução de exercícios. Através do relato do estudante 8, observa-se que a forma com que o conteúdo foi abordado na unidade temática, foi determinante na sua aprendizagem, pois afirma que no início das aulas não tinha vontade de participar, mas devido a abordagem do professor e do tema trabalhado o aluno se motivou a participar e aprender durante as aulas. Os alunos 7 e 13 afirmam que não há o que mudar na unidade temática, demonstrando o contentamento em participar das atividades propostas.

Após a apresentação e discussão dos resultados obtidos com a aplicação da unidade temática “Poluição atmosférica: um inimigo invisível” pode-se perceber evidências das aprendizagens construídas e também do desenvolvimento de uma consciência ambiental. As aprendizagens químicas são destacadas principalmente no mapa conceitual construídos pelos alunos, além disso, percebe-se a relação dos

conceitos químicos à temática poluição o que demonstra a significação atribuída aos conceitos.

As evidências da consciência ambiental aprimorada ou desenvolvida pelos alunos podem ser encontradas em diversas atividades da unidade temática, podendo destacar as atividades de construção do mural de fatos e notícias e também da árvore de problemas. Nessas atividades os alunos refletiram, discutiram e identificaram as causas e consequências do problema da poluição atmosférica partindo da leitura de reportagens atuais e locais.

Dessa maneira, pôde-se perceber nos dados coletados a transformação e a criação do senso crítico em relação aos prejuízos sofridos pelo meio ambiente devido à ação humana. Além disso, no questionário final os alunos relatam que a participação nas atividades propostas contribuiu para a mudança de hábitos e também na forma de enxergar o mundo, demonstrando a possibilidade dos alunos se tornarem indivíduos mais reflexivos quanto às questões ambientais.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante das análises e reflexões realizadas, percebeu-se que a Educação Ambiental na escola pode potencializar a formação integral do sujeito, contribuindo para o exercício da cidadania e uma tomada de decisão consciente frente a problemas e questões ambientais. O educando torna-se também, um cidadão responsável e comprometido, contribuindo para a transformação da sociedade atual, a qual busca o desenvolvimento sem preocupações com a preservação do meio ambiente. A análise dos documentos da escola, apesar do PPP apresentar a temática ambiental, na prática quando foram analisados os planos de trabalho dos professores de química o assunto é pouco abordado. Assim, podemos concluir que a química ambiental, na escola investigada, é abordada de forma pontual, simplista e desconecta de outras áreas.

Considerando também, que a Educação Ambiental precisa ser repensada pelos docentes, não somente para que sejam efetivadas as questões legais discutidas nesse trabalho, mas para que o aluno tenha acesso a uma educação que lhe permita desenvolver competências e habilidades para o respeito à vida e ao equilíbrio ambiental. Visto que, durante a análise dos Planos de Trabalho dos professores, muito tempo foi investido em conteúdos químicos, porém com pouca relação em questões ambientais, sociais e tecnológicas.

Além disso, após a investigação dos questionários pôde-se perceber que quando a abordagem ambiental acontece, os aspectos ambientais são utilizados para que os alunos “visualizem” melhor o conteúdo, ou seja, o objetivo principal do professor ainda é o conteúdo químico e não uma discussão mais ampla, englobando aspectos sociais e políticos. Constata-se também que os professores conseguem perceber em quais conteúdos químicos as questões ambientais podem ser abordadas, porém na prática, a abordagem é feita somente a fim de exemplificação, sem aprofundamento ou problematização.

Objetivando responder à questão de pesquisa “Como a aplicação da unidade temática sobre poluição atmosférica pode contribuir no processo de ensino e aprendizagem em Química, bem como colaborar para a formação de indivíduos mais reflexivos quanto a questões ambientais?” um produto educacional foi desenvolvido, aplicado e analisado.

Sendo assim, a unidade temática apresentada nesse estudo desenvolveu ações para um Ensino de Química contextualizado, possibilitando ao aluno a construção de uma aprendizagem significativa, através da temática “poluição atmosférica”. Isso porque, acreditamos que questões ambientais precisam ser discutidas e analisadas no âmbito escolar, principalmente pela área das Ciências da Natureza, além disso, acreditamos que a formação de um cidadão com consciência ambiental é um dos papéis da educação básica.

Nesse contexto, os resultados obtidos através da análise dos dados coletados com a aplicação da unidade temática, evidenciam que o Ensino de Química foi favorecido pela abordagem da temática poluição atmosférica e pela metodologia de ensino utilizada nesta pesquisa, propiciando a discussão e reflexão de aspectos ambientais que são poucos considerados na sala de aula. Através das atividades propostas e dos momentos de discussão os alunos puderam identificar e refletir sobre as causas e consequências da poluição atmosférica e a responsabilidade que temos de preservar o meio ambiente.

Com isso, conforme relatado pelos próprios alunos e apresentado nos resultados e discussão desse trabalho, houve uma mudança na forma de enxergar o mundo e a criação de senso crítico em relação aos prejuízos sofridos pelo meio ambiente devido à sua exploração irresponsável pelos seres humanos. Dessa forma, o produto educacional proposto pode contribuir com o professor na sua prática pedagógica, pois é um material com atividades fáceis, simples e que necessitam de poucos recursos, mas com um grande potencial em proporcionar ao aluno uma formação para a vida, uma formação cidadã.

Espera-se que através do desenvolvimento da Unidade Temática “Poluição: um inimigo invisível” e principalmente dos momentos de reflexão proporcionados durante as aulas, que o aluno, além de compreender o mundo natural em que está inserido, possa contribuir, participar e modificar a sua realidade, fundamentado nos conhecimentos construídos na escola. Além disso, que o aluno seja capaz de compreender nossa responsabilidade de cuidar e preservar o meio ambiente.

Diante de tudo que foi analisado nesse trabalho, pode-se verificar que falta muito para que a Educação Ambiental seja abordada de maneira a que contribua para a construção de valores e atitudes que promovam uma mudança na situação

atual da sociedade. Para concluir, uma frase de Paulo Freire que nos leva a refletir sobre o caráter formador da prática educativa: “É por isso que transformar a experiência educativa em puro treinamento técnico é amesquinhar o que há de fundamentalmente humano no exercício educativo: o seu caráter formador.” (FREIRE,1996, p. 16).

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Lucile Ruth de Menezes. **Avaliação formativa no contexto da construção do mapa conceitual**. Sitientibus, Feira de Santana, n.36, p.175-195, jan./jun. 2007

ARAUJO, Ives Solano; MAZUR, Eric; **Instrução pelos colegas e ensino sob medida: uma proposta para o engajamento dos alunos no processo de ensino-aprendizagem de física**. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, Florianópolis – SC, v.30, n.2, p.362-384, agosto, 2013.

ATKINS, Peter; JONES, Loretta. **Princípios de química: questionando a vida moderna e o meio ambiente**. 3.ed. Porto Alegre: Bookman, 2006.

AULER, Décio; DALMOLIN, Antonio Marcos Teixeira; FENALTI, Veridiana dos Santos; **Abordagem Temática: natureza dos temas em Freire e no enfoque CTS**. Revista de Educação em Ciência e Tecnologia, v.2, n.1, p.67-84, mar. 2009.

AUSUBEL, David. P.; NOVAK, Joseph. D.; HANESIAN, Helen. **Psicologia Educacional**. 2. ed. Rio de Janeiro: Editora Interamericana, 1980.

BARDIN, Laurence. **Análise de conteúdo**. 4. ed. Lisboa: Edições70, 2010.

BECKER, Magda Márcia; MARTINS, Luzia Ribeiro; **Educação ambiental no ensino de química através da confecção de puff's em PET**. Revista Ciência e Tecnologia, v.2, n.3, 2016.

BERGMANN, Jonathan; SAMS, Aaron. **Sala de aula invertida: uma metodologia ativa de aprendizagem**. 1.ed. Rio de Janeiro: LTC, 2019.

BERNARDES, Maria Beatriz Junqueira; PRIETO, Élisson Cesar; **Educação Ambiental: disciplina versus tema transversal**. Revista eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental – FURG, Rio Grande-RS, v. 24, p.173-185, jan-ju, 2010.

BRASIL. **Consumo Sustentável: Manual de educação**. Brasília: ConsumersInternational/ MMA/ MEC/IDEC, 2005. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/dmdocuments/publicacao8.pdf>>. Acessado em: 13 out. de 2020 (Consumo Sustentável, 2005).

BRASIL. **Lei nº 9.795, de 27 de Abril de 1999. Política Nacional de Educação Ambiental**. Presidência da República, Subchefia para Assuntos Jurídicos. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9795.htm>. Acesso em: 13 out. de 2020.

BRASIL. **Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. Lei e Diretrizes da Educação – LDB**. Brasília, DF, 1996. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9394.htm>. Acessado em: 13 out. de 2020.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular - BNCC**. Brasília: MEC/CONSED/UNDIME, 2017.

BRASIL. Ministério da Educação e do Desporto. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros Curriculares Nacionais: introdução aos Parâmetros Curriculares Nacionais.** (PCN). Brasília: MEC/SEF, 1997.

BRASIL. Ministério da Educação e do Desporto. Secretaria de Ensino Médio e Tecnológico. **PCNs + ensino médio:** orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília, 2002.

BRASIL. Ministério da Educação e do Desporto. Secretaria de Ensino Médio e Tecnológico. **Parâmetros Curriculares Nacionais para o ensino médio – Parte III: Área das Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias** (PCNEM). Brasília: MEC/SEB, 2000a.

BRASIL. Ministério da Educação e do Desporto. Secretaria de Ensino Médio e Tecnológico. **Parâmetros Curriculares Nacionais para o ensino médio – Parte I: Bases Legais** (PCNEM). Brasília: MEC/SEB, 2000b.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente – MMA. **1º Inventário nacional de emissões atmosféricas por veículos automotores rodoviários.** Brasília- DF: 2011. Site oficial do MMA. Disponível em <https://www.mma.gov.br/estruturas/163/_publicacao/163_publicacao27072011055200.pdf> Acessado em: 05/10/2020

BRASIL. Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação. **Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Ambiental.** Resolução n. 2, de 15 de junho de 2012. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/dmdocuments/rcp002_12.pdf> Acessado em: 14/10/2020

BRASIL. **Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA Nº 003** de 28 de junho de 1990 estabelece os padrões de qualidade do ar, in Diário Oficial da União, de 22/08/90, Seção I, p. 15.937 a 15.939.

CACHAPUZ, Antonio. **Necessária renovação do ensino das ciências.** São Paulo: Cortez, 2005.

CAMARGO, Fausto; DAROS, Thuinie; **A sala de aula inovadora:** estratégias pedagógicas para fomentar o aprendizado ativo. Porto Alegre: Penso, 2018.

CARRARO, Adriano. Imagem da reportagem: **O que é chuva ácida?** Disponível em: <<https://conhecimentocientifico.r7.com/o-que-e-a-chuva-acida/>>. Acessado em: 13 out. 2020.

CAVALCANTE, Antônia Ivna Cabral; FERREIRA, Maria Kueirislene Amâncio; MACÊDO, Laécio Nobre de. **Objetos de aprendizagem do LabVirt como ferramenta no estudo de Química: uma experiência com alunos de Ensino Médio.** In.VII CONNEPI - Congresso Norte Nordeste de Pesquisa e Inovação, Palmas-TO, 2012.

CAVALCANTI, JacieneAlvesetal. **Agrotóxicos**: uma Temática para o Ensino de Química. Revista Química Nova na Escola. v. 32, n. 1, p.169-175, fevereiro, São Paulo-SP, 2010.

CHASSOT, Attico Inácio; SCHWANTES, Lavínia; HENNING, Paula Corrêa. Com o que se ocupa o ensino de ciências? Assestando óculos para olhar o mundo. *In*:SCHWANTES, Lavínia; HENNING, Paula Corrêa (org.). **Ecossistemas do sul: articulando os ecossistemas ao ensino de ciências**. Rio Grande: Editora da FURG, p.11-28, 2017.

CHICONI, Jonas Nascimento. Tendências de longo prazo do óxido de nitrogênio e dióxido de nitrogênio na grande Phoenix (EUA), associadas às emissões veiculares de NOx. Trabalho de conclusão de curso. Curso de Engenharia Ambiental. Universidade Tecnológica do Paraná. Londrina – PR. 2015.

CLAPARÈDE, Édouard. **A escola sob medida**. (Maria Lúcia Eirado Silva, Trad.). Rio de Janeiro: Fundo de Cultura, 1959 (Original publicado em 1920).

COELHO, Juliana Cardoso. **A chuva ácida na perspectiva de tema social: um estudo com professores de química em Criciúma (SC)**. Dissertação de mestrado. Programa de Pós-graduação em Educação Científica e Tecnológica – PPGECT. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis- SC, 2005.

COELHO, Lucia Helena Gomes. **Aperfeiçoamento de métodos para a determinação de componentes ácidos e básicos em amostras de água da chuva**. Dissertação de mestrado. Instituto de Química. Universidade de São Paulo – USP. São Paulo – SP, 2005.

CORRADINI, Fernando. **Efeito da temperatura do líquido de arrefecimento na produção de emissões poluentes de motor de ignição por faísca**. Trabalho de curso. Mestrado Profissionalizante em Engenharia Automotiva. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo – SP, 2005.

COSTA, Maria Adélia; COUTINHO, Eduardo Henrique Lacerda. **Metodologias ativas e currículo integrado**: a travessia para as práticas pedagógicas motivadoras na educação profissional técnica de nível médio. Boletim Técnico do Senac, v. 45, n. 3, 2019.

DAL-FARRA, Rossano André; FETTERS, Michael; **Recentes avanços nas pesquisas com métodos mistos**: aplicações nas áreas de Educação e Ensino. Revista Acta Scientiae, v.19, n.3, maio/jun. 2017

DAL-FARRA, Rossano André; LOPES, Paulo Tadeu Campos; **Métodos mistos de pesquisa em educação**: pressupostos teóricos. Revista Nuances: estudos sobre Educação-UNESP, Presidente Prudente-SP, v. 24, n. 3, p. 67-80, set./dez. 2013.

DAPPER, SteffaniNikoli; SPOHR, Caroline; ZANINI, Roselaine Ruviaro. **Poluição do ar como fator de risco para a saúde: uma revisão sistemática no estado de São Paulo**. Revista Estudos Avançados, v.30, n.86, São Paulo- SP, jan./abr. 2016.

DIESEL, Aline; BALDEZ, Alda Leila Santos; MARTINS, Silvana Neumann. **Os princípios das metodologias ativas de ensino: uma abordagem teórica.** Revista Thema, v. 14, n. 1, p. 268-288, 2017.

DOS SANTOS, Wildson Luiz Pereira; MORTIMER, Eduardo Fleury. **Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem CTS (Ciência-Tecnologia-Sociedade) no contexto da educação brasileira.** Ensaio Pesquisa em educação em ciências, v. 2, n. 2, p. 1-23, 2000.

DRUMM, Fernanda Caroline *et al.* **Poluição atmosférica proveniente da queima de combustíveis derivados do petróleo em veículos automotores.** Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental – REGET, v. 18, n. 1, p. 66-78, Abr 2014.

ESPÍNDOLA, Gabriel Lopes. **Redução das emissões de CO₂ do setor de transportes brasileiro aplicando a metodologia de Diagrama de Fontes de Carbono.** Trabalho de conclusão de curso (graduação). Universidade Federal do Rio de Janeiro, Escola de Química, Bacharel em Engenharia Química, Rio de Janeiro – RJ, 2020.

FARNARO, Adalgiza. **Águas de chuva: conceitos e breve histórico. Há chuva ácida no Brasil?** Revista USP, São Paulo-SP, n.70, p. 78-87, junho/agosto 2006.

FAVALLI, Leonel Delvai; SILVA, Karina Alessandra Pessôa da; ANGELO, Elisangela Andrade. **Projeto Radix: ciências.** 2.ed. São Paulo: Scipione, 2012.

FERNANDES, João Paulo; GOUVÊA, Guaracira. **A perspectiva CTS e o desenvolvimento de propostas pedagógicas no contexto do ensino de ciências.** Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia, v. 11, n. 2, p. 231-255, 2018.

FERNANDES, Debora do Nascimento. **A importância da Educação Ambiental na construção da cidadania.** Revista OKARA: Geografia em debate, João Pessoa, PB, v.4, n.1-2, p. 77-84, 2010.

FERREIRA, Potiguara Chagas; LIU, Andréa Santos. **A importância do uso de conversor catalítico em automóveis para o meio ambiente.** In: X Encontro Latino Americano de Iniciação Científica e VI Encontro Latino Americano de Pós-Graduação – Universidade do Vale do Paraíba. Resumo. São José dos Campos – SP, p.2156 – 2158, 2006.

FILHO, Francisco Ferreira Dantas; COSTA, André Santos da; SILVA, Gilberlândio Nunes da; **Processo de ensino-aprendizagem dos conceitos de ácidos e bases com a inserção da experimentação utilizando a temática sabão ecológico.** Revista Holos. Ano 33, v. 02, p. 161-173, 2017.

FITA, Enrique Caturia. O professor e a motivação dos alunos. **TAPIA, JA; FITA, EC A motivação em sala de aula: o que é, como se faz,** v. 4, p. 65-135, 1999.

FRANCISCO, R.P; **Estudo termodinâmico da queima de combustíveis em caldeiras usando balanços de energia.** Dissertação (Programa de Pós-graduação

em Engenharia de Energia) – Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, Universidade Federal de São João Del-Rei. São João Del Rei – MG, 2012.

FREIRE, Paulo; **Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa.** 25ª ed. São Paulo: Editora Paz e Terra, 1996.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia do oprimido.** 17ª ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1987.

FREITAS, Alysson Benite de; VAZ, Wesley Fernandes; **O ensino de radioatividade em química e a Educação Ambiental sob a perspectiva crítica.** Congresso Internacional sobre InvestigacionenDidáctica de lasCiencias. 2017. Disponível em <https://ddd.uab.cat/pub/edlc/edlc_a2017nEXTRA/50._o_ensino_de_radioatividade_em_quimica.pdf> Acessado em: 13 out. 2020.

GIRARD, James; **Princípios de Química Ambiental.** Rio de Janeiro: LTC, 2016.

GODECKE, Marcos Vinicius; NAIME, Roberto Harb; FIGUEIREDO, João Alcione Sganderla. **O consumismo e a geração de resíduos sólidos urbanos no Brasil.** Revista Eletrônica em gestão, educação e tecnologia ambiental, v. 8, n. 8, p. 1700-1712, 2012.

GOMES; Andreia Patrícia *et al.* **Ensino de Ciências: dialogando com David Ausubel.** Revista Ciências e Ideias, v.1, n.1, outubro/março 2009-2010.

GÓMEZ, Angel I. Perez. **Educação na era digital: a escola educativa.** PortoAlegre: Penso, 2015.

GOMES, Luciana Maria de Jesus Baptista; DIONYSIO, Luis Gustavo Magro; MESSEDER, Jorge Cardoso. **Análise de rótulos de produtos domissanitários como forma de discutir a química no cotidiano dos estudantes.** Ciencia-Tecnología-Sociedad, Universidad Nacional Autónoma de México, 2015. Disponível em <<http://www.scielo.org.mx/pdf/eq/v26n1/v26n1a4.pdf>> Acessado em: 13 out. 2020.

GUARIEIRO, Lilian; VASCONCELLOS, Pérola; SOLCI, Maria Cristina. **Poluentes atmosféricos provenientes da queima de combustíveis fósseis e biocombustíveis: uma breve revisão.** Revista Virtual Química, v.3, n. 5, p. 434 – 445, 2011.

GUIMARÃES, S. E. R.; BORUCHOVITCH, E. **O estilo motivacional do professor e a motivação intrínseca dos estudantes: uma perspectiva da teoria da autodeterminação.** Psicologia: Reflexão e Crítica, v.17, n.2, p.143- 150, 2004.

HOFFMANN, Jussara; **Avaliação mediadora: uma prática em construção da pré-escola à universidade.** 34 ed. – Porto Alegre: Mediação, 2018.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Indicadores de Desenvolvimento Sustentável.** Rio de Janeiro – RJ, 2015. 352 p.(Estudos e pesquisas. Informação geográfica, n.10).

KRUGER, Verno; LOPES, Cesar Valmor Machado; **Propostas para o ensino de química: águas.** Porto Alegre: UFRGS, 1997.

LAVILLE, Christian; DIONNE, Jean. **A construção do saber**. Belo Horizonte: UFMG, 340 p., 1999.

LEITE, Rosana Franzen; RODRIGUES, Maria Aparecida; **Educação Ambiental: reflexões sobre a prática de um grupo de professores de química**. Revista Ciência e Educação, v. 17, n. 1, p. 145-161, 2011.

LEITE, Rosana Franzen. **Educação Ambiental e Ensino de Química: o que dizem os professores**. In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. Atas do evento, IX ENPEC, Águas de Lindóia- SP, 2013.

LENZI, Ervim; FAVERO, Luzia Otilia Bortotti; **Introdução à Química da atmosfera: ciência, vida e sobrevivência**. Rio de Janeiro: LTC, 2014.

LOBATO, Anderson Cezar *et al.* **Dirigindo o olhar para o efeito estufa nos livros didáticos de ensino médio: é simples entender esse fenômeno?** Revista Ensaio. Belo Horizonte, v.11, n.01, p.07-24, jan-jun, 2009.

LUDKE, Menga; ANDRÉ, Marli. **Pesquisa em educação: abordagens qualitativas**. São Paulo-SP: EPU – Editora Pedagógica e Universitária, 1986.

MARTINS, C. R. et al. **Ciclos globais de carbono, nitrogênio e enxofre**. Cadernos Temáticos de Química Nova na Escola, n. 5, p. 28-41, 2003.

MARTINS, L. C. et al. **Poluição atmosférica e atendimentos por pneumonia e gripe em São Paulo, Brasil**. Revista de Saúde Pública, v.36, n.1, p.88-94. 2002.

MARTINS, C. R; ANDRADE, J. B. **Química atmosférica do enxofre (IV): emissões, reações em fase aquosa e impacto ambiental**. Revista Química Nova, v.25, n.2, Abril/Maio, São Paulo - SP, 2002.

MATEUS, Alfredo Luis Martins Lameirão; MACHADO, Andréa Horta; BRASILEIRO, Lilian Borges; **Articulação de Conceitos Químicos em Um Contexto Ambiental por Meio do Estudo do Ciclo de Vida de Produtos**. Revista Química Nova na Escola, v. 31, n. 4, p.231-234, novembro, São Paulo-SP, 2009.

MAULINI, Oliver. **Qui a eu cette idée folle Um jour d'inventer [lès notes à l'école**. Retrieved November, v.5, p.2003, 1996.

MEDEIROS, S. B; **Química Ambiental**. 3 ed. Revista e ampliada. Recife, 2005.

MIRLEAN, Nicolai; VANZ, Argeu; BAISCH, Paulo. **Níveis e origens da acidificação das chuvas na região do Rio Grande, RS**. Revista Química Nova. v.23 n.5, p. 590 – 593, São Paulo set./out. 2000.

MMA, **Ministério do Meio Ambiente**, Brasília. Disponível em: < <https://www.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/qualidade-do-ar/poluentes-atmosf%C3%A9ricos.html> > Acessado em 14 out. 2020.

MÓL, Gerson de Souza; SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos. (Coordenadores) **Química e Sociedade**. São Paulo-SP: Nova Geração, 2005.

MORAES, Luiza Dumont de Miranda; CARVALHO, Regina Simplício; NEVES, Álvaro José Magalhães. O PeerInstruction como proposta de metodologia ativa no ensino de química. **The Journal of Engineering and Exact Sciences**, v. 2, n. 3, p. 107-131, 2016.

MORAN, José Manoel. **O vídeo na sala de aula**. In Revista Comunicação & Educação. São Paulo, ECA-Ed. Moderna: p.27 - 35, jan./abr, 1995.

MOREIRA, Marco Antônio; MASINI, Elcie Salzano. **Aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel**. São Paulo: Ed. Moraes, 1982.

MOREIRA, Marcos Antônio. **Mapas conceituais e aprendizagem significativa**. Cadernos do Aplicação, v. 11, n. 2, p. 143-156, 1998.

MOREIRA, Marco Antonio; **Organizadores prévios e aprendizagem significativa**. Revista Chilena de Educación Científica, v. 7, n. 2 , p. 23-30, 2008.

MOZETO, Antonio; **Química atmosférica: a química sobre nossas cabeças**. Cadernos Temáticos de Química Nova na Escola, edição especial, p. 41 – 49, maio, 2001.

NASCIMENTO, Tatiana Galieta; LINSINGEN, Irlan Von; **Articulações entre o enfoque CTS e a pedagogia de Paulo Freire como base para o ensino de ciências**. Rev. Convergencia, Toluca-México, Universidad Autónoma Del Estado de México, v.13, n.42, p. 95- 116, set/dez. 2006.

NETO, José Augusto da Silva Pontes; **Teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel: perguntas e respostas**. Periódico do Mestrado em Educação da UCDB. Campo Grande-MS, n. 21, p.117-130, jan./jun. 2006.

OLIVEIRA, Paulo Roberto Silva de. **A Construção Social do Conhecimento no Ensino-Aprendizagem de Química**. In Atas do IV Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC), Bauru, SP, 2003.

OLIVEIRA, Rafael da Silva; GOMES, Elisa Silva; AFONSO, Júlio Carlos; **O Lixo Eletroeletrônico: Uma Abordagem para o Ensino Fundamental e Médio**. Revista Química Nova na Escola, v. 32, n. 4, p. 240-248, novembro, São Paulo-SP, 2010.

PAIVA, Marlla Rúbya Ferreira *et al.* **Metodologias ativas de ensino-aprendizagem: revisão integrativa**. Revista Sanare, v.15, n.02, p.145-153, Jun./Dez. 2016.

PAJARES, Frank; SCHUNK, Dale H. Self-beliefs and school success: Self-efficacy, self-concept, and school achievement. **Perception**, v. 11, p. 239-266, 2001.

PEREIRA, Eliana Alves *et al.* A contribuição de John Dewey para a educação. **Revista Eletrônica de Educação**, v. 3, n. 1, p. 154-161, 2009.

PERUCH, Maria da Glória Buglione; **Mecanismo da redução de SO₂ utilizando carvão vegetal atividade e grafite**. Curso de Pós-Graduação em Química. Centro de Ciências Físicas e Matemáticas – CFM, Universidade Federal de Santa Catarina. UFSC. Florianópolis, SC. 2002

POLETTTO, Rodrigo de Souza; ASANO, Juliete Gomes Pós. **Educação ambiental: em busca de uma sociedade sustentável, e os desafios encontrados nas escolas.** Revista Caderno Pedagógico - Univates, Lajeado-RS, v. 14 n.1, p. 92–102, 2017.

POTT, Crisla Maciel; ESTRELA, Carina Costa. **Histórico ambiental: desastres ambientais e o despertar de um novo pensamento.** Revista Estudos Avançados, v.31, n.89 Jan./Apr, São Paulo-SP, 2017.

POZO, Juan Ignacio. **Aprendizes e mestres: a nova cultura da aprendizagem.** Porto Alegre: Artmed, 2002.

PRODANOV, Cleber Cristiano; FREITAS, Ernani Cezar de; **Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico.** 2ª Edição. Novo Hamburgo-RS: Editora Feevale, 2013.

PRSYBYCIEM, Moisés Marques. **A experimentação investigativa em um enfoque CTS no ensino das funções químicas inorgânicas ácidos e óxidos na temática ambiental.** 2015. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Tecnologia). Mestrado em Ensino de Ciências e Tecnologia, Universidade Tecnológica do Paraná. Ponto Grossa - PR, 2015.

RAUPP, Daniele Trajano. **Currículo por competências na educação superior.** 1. ed. São Bernardo do Campo: Editora Metodista, 2019. v. 50. p. 107.

REBELO, Bárbara Joana Rodrigues Lourenço de Almeida. **Visitas de Estudo: uma estratégia de aprendizagem.** 2014. Dissertação de Mestrado. Instituto de Educação. Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias. Lisboa, 2014.

RIBEIRO, Elaine Maria Figueiredo; MAIA, Juliana de Oliveira; WARTHA, Edson José; **As Questões Ambientais e a Química dos Sabões e Detergentes.** Revista Química Nova na Escola. v.32, n.3, agosto, São Paulo-SP, 2010.

ROSSETTI, Rolan Roney. **O ensino de química através de temas geradores ambientais.** O professor PDE e os desafios da escola pública paranaense, versão online, v.1, 2007.

ROCHA, Joselayne Silva; VASCONCELOS, Tatiana Cristina. **Dificuldades de aprendizagem no ensino de química: algumas reflexões.** XVIII Encontro Nacional de Ensino de Química (XVIII ENEQ) Florianópolis, SC, 2016.

ROCHA, Quézia *et al.* **Educação Ambiental nas aulas de química: a experiência de uma sequência didática sobre química verde.** X Congresso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias. 2017. Disponível em <https://ddd.uab.cat/pub/edlc/edlc_a2017nEXTRA/85_-_Educacao_Ambiental_nas_Aulas_de_Quimica.pdf> Acessado em: 13 out. 2020.

RODRIGUES, Lilian *et al.* **Metodologias ativas: sala de aula invertida – um novo jeito de aprender.** Revista Mundi Engenharia, Tecnologia e Gestão (ISSN: 2525-4782), v. 4, n. 1, 2019.

SANTOS, Aldenor Gomes; NETO, Astério Ribeiro Pessoa; FRAGOSO, Heitor Cordeiro. **Método das aulas dinâmicas: uma aplicação no ensino de química/Dynamic class method: an applied in chemistry teaching.** Brazilian Applied Science Review, v. 3, n. 1, p. 529-538, 2018.

SANTOS, Anderson Oliveira et al. **Dificuldades e motivações de aprendizagem em Química de alunos do ensino médio investigadas em ações do (PIBID/UFS/Química).** Scientia plena, v. 9, n. 7 (b), 2013.

SANTOS, Diego Marlon; NAGASHIMA, Lucila Akiko. **Potencialidades das atividades experimentais no ensino de química.** Revista de Ensino de Ciências e Matemática, v. 8, n. 3, p. 94-108, 2017.

SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos; MORTIMER, Eduardo Fleury. **Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem CTS (Ciência-Tecnologia-Sociedade) no contexto da educação brasileira.** Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte), v. 2, n. 2, p. 110-132, 2000.

SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos; MORTIMER, Eduardo Fleury. **Tomada de decisão para ação social responsável no ensino de ciências.** Ciência & Educação (Bauru), v. 7, n. 1, p. 95-111, 2001.

SEEG. **Emissões dos setores de energia, processos industriais e uso de produtos.** Disponível em: <<http://energiaeambiente.org.br/wp-content/uploads/2018/01/Emissoes-dos-Setores-de-Energia-e-Processos-Industrias-Documento-de-Analise-2018.pdf>>. Acesso em 13 out. 2020

SEVERO, Ivan Rodrigues Maranhão; KASSEBOEHMER, Ana Cláudia. **Estudo do perfil motivacional de estudantes da educação básica na disciplina de Química.** Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias, v. 16, n. 1, p. 94-116, 2017.

SILVA, Cristina Neves da. **Ensinando a química do efeito estufa no Ensino Médio: possibilidades e desafios.** Revista Química Nova na Escola. v.31, n.4 , nov, 2009.

SILVA, Erivanildo Lopes; MARCONDES, Maria Eunice Ribeiro; **Visões de contextualização de professores de química na elaboração de seus próprios materiais didáticos.** Revista Ensaio, v.12, n.01, p.101-118, jan-abr, Belo Horizonte - MG, 2010.

SILVA, Erivanildo Lopes da; **Contextualização no ensino de química: idéias e proposições de um grupo de professores.** Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) Instituto de Física, Instituto de Química, Instituto de Biociência, Faculdade de Educação. Universidade de São Paulo – USP, São Paulo 2007.

SILVA, Jocieli Aparecida; GRZEBIELUKA, Douglas; **Educação Ambiental na escola: do Projeto Político Pedagógico a prática docente.** Revista do Centro de Ciências Naturais e Exatas – UFSM, v. 14, n. 3, p. 76–101, set.-dez. Santa Maria – RS, 2015.

SILVA JUNIOR, Jorge Henrique *et al.*; **As Conferências Internacionais sobre Meio Ambiente e a RIO+20**. In: Congresso Norte Nordeste sobre pesquisa e Inovação – VII CONNEPI, 2012, Palmas – TO.

SITE EURONEWS; Imagem da reportagem: **Poluição atmosférica afeta 300 milhões de crianças no mundo**. Disponível em <<https://pt.euronews.com/2016/10/31/poluicao-atmosferica-afeta-300-milhes-de-criancas-no-mundo>>. Acessada em: 2 jul. 2019.

SITE CONHECIMENTO CIENTÍFICO; Disponível em: <<https://conhecimentocientifico.r7.com/o-que-e-a-chuva-acida/>> Acessado em: 14 out. 2020

SITE USP – Laboratório de Química Ambiental; **Poluição atmosférica e a chuva ácida**. Disponível em <http://www.usp.br/qambiental/chuva_acidafront.html>. Acessado em: 14 out. 2020.

SUART, Rita de Cássia. **Habilidades cognitivas manifestadas por alunos do ensino médio de química em atividades experimentais investigativas**. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências. Universidade de São Paulo - USP, 2008.

TEIXEIRA, Leonardo Henrique Oliveira. **A abordagem tradicional de ensino e suas repercussões sob a percepção de um aluno**. Revista Educação em Foco. Edição nº10, p.93-103, 2018.

VAREJÃO – SILVA, Mario Adelmo; **Meteorologia e Climatologia**. Versão digital 2. Recife-PE, março 2006.

VOSGERAU, Dilmeire Sant'Anna Ramos; ROMANOWSKI, Joana Paulin; **Estudos de revisão: implicações conceituais e metodológicas**. Revista Diálogo Educacional. Curitiba, v. 14, n. 41, p. 165-189, jan./abr. 2014.

WARTHA, Edson José; SILVA, Erivanildo Lopes; BEJARANO, Nelson Rui Ribas; **Cotidiano e Contextualização no Ensino de Química**. Revista Química Nova na Escola. v.35, n.2, p. 84-91, maio, 2013.

WUILLDA, Aline *et al.* **Educação ambiental no Ensino de Química: Reciclagem de caixas Tetra Pak® na construção de uma tabela periódica interativa**. Revista Química Nova na Escola, v. 39, n. 3, p. 268-276, agosto, São Paulo-SP, 2017.

APÊNDICES

APÊNDICE A – Termo de autorização enviado para os pais dos alunos

**Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Instituto de Química – Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional –
PROFQUI**

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Caro aluno(a) e Prezados pais e responsáveis!

Seu filho está participando do estudo/pesquisa intitulado “Utilização da Unidade Temática: Poluição, um inimigo invisível”, conduzida por Gislaine Penha Rossetto, professora de química da escola São Tiago. Este estudo tem por objetivo verificar as contribuições da utilização de uma unidade temática como ferramenta no ensino de química.

Essa unidade está sendo aplicada no contraturno escolar, a qual seu filho participa nas quintas-feiras. Por isso, ressalto, o aluno não precisará comparecer a escola fora do seu horário escolar, a unidade temática está sendo aplicada dentro da carga horária anual. Sua participação nessa pesquisa consistirá em responder dois questionários, sendo um antes do início das aulas e um ao final da aplicação da unidade, bem como participação das atividades propostas em sala de aula. Os resultados deste estudo poderão ser utilizados para produção e publicação de textos de caráter científico, pois estes dados farão parte da dissertação de mestrado.

Em hipótese alguma a nota da disciplina dependerá das respostas dos questionários, mas somente da participação e envolvimento nas demais atividades. Destaco que a participação e declaração de cada participante será tratada de forma confidencial. A apresentação dos resultados será feita de maneira a não permitir a identificação das pessoas envolvidas, conforme o Comitê de Ética da Instituição. Se você autoriza que os dados coletados do seu filho sejam utilizados nesse estudo, por favor, assine no local indicado abaixo. Caso queira esclarecer dúvidas posteriores quanto a pesquisa desenvolvida, pode entrar em contato através do e-mail gisa.quimica@gmail.com. Desde já, agradeço a sua atenção e contribuição valiosa.

DECLARAÇÃO

Eu _____
_____ responsável _____ pelo
aluno(a) _____ declaro que
fui esclarecido(a) sobre os objetivos e justificativas deste estudo de forma clara e
detalhada e que concordo em participar desta pesquisa.

Farroupilha, ____ de _____ de 2019.

Assinatura do(a) responsável: _____

Assinatura do(a) pesquisador(a): _____

APÊNDICE B – Questionário aplicado com os professores

Questionário

1- Qual o grau de importância você daria para o trabalho de temas ambientais na sala de aula?

- () Muito importante
 () Importante
 () Pouco importante
 () Nada importante
 () Não sei opinar

2- Você acredita que a abordagem de temas ambientais na escola pode contribuir para uma mudança nas atitudes dos alunos?

- () Contribui muito
 () Contribui
 () Contribui pouco
 () Não contribui em nada
 () Não estou certo(a) sobre isso

3- Nos livros didáticos de química recomendados pelo MEC, você percebe a inserção de questões ambientais?

- () Não
 () Sim
 () Sim, mas muito pouco

3.1- Caso a resposta da questão acima seja “sim”, ou “sim, mas muito pouco”, quais os temas que esses livros normalmente abordam.

- () Camada de ozônio
 () Efeito estufa
 () Aquecimento global
 () Chuva ácida
 () Lixo
 () Poluição
 () Outros _____

4- Na sua opinião, qual o nível de profundidade que os livros didáticos abordam esse tema?

- () Muito superficial
 () Superficial
 () Aprofundado
 () Muito aprofundado
 () Não sei dizer

5- Nas suas aulas, você trabalha a Química voltada ao meio ambiente?

- () Não
 () Sim
 () Sim, mas muito pouco

5.1- Caso a resposta anterior seja afirmativa, como você faz esse enfoque?

- () Trabalho de pesquisa
 () Projetos de pesquisa
 () Durante suas explicações sobre o conteúdo, você contextualiza trazendo um enfoque ambiental

- () Nos exercícios trabalhados em aula
 () Discussões de textos ou reportagens
 () Trabalho os conteúdos de química sempre com esse enfoque, não vejo uma distinção entre química e meio ambiente
 () Outra maneira _____

6- Quais os conteúdos você contextualiza com a questão ambiental?

- () Não contextualizo
 () Matéria e energia
 () Tabela periódica
 () Ligações químicas
 () Funções inorgânicas
 () Cálculos químicos
 () Termoquímica
 () Cinética química
 () Equilíbrio químico
 () Eletroquímica
 () Funções orgânicas
 () Reações orgânicas
 () Outros conteúdos _____

7- Qual o nível de profundidade que você aborda a química ambiental nas suas aulas?

- () Muito superficial
 () Superficial
 () Mediano
 () Aprofundado
 () Muito aprofundado
 () Não abordo

8- Você acredita que poderia proporcionar mais momentos de discussão em sala de aula sobre temas ambientais?

- () Sim
 () Não

8.1- Caso a resposta anterior seja afirmativa, qual a dificuldade enfrentada para tal ação.

- () Falta de tempo para o preparo das aulas com esse enfoque, pois necessitaria de estudo e uma maior dedicação.
 () Falta de material de apoio, pois o pouco que é trabalhado nos livros didáticos é de forma superficial ou entediante para os alunos.
 () Falta de material de apoio, pois não encontro material que tenha conteúdo de química relacionado a problemas ou questões ambientais.
 () Falta de tempo, pois o plano de estudo de química é grande e para “vencer” todos os conteúdos não posso disponibilizar tempo para essas abordagens.
 () Falta de aprofundamento e conhecimento sobre a química ambiental
 () Outra _____

9- Como a minha pesquisa poderia lhe auxiliar a inserir e discutir problemas e questões ambientais em suas aulas de química (Sugestões)

Muito obrigada por sua participação!

APÊNDICE C – Carta de apresentação e termo de consentimento dos professores



CARTA DE APRESENTAÇÃO

Prezado(a) Professor(a),

Meu nome é Gislaine Penha Rossetto e sou aluna do Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional- Profqui pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) e professora de Química da Rede Estadual de Ensino. Atualmente, estou reunindo participantes para uma pesquisa que tem o objetivo de analisar como a Química Ambiental vem sendo trabalhada na Educação Básica, com o propósito de, futuramente, criar materiais de apoio que auxiliem os professores a abordar temas ambientais nas suas aulas.

O questionário em anexo é parte da minha dissertação de mestrado e suas respostas são muito importantes nessa fase inicial do projeto, pois os dados coletados nessa pesquisa serão transformados em questões norteadoras no desenvolvimento dos materiais de apoio citados anteriormente. O objetivo do questionário, não é em momento algum, testar o conhecimento dos participantes em relação a Química Ambiental. Desejo apenas, contribuir com a inserção de debates e abordagens de temas ambientais em nossas aulas de química. Pois, acredito na importância do desenvolvimento de uma sociedade mais sustentável e responsável ambientalmente.

Destaco que a declaração de cada participante será tratada de forma confidencial. A apresentação dos resultados será feita de maneira a não permitir a identificação das pessoas envolvidas, conforme o Comitê de Ética da Instituição. Se você tiver o interesse de participar dessa pesquisa, de forma voluntária, anônima e sem ônus, por favor, responda ao questionário em anexo. Caso queira esclarecer dúvidas posteriores quanto a pesquisa desenvolvida, pode entrar em contato através do e-mail gisa.quimica@gmail.com.

Desde já, agradeço a sua atenção e contribuição valiosa. Atenciosamente,

Gislaine Penha Rossetto
Orientadores: Dr. José Ribeiro Gregório e Dra. Daniele Trajano Raupp

Concordo em participar voluntariamente da pesquisa

Assinatura do entrevistado

APÊNDICE D – Questionário inicial realizado com os alunos

1- Qual o grau de importância você daria para o trabalho de temas ambientais na sala de aula?

- Muito importante
 Importante
 Pouco importante
 Nada importante
 Não sei opinar

2- Você acredita que a abordagem de temas ambientais na escola pode contribuir para uma mudança nas atitudes dos alunos?

- Contribui muito
 Contribui
 Contribui pouco
 Não contribui em nada
 Não estou certo(a) sobre isso

3- Nos livros didáticos de Química, você percebe a inserção de questões ambientais?

- Sim
 Não
 Sim, mas muito pouco

4- Quais dos assuntos abaixo você estudou durante sua formação na educação básica?

- Camada de ozônio
 Efeito estufa
 Aquecimento global
 Chuva ácida
 Lixo
 Poluição
 Outros _____

5- Em qual (ou quais) disciplina(s) você estudou os assuntos da questão anterior?

6- Você possui cuidados ou preocupações no ambiente de trabalho e/ou estudo em relação ao meio ambiente? Cite algum.

7- Onde você costuma ouvir/ler sobre questões ambientais:

- Televisão () Jornais ou revistas
 Escola () Outros _____

8- Quais as expectativas com relação as atividades que serão desenvolvidas durante a Unidade Temática?

9- Baseado nos conhecimentos construídos ao longo da sua formação, defina cada fenômeno abaixo:

a) Camada de ozônio

b) Efeito estufa

c) Aquecimento global

d) Chuva ácida

e) Lixo

f) Poluição

Muito obrigada por sua participação!

APÊNDICE E – Carta de apresentação entregue para os alunos**CARTA DE APRESENTAÇÃO**

Porto Alegre, Julho de 2019

Prezado(a) Aluno(a),

Meu nome é Gislaine Penha Rossetto e sou aluna do Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional- Profqui pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) e professora de Química da Rede Estadual de Ensino.

Atualmente, estou reunindo participantes para uma pesquisa que tem o objetivo de analisar como a Química Ambiental vem sendo trabalhada na Educação Básica, com o propósito de, futuramente, criar materiais de apoio que auxiliem os professores a abordar temas ambientais nas suas aulas.

O questionário em anexo é parte da minha dissertação de mestrado e suas respostas são muito importantes nessa fase inicial do projeto, pois os dados coletados nessa pesquisa serão transformados em questões norteadoras no desenvolvimento dos materiais de apoio citados anteriormente.

Destaco que a declaração de cada participante será tratada de forma confidencial. A apresentação dos resultados será feita de maneira a não permitir a identificação das pessoas envolvidas, conforme o Comitê de Ética da Instituição.

Se você tiver o interesse de participar dessa pesquisa, de forma voluntária, anônima e sem ônus, por favor, responda ao questionário em anexo. Caso queira esclarecer dúvidas posteriores quanto a pesquisa desenvolvida, pode entrar em contato através do e-mail gisa.quimica@gmail.com

Desde já, agradeço a sua atenção e contribuição valiosa. Atenciosamente,

Gislaine Penha Rossetto

Orientadores: Prof. Dr. José Ribeiro Gregório e Prof. Dra. Daniele Trajano Raupp

APÊNDICE F– Questionário final aplicado com os alunos**Colégio Estadual São Tiago****Questionário final – Unidade temática****PARTE 1**

- 1- Qual a sua visão sobre a abordagem de temas ambientais nas aulas de química? Ocorreu uma mudança desta sua visão após participar da unidade temática “Poluição: um inimigo invisível”?**

- 2- O que você achou da aplicação da unidade temática? Você já tinha participado de atividades semelhantes a essa? Quais?**

- 3- Quais eram suas expectativas com relação as aulas que foram aplicadas na unidade temática? Suas expectativas foram alcançadas?**

- 4- Quais das atividades utilizadas durante a aplicação da unidade temática você acredita que mais contribuiu para o seu aprendizado em Química? Explique por quê.**

- 5- Você prefere que as aulas sejam através de temas, como foi essa unidade, ou aula tradicional.**

- 6- O que você mudaria nestas aulas? Aponte algumas sugestões para a melhoria da unidade.**

PARTE 2

7- Assinale uma alternativa sobre as atividades realizadas abaixo.

a) **Gostei e aprendi com a atividade: vídeo “Você já pensou na nossa atmosfera hoje?”.**

Concordo fortemente Concordo Indiferente Discordo Discordo fortemente

b) **Gostei e aprendi com a atividade: experimentos “Balão que murcha e enche sozinho” e “Garrafa que engole o ovo”.**



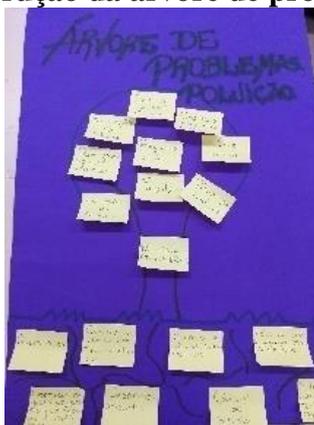
Concordo fortemente Concordo Indiferente Discordo Discordo fortemente

c) **Gostei e aprendi com a atividade: construção do mural de fatos e notícias.**



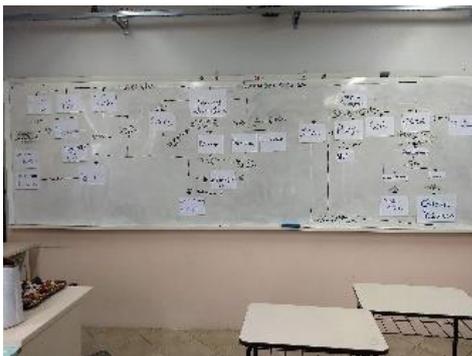
Concordo fortemente Concordo Indiferente Discordo Discordo fortemente

d) **Gostei e aprendi com a atividade: construção da árvore de problemas.**

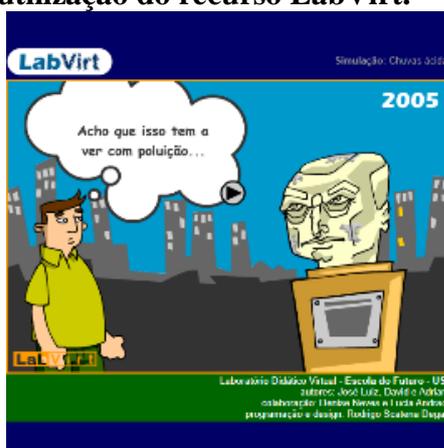


Concordo fortemente Concordo Indiferente Discordo Discordo fortemente

e) **Gostei e aprendi com a atividade: construção de um mapa conceitual sobre poluição e funções inorgânicas.**



() Concordo fortemente () Concordo () Indiferente () Discordo () Discordo fortemente
f) Gostei e aprendi com a atividade: utilização do recurso LabVirt.



() Concordo fortemente () Concordo () Indiferente () Discordo () Discordo fortemente
g) Gostei e aprendi com a atividade: visitação à empresa Tondo embalagens.



() Concordo fortemente () Concordo () Indiferente () Discordo () Discordo fortemente

h) Gostei e aprendi com a atividade: construção de um infográfico sobre poluição.



() Concordo fortemente () Concordo () Indiferente () Discordo () Discordo fortemente

Muito obrigada pela participação e contribuição!
Um abraço com carinho!
Prof. Gislaine

APÊNDICE G – Produto Educacional

Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Programa de Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional
PROFQUI

UNIDADE TEMÁTICA



Fonte: Site Veja/Abril, 2013⁶

POLUIÇÃO ATMOSFÉRICA: Um inimigo invisível

Gislaine Penha Rossetto

⁶ Disponível em <<https://veja.abril.com.br/saude/poluicao-do-ar-pode-aumentar-risco-de-insuficiencia-cardiaca-e-cancer-de-pulmao/>> Acessado em: 13/04/2020

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Variação de temperatura e pressão entre as camadas da atmosfera terrestre.....	11
Figura 2. Poluição atmosférica afeta 300 milhões de crianças no mundo.....	19
Figura 3. Modelo para demonstrar o efeito estufa.....	26
Figura 4. Formação da chuva ácida.....	34

LISTA DE QUADROS

Quadro 1. Principais poluentes, fontes de emissão e efeitos.....	20
Quadro 2. Algumas reações de formação da chuva ácida.....	35

LISTA DE ESQUEMAS

Esquema 1. Reação de formação do ácido carbônico.....	33
Esquema 2. Ionização do ácido carbônico com formação do ânion bicarbonato.....	33

SUMÁRIO

1-INTRODUÇÃO: uma abordagem para o professor	6
2-AULA 1 – Avaliação diagnóstica e apresentação da temática	6
2.1-Objetivos que se pretende alcançar com a aula.....	6
2.2 Recurso didático.....	6
2.3 Cronograma.....	6
2.4 Na sala de aula.....	6
2.5 Aprofundamento teórico.....	10
2.6Atividades experimentais.....	13
3- AULA 2- Poluição um problema real	17
3.1 Objetivos que se pretende alcançar com a aula.....	17
3.2 Recurso didático.....	17
3.3 Cronograma.....	17
3.4 Na sala de aula.....	17
4- AULA 3 –Aprofundando a química da poluição	19
4.1 Objetivos que se pretende alcançar com a aula.....	19
4.2 Recurso didático.....	19
4.3 Cronograma.....	19
4.4Na sala de aula.....	19
4.5 Aprofundamento teórico.....	21

5- AULA 4 – Construção de mapa conceitual.....	29
5.1 Objetivos que se pretende alcançar com a aula.....	29
5.2 Recurso didático.....	29
5.3 Cronograma.....	29
5.4 Na sala de aula.....	29
6- AULA 5 – Chuva ácida.....	31
6.1Objetivos que se pretende alcançar com a aula.....	31
6.2 Recurso didático.....	31
6.3 Cronograma.....	31
6.4 Na sala de aula.....	31
6.5 Aprofundamento teórico.....	33
7- AULA 6 – Visita.....	38
7.1 Objetivos que se pretende alcançar com a aula.....	38
7.2 Cronograma.....	38
7.3 Na sala de aula – visitaçã.....	38
8- AULA 7 – Compartilhando o que aprendemos.....	39
8.1 Objetivos que se pretende alcançar com a aula.....	39
8.2 Recurso didático.....	39
8.3 Cronograma.....	39
8.4 Na sala de aula.....	39

9- AULA 8 – Finalização da Unidade Temática	41
9.1 Objetivos que se pretende alcançar com a aula.....	41
9.2 Recurso didático.....	41
9.3 Cronograma	41
9.4 Na sala de aula	41
10- AVALIAÇÃO	42
11- CONCLUSÃO	44
REFERÊNCIAS	45
MATERIAL DE APOIO	48
Material de apoio 1– Questionário avaliação diagnóstica.....	48
Material de apoio 2- Slides da aula 1.....	49
Material de apoio 3– Roteiro dos experimentos.....	54
Material de apoio 4 – Sugestões de notícias.....	56
Material de apoio 5 – Slides aula 3.....	68
Material de apoio 6 – Slides aula 4.....	83
Material de apoio 7 – Questionário final.....	86
Material de apoio 8 – Lista de exercícios de revisão.....	88

1-INTRODUÇÃO: uma abordagem para o professor

A educação não pode ser vista apenas como a instrução e aprendizagem de conteúdos que, muitas vezes, não fazem sentido para o aluno. É preciso que ela seja vista como uma formação para autonomia crítica e criativa do estudante. Nesse sentido, essa unidade temática é um material de apoio para você, professor, que pretende estimular o exercício pleno da cidadania através do estudo da Química Ambiental.

O tema poluição permite ao aluno conhecer e entender as transformações que ocorrem em seu meio, desenvolvendo o senso crítico da necessidade da conservação e a preservação do meio ambiente, bem como, seu papel e responsabilidade diante de problemas ambientais. Diante disso, se vê a importância de serem trabalhadas questões ambientais na educação básica, pois como queremos desenvolver uma sociedade mais sustentável e responsável ambientalmente, se isso não é discutido e problematizado na escola?

Com isso, a Unidade Temática construída, trabalha a química ambiental com foco na poluição atmosférica e na sua relação direta com os conteúdos de química, viabilizando ao aluno uma motivação maior para a aprendizagem. Além de estabelecer intrínseca relação entre conteúdo químico e contexto do aluno, as atividades propostas podem ser realizadas com materiais de fácil disponibilidade e com foco em estratégias pedagógicas para promoção do aprendizado ativo, visando um maior engajamento dos alunos.

A operacionalização das atividades foi realizada colocando o aluno numa postura investigativa e responsável pela própria construção do seu conhecimento. O produto educacional consiste numa Unidade Temática com o tema gerador “Poluição atmosférica: um inimigo invisível” e foi organizada em oito etapas interdependentes sendo que cada etapa pode ser trabalhada em 2h-aula.

O produto educacional construído através desse trabalho é recomendado para alunos do 1º ano do Ensino Médio. O tempo previsto para a conclusão da Unidade Temática é de 16h/aula. Mas cabe a você decidir, de acordo com os seus objetivos e com o tempo disponível, qual(is) atividade(s) serão desenvolvidas pois, as atividades apresentadas nessa unidade, podem ser aplicadas separadamente. Os conteúdos químicos que poderão ser trabalhados através da Unidade Temática “Poluição: um inimigo invisível” são os estados físicos da matéria,

propriedades físicas da matéria; forças intermoleculares, reações de neutralização, gases, porém a ênfase é dada ao conteúdo de funções inorgânicas. No decorrer das atividades, são sugerido materiais de apoio, os quais são disponibilizados no final da unidade temática, ou se você preferir pode acessar através do link <https://bit.ly/33F3gZX> o repositório criado no Google Drive com todos esses materiais.

Para finalizar, espera-se que esse trabalho te auxilie durante o planejamento e execução das suas aulas. Esperamos também que através do desenvolvimento dessa unidade temática e dos momentos de reflexão proporcionados durante as aulas, que o seu aluno, além de perceber a química aplicada ao seu cotidiano, possa compreender nossa responsabilidade de cuidar e preservar o meio ambiente.

2-AULA 1 – Avaliação diagnóstica e apresentação da temática

2.1-Objetivos que se pretende alcançar com a aula

- ❖ Conhecer a concepção prévia dos alunos com relação a temas ambientais que serão trabalhados no decorrer da unidade;
- ❖ Perceber a importância da atmosfera para a manutenção da vida na terra;
- ❖ Conhecer a divisão da atmosfera terrestre e as suas implicações químicas;
- ❖ Compreender a organização das moléculas nos diferentes estados físicos, as forças intermoleculares;
- ❖ Compreender as propriedades físicas da matéria aplicadas à temática atmosfera;
- ❖ Aplicar algumas propriedades dos gases à temática atmosfera;

2.2 Recurso didático

- ❖ Data show;
- ❖ Computador;
- ❖ Laboratório de ciências ou sala de aula com espaço amplo.

2.3 Cronograma

- ❖ Aplicação do questionário (Material de apoio 1);
- ❖ Apresentação do tema "poluição" para os alunos (sugestão de slides no Apêndice B);
- ❖ Vídeo "Você já pensou na nossa atmosfera hoje?";
- ❖ Discussão da importância para a vida e a composição química da atmosfera;
- ❖ Discussão sobre algumas propriedades químicas dos gases aplicadas no estudo da atmosfera;
- ❖ Atividades experimentais.

2.4 Na sala de aula

Professor, nesse primeiro momento, apresente para aos alunos a unidade que você aplicará a partir de agora, mostre o tema e as atividades que serão desenvolvidas nas próximas aulas. O importante nesse momento não é explicar ou discutir sobre poluição, mas apresentar a unidade e criar expectativas nos alunos. Ressalte que durante as próximas aulas os alunos poderão compreender e

contribuir, através de atitudes transformadoras, a amenizar os problemas ambientais que existem na sua região e no mundo.

Após a apresentação da unidade, você pode aplicar o questionário (Material de apoio 1) com o objetivo de verificar os conhecimentos que os alunos possuem sobre a temática da unidade. Para iniciar a discussão, assista o vídeo com os alunos através do link <https://www.youtube.com/watch?v=ALDzZc53bkM&t=131s>. Nesse vídeo, são demonstradas, de forma didática e ilustrativa, as consequências da poluição atmosférica para o ambiente como um todo. Solicite aos alunos que durante a execução do vídeo eles anotem os principais pontos e o que eles identificaram como interessante e novo. Depois, discuta sobre as anotações e mostre interesse nos posicionamentos feitos. Nesse momento, escute, para que durante o desenvolvimento da unidade você consiga focar e trabalhar, a partir das dúvidas, curiosidades e equívocos levantados nessa primeira etapa, tanto através do questionário como na discussão sobre o vídeo.

Com isso, você pode começar a trabalhar sobre a atmosfera. Inicie esse momento, com o seguinte questionamento: O que é atmosfera terrestre? Não sinto nada sobre minha cabeça, então, será que ela realmente existe? Se ela existe, será que tem massa? E se tem massa, por que não morremos com o peso dela sobre nós? Coloque as palavras atmosfera terrestre no centro do quadro, e comece fazendo os questionamentos citados acima. Vá colocando no quadro todas as ideias dos alunos, mesmo que sejam absurdas ou sem fundamentos. Permita que eles discutam entre si, mas não explique ou diga o que está ou não certo. Após essa discussão inicial, utilize o texto a seguir como recurso para aprofundamento no tema, e posteriormente a apresentação dos conteúdos aos alunos: composição química da atmosfera, importância da atmosfera e propriedades dos gases. Para isso, você pode utilizar slides com imagens e animações, de forma atrativa e cativante (Material de apoio 2).

Professor, caso julgue importante e interessante, você pode trabalhar mais detalhadamente os conceitos de organização das moléculas nos diferentes estados físicos, forças intermoleculares, energia cinética, propriedades dos gases, densidade, camadas da atmosfera (suas características e composição), através de algumas sugestões de experimentos que podem ser trabalhados para o

aprofundamento desses conceitos. Aconselha-se que cada experimento seja realizado por um grupo de até 5 alunos (Material de apoio 3).

No final solicite para a próxima aula que os alunos tragam notícias sobre poluição (ou você pode utilizar as sugestões de notícias do material de apoio 4), mas peça que sejam notícias atuais e de preferência notícias da sua região. Solicite também que os alunos leiam essa notícia em casa e retirem dela os pontos importantes, interessantes ou até mesmo suas dúvidas.

2.5 Aprofundamento teórico

A atmosfera terrestre é uma grande camada de gases que envolve a Terra, e traz para ela as condições ideais para que a vida se mantenha. Ela fornece tanto o oxigênio para a respiração animal, como também o dióxido de carbono utilizado pelas plantas no processo da fotossíntese. Outra grande importância é de servir como uma barreira que congela o vapor de água, formando cristais de gelo que caem novamente para a superfície, fazendo com que a quantidade de água não diminua no planeta (GIRARD, 2016).

A atmosfera também funciona como um “escudo protetor”, que impede as radiações cósmicas de alta energia de chegarem até a superfície terrestre. Além disso, ela modera o clima, impedindo que parte do calor seja disseminado para o espaço. Sem essa importante camada de gases, a Terra teria extremos de frio e de calor, impossibilitando haver vida como a conhecemos. A importância vital da atmosfera terrestre, também pode ser compreendida com o trecho abaixo:

A atmosfera terrestre deve ser vista como um grande ‘cobertor’ do planeta. Ela protege a Terra e todas as suas formas de vida de um ambiente muito hostil que é o espaço cósmico, que contém radiações extremamente energéticas. Ela também se constitui em um componente fundamental do Ciclo Hidrológico, pois age como um gigantesco condensador que transporta água dos oceanos aos continentes. A atmosfera tem também uma função vital de proteção da Terra, pois absorve a maior parte da radiação cósmica e eletromagnética do Sol: apenas a radiação na região de 300-2.500 nm (ultravioleta, a UV, visível infravermelha, a IV) e 0,01-40 m (ondas de rádio) é transmitida pela atmosfera e atinge nossas cabeças. Desta forma, é também essencial na manutenção do balanço de calor na Terra, absorvendo a radiação infravermelha emitida pelo sol e aquela reemitida pela Terra. Estabelecem-se assim condições para que não tenhamos as temperaturas extremas que existem em outros planetas e satélites que não têm atmosfera (MOZETO, 2001, p.42).

Os gases que formam a atmosfera não são perdidos para o espaço por causa da ação da gravidade. A composição química varia verticalmente de acordo com a

região da atmosfera (troposfera, estratosfera, mesosfera e termosfera), bem como a densidade, pressão e temperatura. No geral, os principais constituintes da atmosfera são nitrogênio (N_2), oxigênio (O_2), vapor d'água (H_2O), argônio (Ar) e dióxido de carbono (CO_2) (LENZI; FAVERO, 2014).

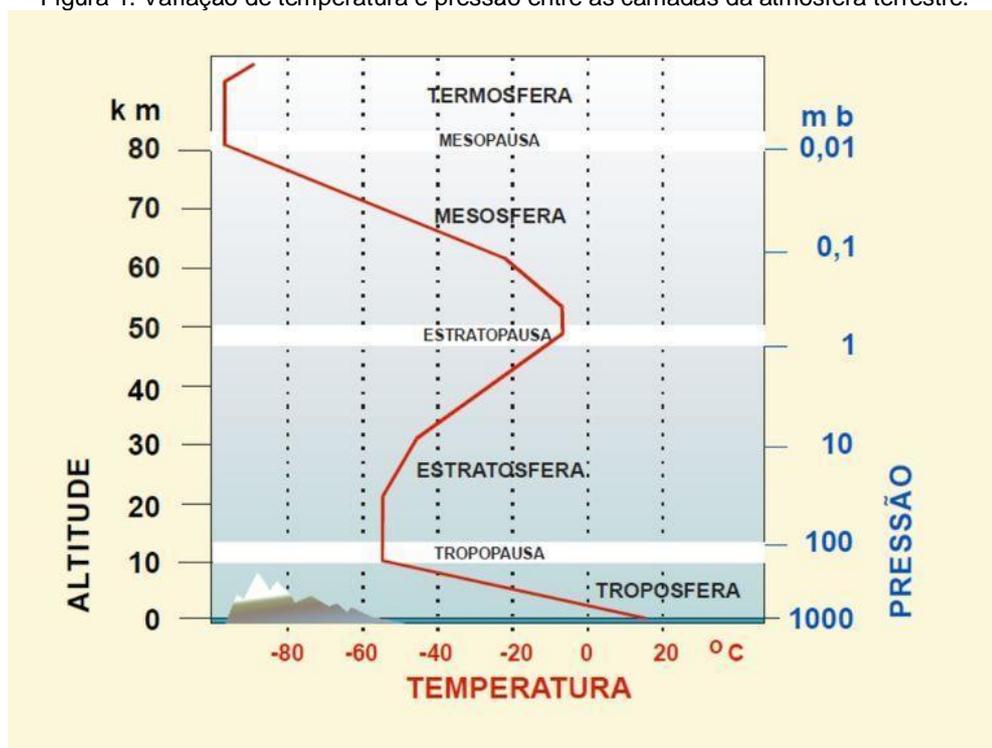
Em uma análise horizontal, a quantidade de água é variável na atmosfera terrestre, dependendo de fatores como a localização, porém a concentração dos demais gases é praticamente constante. Isso ocorre devido à grande movimentação horizontal do ar na troposfera. Evidentemente que essa constância na composição é considerando-se a ausência de poluição. Além desses constituintes gasosos e vapor d'água, a atmosfera possui partículas de diversos tamanhos, por exemplo, a poeira e os micro-organismos. De acordo com o tamanho, essas partículas podem ser classificadas como aerossóis (partículas pequenas) ou particulados (partículas maiores).

Partículas transportadas pelo ar variam em tamanho, desde aquelas que são visíveis, tais como poeira, até outras que podem ser vistas apenas com um microscópio de alta resolução. Partículas minúsculas, com diâmetros de menos de cerca de $10\mu m$, são denominados aerossóis; partículas maiores são chamadas de particulados (ou materiais particulados). Ambos os tipos de partículas podem ser líquidos ou sólidos (GIRARD, 2016, p. 32)

Muitas vezes, por não visualizarmos, um indivíduo poderia pensar que na atmosfera não tem “nada”, mas ela é constituída por gases, então ela é matéria. Por consequência, ocupa espaço e possui massa. Além disso, pode alterar seu volume (compressão ou expansão). Mesmo sem percebermos, os gases da atmosfera exercem pressão sobre as nossas cabeças: todos os seres vivos e tudo que está na superfície da terra está sujeito a essa pressão. Todos os seres vivos que habitam a superfície terrestre dependem da pressão atmosférica para se manterem vivos. Entende-se por pressão atmosférica “[...] como sendo o peso de ar ($O_{2(g)} + N_{2(g)} + CO_{2(g)} + H_2O_{(g)} + etc.$), isto é, a massa (m) do ar sob a ação da gravidade (γ), exercido verticalmente sobre a superfície de um corpo. (LENZI; FAVERO, 2014).

Com o aumento da altitude a pressão atmosférica diminui. Isso acontece, pois ao se distanciarmos da superfície terrestre, a gravidade vai se tornando menor, com isso, a quantidade de ar também diminui. Como a pressão atmosférica está ligada à massa de ar acima da região considerada, quando maior a altitude, menor a quantidade de ar, menor será a pressão também. Pode-se perceber a variação da pressão, bem como a da temperatura na Figura 1.

Figura 1. Variação de temperatura e pressão entre as camadas da atmosfera terrestre.



Fonte: VAREJÃO; 2006, p. 105.

2.6 Atividades experimentais

O primeiro experimento proposto trata sobre a diferença na espessura da troposfera nos polos e na região do equador. A troposfera é a camada mais próxima da superfície da terra, e mesmo sendo a camada mais fina, contém grande parte da massa de toda a atmosfera. É nessa região que acontecem grande parte dos fenômenos meteorológicos e o que caracteriza essa região é a mudança vertical da temperatura, a qual diminui com o aumento da altitude. Essa mudança de temperatura se dá, pois o sol, ao aquecer a superfície terrestre, aumenta a energia cinética das moléculas gasosas e isso acarreta no aumento do espaço ocupado (volume), diminuindo a densidade desses gases. Com isso, o ar quente sobe e o ar frio (mais denso) desce. Ao chegar no alto, as moléculas vão perdendo a energia cinética e o processo inverso volta a acontecer. Todo esse movimento de gases, chamado de convecção, permite que a energia térmica seja distribuída e também que possíveis gases poluentes sejam diluídos na troposfera.

A troposfera possui uma espessura de aproximadamente 11 km de altura nas regiões próximas a linha do equador e 8 km na região dos polos. Essa variação na espessura é devida à diferença de temperatura, nos polos ela é mais baixa e na

região tropical ela é mais alta. Como consequência disso, os gases ocupam um volume menor nos pólos e maior na região tropical. Para ilustrar esse fenômeno em sala de aula, o professor pode trabalhar com o experimento proposto abaixo, que é realizado com materiais de fácil disponibilidade, pois uma das dificuldades encontradas por professores e escolas na realização de atividades práticas é o difícil acesso a reagentes e vidrarias.

O título do experimento é *“Balão que murcha e enche sozinho”*.

❖ Materiais necessários:

- Garrafa;
- Balão;
- Dois recipientes;
- Água quente e fria.

❖ Procedimento:

- 1-Colocar um balão na boca da garrafa;
- 2- Colocar água quente em um dos recipientes e água fria no outro;
- 3-Colocar a garrafa com o balão preso no recipiente com água quente e depois no recipiente com água fria.

❖ Discussão

- 1-Solicitar aos alunos que escrevam, em grupos, o que aconteceu no experimento e que proponham uma hipótese da explicação do fenômeno.
- 2- Logo após, discutir as hipóteses e relacionar com a diferença de espessura da troposfera. A bexiga encheu ao colocar na água quente devido ao aumento da energia cinética das moléculas de gases presentes dentro da garrafa. Aumentando a velocidade das moléculas gasosas, aumenta o volume ocupado por elas, com isso o balão enche (o mesmo que acontece com os gases da troposfera na região tropical). Colocando a garrafa com o balão na água fria, a bexiga murcha devido à diminuição

da velocidade das moléculas, ocupando um volume menor (o mesmo que acontece com os gases da troposfera na região dos pólos).

O segundo experimento proposto trata sobre a influência da pressão atmosférica, demonstrando na prática a sua existência. Além disso, podemos fazer uma discussão sobre os estados físicos da matéria e interação intermolecular, ressaltando que o que muda de um estado físico para outro é a organização e a distância entre as moléculas. No estado sólido, as moléculas estão mais próximas, dando a esse estado uma grande resistência e dificultando a sua compressão (diminuir o volume). No estado líquido, a interação intermolecular é mais eficiente, fazendo com que as moléculas estejam mais próximas, dando aos líquidos a possibilidade maior de compressão. Já no estado gasoso, as moléculas estão distantes umas das outras, devido à fraca e quase nula interação entre as moléculas. Por isso, comprimir ou expandir um gás é muito mais fácil do que um líquido ou um sólido.

Outra possível abordagem é sobre a influência da temperatura no processo de compressão e expansão. Aumentar a temperatura, ou seja, fornecer energia na forma de calor para uma substância é aumentar a energia cinética das moléculas, com isso, a substância ocupa um volume maior quando a temperatura aumenta. Outra variável que também é influenciada pela temperatura é a pressão, que aumenta juntamente com a temperatura. Isso ocorre, pois a pressão é identificada pela força com que as partículas se chocam com as paredes do recipiente, então, com o aumento da temperatura, aumenta a velocidade das moléculas, conseqüentemente, aumenta a força do choque das moléculas com o recipiente (pressão).

O nome do experimento é *“Garrafa que engole o ovo”*

❖ Materiais necessários:

- Um ovo cozido descascado;
- Uma garrafa de vidro com gargalo menor que o ovo;
- Algodão;
- Fósforos;

-Álcool.

❖ Procedimento:

1-Molhe o algodão com um pouco de álcool.

2-Coloque o algodão dentro da garrafa de vidro.

3-Risque palitos de fósforos e jogue dentro da garrafa de vidro, ou coloque uma pequena bola de algodão em chamas dentro do frasco, com a ajuda de uma pinça.

4-Tampe a boca da garrafa com o ovo cozido.

❖ Discussão

1-Solicite aos alunos que escrevam, em grupos, o que aconteceu no experimento e que proponham uma hipótese da explicação do fenômeno.

2- Logo após, discuta as hipóteses e relacione com a ação da pressão atmosférica. Ao colocar o algodão em chamas dentro da garrafa, aumentamos a temperatura do gás, ou seja, aumentamos a energia cinética das moléculas, conseqüentemente aumentamos seu volume. Quando o ovo é colocado no gargalo da garrafa e a combustão do algodão cessa, a temperatura diminui, com isso, a pressão também diminui, dessa forma, a pressão atmosférica fica maior que a pressão no interior da garrafa, fazendo com que o ovo seja empurrado pela ação da pressão atmosférica para dentro da garrafa.

3- AULA 2- Poluição um problema real

3.1 Objetivos que se pretende alcançar com a aula

- ❖ Perceber a poluição atmosférica como um problema ambiental que está presente no cotidiano das pessoas;
- ❖ Proporcionar aos alunos momentos de discussões sobre poluição a partir de reportagens;
- ❖ Compreender o problema poluição e identificar suas causas e consequências;

3.2 Recurso didático

- ❖ Post-its;
- ❖ Notícias relacionadas à poluição (em anexo sugestões de reportagens);

3.3 Cronograma

- ❖ Estratégia pedagógica: mural de fatos e notícias;
- ❖ Estratégia pedagógica: árvores de problemas;
- ❖ Debate sobre as construções feitas no mural de fatos e notícias;

3.4 Na sala de aula

Professor, chegou a hora dos alunos conhecerem o problema da poluição e perceber o quanto ela faz parte do cotidiano das pessoas. Para isso, inicie a aula com a estratégia “Mural de fatos e notícias”. Essa atividade permitirá ao aluno discutir e debater sobre poluição através de fatos reais, proporcionando uma visão maior sobre o tema e formando conceitos e ideias que serão aprofundadas nas atividades posteriores.

Divida a turma em grupos de no mínimo três e no máximo cinco alunos para que debatam e exponham suas anotações feitas em casa. Durante esse momento, circule pela sala, incentive as discussões, questione e atue como um mediador estabelecendo ligações entre o conteúdo teórico e os problemas ilustrado nas notícias.

Os alunos podem elaborar ou extrair problemas ou questionamentos a serem pesquisados posteriormente. Podem também estabelecer relações entre as

reportagens, até mesmo relações divergentes. Para fechamento dessa atividade, solicite que os alunos utilizem sua criatividade e construa um mural de fatos e notícias sobre o tema poluição. Para isso, eles podem utilizar uma cartolina, folha de flip-chart ou um espaço na parede da sala.

Para complementar e aprofundar faça a atividade com os alunos intitulada “árvore de problemas”. Para isso, os alunos permanecerão em grupos. Através da atividade anterior os alunos tiveram contato e a oportunidade de conhecer e aprofundar sobre o tema, agora solicite que identifiquem as suas causas e consequências. Nessa atividade os alunos construirão uma árvore, uma representação gráfica, onde o tronco seria o problema, as causas seriam as raízes e as consequências seriam os galhos e flores.

O problema poluição deve ser colocado no centro do papel (pode ser folhas de flip-chart, ou folhas tamanho A3). Para a construção da árvore de problemas podem ser utilizado post-its. Com essa atividade, se pretende que o aluno compreenda o problema poluição e identifique suas causas e efeitos. Após a construção da árvore, você pode promover uma discussão ou debate em sala de aula.

4- AULA 3 –Aprofundando a química da poluição

4.1 Objetivos que se pretende alcançar com a aula

- ❖ Perceber a poluição atmosférica como um problema ambiental que está presente no cotidiano das pessoas;
- ❖ Compreender como a ação do homem contribui para problemas ambientais;
- ❖ Ampliar e construir os conhecimentos sobre a química da poluição; funções inorgânicas – ácidos, bases, sais e óxidos; saúde e poluição; poluição x desenvolvimento econômico;
- ❖ Valorizar atitudes que contribuem para a preservação do meio ambiente, principalmente a qualidade do ar.

4.2 Recurso didático

- ❖ Data show;
- ❖ Computador;

4.3 Cronograma

Aula expositiva e dialogada sobre os assuntos (sugestão de slide no material de apoio 5):

- ❖ Química da poluição;
- ❖ Funções inorgânicas – ácidos, bases, sais e óxidos;
- ❖ Saúde e poluição;
- ❖ Poluição x desenvolvimento econômico;

4.4Na sala de aula

Após a discussão realizada na aula anterior, apresente de forma expositiva e dialogada o assunto. Para isso, utilize o texto “Aprofundamento teórico” como recurso.

No final da aula, solicite aos alunos que reflitam em casa sobre a figura 2 sugerida abaixo e respondam os questionamentos ao lado.

Figura 2. Poluição atmosférica afeta 300 milhões de crianças no mundo.



Fonte: Site EURONEWS, 2016⁷

Observe a foto.

1. Identifique o problema ambiental representado e sua mais preocupante consequência.
2. O aumento da população mundial implica também o aumento do número de veículos em circulação no planeta. O que isso representa para o meio ambiente global?
3. A poluição atmosférica tem graves efeitos sobre os seres humanos, os animais e as plantas. A chuva ácida, a destruição da camada de ozônio e a intensificação do efeito estufa afetam de maneira indireta e direta todas as formas de vida e trazem consigo muitos riscos e perigos. Isso é provocado por veículos e resíduos eliminados por fábricas e usinas, causando uma diminuição na qualidade de vida das pessoas. Agora reflita e escreva no seu caderno, "O que você acha que pode ser feito para diminuir os efeitos da contaminação atmosférica? Como você pode contribuir para isso?"

⁷<<https://pt.euronews.com/2016/10/31/poluicao-atmosferica-afeta-300-milhes-de-criancas-no-mundo>>. Acessada em: 2/07/2019

4.5 Aprofundamento teórico

Na legislação ambiental brasileira, poluentes atmosféricos são compostos que estão presentes na atmosfera em uma concentração que podem afetar a saúde, a segurança e o bem-estar da população, bem como ocasionar danos à flora e à fauna, aos materiais e ao meio ambiente em geral (BRASIL, 1990). Uma pessoa inala, diariamente, cerca de 20.000 litros de ar. Se nesse ar estiver presente algum tipo de poluente atmosférico, ele irá para o pulmão, podendo causar problemas respiratórios ou outros problemas de saúde. (GIRARD, 2016). De acordo com o Quadro 1, podemos perceber os riscos e prejuízos da poluição para a saúde humana e os principais poluentes e suas fontes de emissão.

Quadro 1. Principais poluentes, fontes de emissão e efeitos.

Poluente	Fontes	Efeitos
Dióxido de Enxofre (SO ₂) - é um gás tóxico e incolor, pode ser emitido por fontes naturais ou por fontes antropogênicas e pode reagir com outros compostos na atmosfera, formando material particulado de diâmetro reduzido.	Fontes naturais, como vulcões, contribuem para o aumento das concentrações de SO ₂ no ambiente, porém na maior parte das áreas urbanas as atividades humanas são as principais fontes emissoras. A emissão antropogênica é causada pela queima de combustíveis fósseis que contenham enxofre em sua composição. As atividades de geração de energia, uso veicular e aquecimento doméstico são as que apresentam emissões mais significativas.	Entre os efeitos a saúde, podem ser citados o agravamento dos sintomas da asma e aumento de internações hospitalares, decorrentes de problemas respiratórios. São precursores da formação de material particulado secundário. No ambiente, podem reagir com a água na atmosfera formando chuva ácida.
Dióxido de Nitrogênio (NO ₂) - é um gás poluente com ação altamente oxidante, sua presença na atmosfera é fator chave na formação do ozônio troposférico. Além de efeitos sobre a saúde humana apresenta também efeitos sobre as mudanças climáticas globais.	As fontes podem ser naturais (vulcanismos, ações bacterianas, descargas elétricas) e antropogênicas (processos de combustão em fontes móveis e fixas). As emissões naturais são em maior escala que as antropogênicas, porém, em razão de sua distribuição sobre o globo terrestre, tem menor impacto sobre as concentrações deste poluente nos centros urbanos.	Altas concentrações podem levar ao aumento de internações hospitalares, decorrente de problemas respiratórios, problemas pulmonares e agravamento à resposta das pessoas sensíveis a alérgenos. No ambiente pode levar a formação de smog fotoquímico e a chuvas ácidas.

Continua

Poluente	Fontes	Efeitos
Monóxido de Carbono (CO) - é um gás inodoro e incolor, formado no processo de queima de combustíveis.	É emitido nos processos de combustão que ocorrem em condições não ideais, em que não há oxigênio suficiente para realizar a queima completa do combustível. A maior parte das emissões em áreas urbanas são decorrentes dos veículos automotores.	Este gás tem alta afinidade com a hemoglobina no sangue, substituindo o oxigênio e reduzindo a alimentação deste ao cérebro, coração e para o resto do corpo, durante o processo de respiração. Em baixa concentração causa fadiga e dor no peito, em alta concentração pode levar a asfixia e morte.

Fonte: Adaptado de site oficial Ministério do Meio Ambiente⁸

A origem dos poluentes é diversa, podendo ser antropogênica ou natural (geoquímica e biogênica). As fontes geoquímicas são oriundas dos fenômenos da natureza, como por exemplo, erupções de vulcões. As biogênicas são aquelas devidas a processos vitais, como por exemplo, quando a vegetação rasteira gera grandes quantidades de isopreno. Este composto participa na formação de ozônio na troposfera, o qual é considerado poluente se estiver nessa região da atmosfera. As fontes naturais são estabelecidas através de protocolos internacionais, os quais são utilizados para a realização de inventários dessas fontes de emissões. Esses protocolos são recomendados por agências internacionais como EPA (*United States Environmental Protection Agency*) ou EC (*European Commission*). Já os poluentes de origem antropogênica são aqueles oriundos de processos devido à ação do homem (LENZI; FAVERO, 2014).

Os poluentes atmosféricos podem ser classificados como primários ou secundários. Os poluentes primários são aqueles que são diretamente emitidos por algum processo, por exemplo, os gases liberados nos automóveis. Já os poluentes secundários, são substâncias que são produzidas por reações químicas entre os poluentes primários e outros compostos da atmosfera, ou seja, os poluentes secundários não são diretamente liberados para a atmosfera pela fonte poluidora (FRANCISCO, 2012). Pode-se citar como exemplos de poluentes primários o monóxido de carbono (CO), dióxido de enxofre (SO₂), óxidos de nitrogênio (NO_x), compostos orgânicos voláteis e partículas em suspensão, e de poluentes secundários os nitratos e ozônio (GUARIEIRO; VASCONCELLOS; SOLCI, 2011).

⁸ Disponível em: <<https://www.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/qualidade-do-ar/poluentes-atmosf%C3%A9ricos.html>> Acessado em 29 jun. 2020.

O monóxido de carbono (CO) é classificado dentro das funções inorgânicas como óxido. Óxidos são substâncias binárias (possuem apenas dois elementos diferentes em sua estrutura química) sendo que o mais eletronegativo é o oxigênio (MOL, 2005). Os óxidos podem ser iônicos ou moleculares, de acordo com a ligação química existente. Por exemplo, NO_2 é classificado como óxido molecular, pois a ligação entre N e O é covalente (molecular).

Os óxidos, de acordo com seu comportamento químico, principalmente o seu comportamento ao reagir com a água, podem ser classificados como óxidos ácidos, óxidos básicos, óxidos neutros ou óxidos anfóteros. Os óxidos ácidos são formados quando o oxigênio se liga, geralmente, a um ametal, e apresentam caráter covalente. Ao reagir com a água formam substâncias ácidas, ou seja, que liberam H^+ em solução aquosa, e que ao reagirem com bases formam sais e água (FAVALLI; SILVA; ANGELO, 2012). Podemos citar como exemplo de óxidos ácidos o dióxido de carbono (CO_2), o dióxido de enxofre (SO_2) e o dióxido de nitrogênio (NO_2).

Os óxidos básicos são formados pela ligação do oxigênio com átomos dos elementos pertencentes aos grupos dos metais alcalinos e alcalinos terrosos, o metal presente em sua fórmula, geralmente apresenta carga +1 ou +2. Ao reagirem com a água formam substâncias básicas, ou seja, que formam OH^- em solução aquosa, e quando reagem com ácidos formam sais (FAVALLI; SILVA; ANGELO, 2012). Podemos citar como exemplos de óxidos básicos o óxido de cálcio (CaO) e o óxido de magnésio (MgO).

Os óxidos neutros são compostos covalentes, ou seja, são formados pelo oxigênio ligado a um ametal. Não reagem com água, ácido ou base e alguns exemplos são o monóxido de carbono (CO) e o monóxido de mononitrogênio (NO). Os óxidos anfóteros se apresentam de dois modos: em presença de um ácido se comportam como óxidos básicos e em presença de uma base se comportam como óxidos ácidos. No geral, são sólidos iônicos, pouco solúveis em água e, ao reagirem com ácidos e bases fortes, produzem sal e água (ATKINS, 2006).

Como citado anteriormente, os principais constituintes da poluição atmosférica incluem diversos óxidos – CO, SO_2 e NO_x . A principal fonte de monóxido de carbono (CO) é a queima de combustíveis nos automóveis, que segundo o Plano de Controle da Poluição por Veículos em Uso - PCPV (2011), nas regiões urbanas,

correspondem a cerca de 95% do total das emissões de CO. A combustão de hidrocarbonetos (principal constituinte da gasolina) com quantidade adequada de oxigênio forma dióxido de carbono (CO_2). Porém, como no motor de um carro a quantidade de oxigênio é limitada, pode acontecer uma combustão incompleta e um dos produtos dessa reação ser o monóxido de carbono (CO) (GUARIEIRO; VASCONCELLOS; SOLCI, 2011). Ressalta-se que todo o processo de combustão de material orgânico, biomassa, materiais fósseis, geram monóxido de carbono (CO) se a quantidade de oxigênio for inferior a proporção estequiométrica (LENZI; FAVERO, 2014).

O monóxido de carbono também possui fontes naturais, como por exemplo, a decomposição anaeróbica de vegetais em pântanos libera grande quantidade de metano (CH_4) o qual é oxidado pelo oxigênio da atmosfera formando CO. Outra fonte natural desse óxido são os animais ruminantes, os quais durante seu processo digestivo liberam o gás metano, que é oxidado a CO ao reagir com o oxigênio atmosférico. Porém, as fontes naturais não estão concentradas apenas em um determinado local, elas são distribuídas por toda a Terra. Diferentemente das fontes antropogênicas, que se concentram, em geral, próximas as grandes cidades, aumentando o nível de CO nesses locais. Além disso, alguns microrganismos presentes no solo removem o CO da atmosfera, mas como nas grandes cidades o solo está sendo coberto por camadas de asfalto, a quantidade de CO na atmosfera desses locais só tende a crescer, pois a formação é grande e a remoção de CO da atmosfera é reprimida (GIRARD, 2016).

Mesmo o CO sendo considerado um poluente atmosférico, as concentrações encontradas normalmente não são tóxicas para os seres humanos. Porém, quando se trata de lugares fechados e com a liberação desse gás, ele pode causar a morte ou sérios problemas de saúde. Isso ocorre devido à ligação forte que acontece entre o CO e a hemoglobina (substância responsável pelo transporte de oxigênio para o corpo). Normalmente, a hemoglobina se liga ao oxigênio, formando o complexo oxihemoglobina, o qual é carregado pela corrente sanguínea a todas as partes do corpo. Porém, quando ocorre a intoxicação por monóxido de carbono, ele desloca o oxigênio da hemoglobina e, assim, reduz a quantidade de oxigênio disponível para o organismo (LENZI; FAVERO, 2014). Isso pode causar a fadiga, diminuição da capacidade física, tontura, vômitos e até mesmo a morte. Devido ao risco desse gás

e também as características pouco perceptíveis (não tem cor nem odor), é importante evitar permanecer em locais fechados e com motores de veículos ligados.

Os combustíveis fósseis (carvão mineral, gás natural e derivados do petróleo) apresentam quantidades grandes de enxofre, e ao serem queimados, seja em caldeiras, usinas siderúrgicas, termoelétricas ou nos automóveis, liberam quantidades grandes de SO_2 . Além das emissões antropogênicas citadas anteriormente, podemos ressaltar as fontes naturais de SO_2 , como erupções vulcânicas. Porém, na maior parte das áreas urbanas, as atividades humanas são as principais fontes emissoras (MARTINS; ANDRADE, 2002)

Os estudos de Martins *et al.* (2002) sobre a relação entre poluição atmosférica e os atendimentos médicos por pneumonia e gripe, mostraram que mesmo com o nível de SO_2 não ultrapassando os limites aceitáveis, esse poluente continuou afetando a morbidade e mortalidade por problemas respiratórios em idosos. Com isso, os autores desse trabalho sugerem que os limites de qualidade de ar sejam reavaliados. Dessa forma, pode-se afirmar que os óxidos de enxofre são prejudiciais a saúde do ser humano e sua emissão deve ser reduzida.

Outro poluente atmosférico são os óxidos de nitrogênio (NO_x), que são formados a partir de fontes naturais ou antropogênicas. As emissões naturais incluem a ação de alguns microrganismos em processos metabólicos (nitrificação e desnitrificação), bactérias decompositoras que destroem compostos nitrogenados contidos em restos de vegetais e animais mortos e também durante tempestades, onde relâmpagos fornecem a energia de ativação necessária para a transformação do N_2 em NO e NO_2 (KRUGER; LOPES, 1997 p.95).

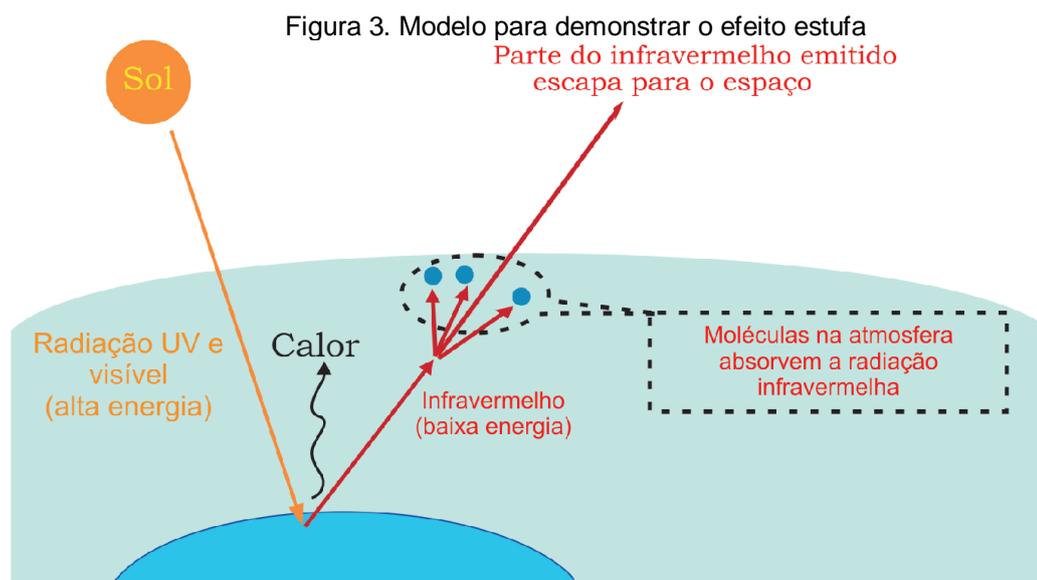
Óxidos de nitrogênio (NO_x) também podem ser formados pela intervenção do homem, principalmente pela queima de combustíveis fósseis e biomassa. Nos automóveis à combustão, as condições de alta temperatura e pressão necessárias para a formação de NO_x são suficientes, por esse motivo, os automóveis são uma das principais fontes de poluição, sendo assim, contribuem muito para a ocorrência de problemas ambientais. O dióxido de nitrogênio (NO_2), por exemplo, é um gás altamente reativo, extremamente tóxico e forte agente oxidante que reage com diversos outros compostos presentes na atmosfera e os produtos dessas reações

podem causar muitos problemas ambientais e de saúde para os seres humanos (CHICONI, 2015).

Outro óxido de grande relevância para a química da atmosfera é o dióxido de carbono (CO_2), que tem como origem processos biogênicos e também antrópicos. Não apresenta características de poluente, porém juntamente com a água da atmosfera é um dos principais responsáveis pelo efeito estufa (LENZI; FAVERO, 2014). O efeito estufa é um fenômeno natural e vital para a vida no planeta, ele é ocasionado por gases que estão presentes na atmosfera, que permitem a passagem dos raios solares, porém absorvem o calor, interferindo na temperatura da terra. De acordo com Girard (2016, p.47):

Uma vez que a Terra absorve radiação solar a fim de manter um equilíbrio de energia o planeta deve irradiar, na média, a mesma quantidade de energia de volta para o espaço. A terra faz isso emitindo radiação infravermelha (IV). Uma quantidade considerável da radiação IV de saída não escapa para o espaço, pois ela é reabsorvida por certos gases na atmosfera – chamados de gases do efeito estufa – e, em seguida é reirradiada de volta à Terra. Como resultado dessa absorção e reirradiação, a atmosfera é aquecida (GIRARD, 2016, p. 47).

Dessa forma, observa-se o fenômeno do efeito estufa demonstrado na Figura 3, em que parte da radiação proveniente do sol atinge a superfície terrestre e é absorvida, logo após é refletida sob a forma de radiação IV (calor). Uma parcela dessa radiação escapa para o espaço, porém parte é absorvida por gases presentes na atmosfera – gases do efeito estufa (GEE), como vapor d'água, dióxido de carbono, óxidos de nitrogênio, metano e outros– e como resultado dessa absorção, esses gases emitem radiação IV novamente para a superfície terrestre, aquecendo e possibilitando que a vida na terra se mantenha (SILVA, 2009).



Fonte: SILVA et al., 2009, p. 273

Como dito anteriormente, o efeito estufa é um fenômeno natural, porém tem se intensificado, principalmente, devido à liberação de CO_2 pela queima de combustíveis fósseis por indústrias, termoelétricas e automóveis. Dessa forma, o CO_2 e os demais GEE se acumulam na atmosfera, e suas concentrações aumentam, resultando no aquecimento de todo o planeta (ESPÍNDOLA, 2020).

De acordo com o Sistema de Estimativas de Emissões e Remoções de Gases de Efeito Estufa (SEEG), o qual produz estimativas das emissões desses gases no Brasil, no ano de 2016 para o setor de energia e PIUP (Processos Industriais e Uso de Produtos), as fontes derivadas de petróleo foram responsáveis por 57% das emissões de CO_2 desses setores, o que corresponde a 296 milhões de toneladas de CO_2 e (equivalência de dióxido de carbono). Esse cenário mostra a importância do petróleo para a matriz energética do país e a necessidade de buscar a redução e substituição desse combustível (SEEG, 2018).

Diante disso, podemos perceber que a intervenção do homem sobre o planeta com o surgimento das indústrias, a exploração dos recursos naturais, a queima de combustíveis fósseis, dentre outros, vem trazendo impactos negativos sobre o meio ambiente, bem como, danos à saúde do ser humano. Com relação aos riscos de saúde, muitos são os problemas decorrentes da poluição. Diariamente, muitas pessoas se expõem a uma grande quantidade de poluição atmosférica, principalmente nas regiões mais populosas, com alto número de veículos e indústrias. Essa exposição excessiva está relacionada a diversas doenças, principalmente as do aparelho respiratório (MARTINS *et.al.*, 2002). Na revisão

sistemática realizada por Dapper, Spohr e Zanini (2016) com relação aos efeitos da poluição atmosférica na população do estado de São Paulo, os autores verificaram a diversidade de doenças estudadas relacionadas à poluição atmosférica, não se restringindo apenas a problemas do sistema respiratório, mas também ao baixo peso ao nascer, incidência e mortalidade por câncer, partos prematuros e anemia falciforme. Contudo, os seres humanos não são os únicos afetados pela poluição atmosférica, os gases tóxicos perturbam o desenvolvimento natural das plantas, tornando-as menos resistentes às intempéries, doenças e parasitas (MEDEIROS, 2005, p.31).

5- AULA 4 – Construção de mapa conceitual

5.1 Objetivos que se pretende alcançar com a aula

- ❖ Construir um mapa conceitual de forma que contribua para a aprendizagem;
- ❖ Sintetizar e organizar os conceitos e informações discutidos nas aulas anteriores;
- ❖ Desenvolver capacidade argumentativa;

5.2 Recurso didático

- ❖ Data show;
- ❖ Computador;
- ❖ Folhas tamanho A4;

5.3 Cronograma

- ❖ Explicar o que é um mapa conceitual e como construir (sugestão de slide no material de apoio 6);
- ❖ Construção pelo professor de um mapa conceitual sobre ligações químicas;
- ❖ Construção pelos alunos em coletivo de um mapa conceitual sobre poluição e funções inorgânicas;
- ❖ Orientações sobre trabalho avaliativo;

5.4 Na sala de aula

Nessa aula, é hora de sintetizar e organizar as ideias e conceitos, para isso, utilize a estratégia “Mapa conceitual”. Essa atividade consiste na construção de um esquema visual, que possibilita representar as relações entre conceitos, bem como suas causas, consequências e relações que existem entre elas. Para essa atividade, uma sugestão é dividir a turma em grupos e disponibilizar os slides trabalhados na aula anterior. Os slides podem ser substituídos por algum texto ou artigo sobre o assunto trabalhado. Dividir os slides, texto ou artigo entre os grupos e solicitar que cada grupo retire os conceitos, ideias e exemplos que julgarem importante e escrevam em uma folha de ofício.

Logo após, cada grupo irá no quadro na frente da sala e colocará seus conceitos, não esquecendo de colocar as palavras de ligações entre um conceito e

outro. Ao irem no quadro os grupos devem relacionar os conceitos retirados na sua parte, com os conceitos já esquematizados dos outros grupos. Importante ressaltar que cada grupo pode reorganizar o mapa, se isso for necessário, fazendo novas ligações e relações.

Cada grupo, no final de sua participação, deve ler e explicar as relações feitas no mapa conceitual. Nesse momento, professor, incentive os alunos a discutirem suas ideias e ligações feitas, e preste atenção nas dificuldades e erros dos alunos. Oriente e seja um mediador, proporcionando um ambiente de argumentação e defesa de suas ideias, pois assim os alunos construirão seus próprios conhecimentos. O mapa conceitual será construído de forma coletiva no quadro da sala, sendo que os conceitos, ideias e exemplos são colocados em uma folha tamanho A4 e as setas e palavras de ligações podem ser feitas com canetões ou giz, dependendo do tipo de quadro.

Outra forma de conduzir esse momento é da construção do mapa conceitual em grupos, e não a turma toda como sugerido anteriormente. Essa escolha você pode fazer de acordo com o tempo disponível. Pois, se a construção do mapa for toda em grupos, a atividade demandará mais tempo. Para a atividade dessa maneira, você pode solicitar aos grupos a construção do mapa através de uma folha tamanho A3 e post-its, as setas e palavras de ligações podem ser feitas utilizando canetinhas. Como trabalho avaliativo, sugere-se que os alunos, posteriormente, construam um texto dissertativo sintetizando as ideias colocadas no mapa conceitual.

6- AULA 5 – Chuva ácida

6.1 Objetivos que se pretende alcançar com a aula

- ❖ Compreender a formação da chuva ácida;
- ❖ Ampliar e aplicar os conhecimentos sobre funções inorgânicas no tema chuva ácida;
- ❖ Identificar as causas e consequências da chuva ácida para o ambiente;
- ❖ Reconhecer a relação chuva ácida e poluição atmosférica;
- ❖ Conhecer o funcionamento e importância do conversor catalítico nos escapamentos dos veículos;
- ❖ Compreender os conceitos químicos envolvidos no conversor catalítico;

6.2 Recurso didático

- ❖ Data show;
- ❖ Computadores (laboratório de informática)

6.3 Cronograma

- ❖ Explicação chuva ácida e sua relação com a poluição;
- ❖ Utilização do recurso LabVirt;
- ❖ Atividade e discussão sobre “Como combinar desenvolvimento econômico e preservação ambiental?”

6.4 Na sala de aula

Inicialmente, apresente de forma expositiva e dialogada o assunto “Chuva Ácida”. Para isso, utilize o texto “Aprofundamento teórico” (disponibilizado adiante) como recurso. Você pode retomar diversos conteúdos químicos através da temática chuva ácida: reações químicas explicando o que são produtos e reagentes e mostrando as reações químicas envolvidas na formação da chuva ácida; funções inorgânicas, ácidos e óxiácidos, mostrando as reações de formação da chuva ácida através dos óxidos presentes na poluição; escala de pH, mostrando que a chuva é considerada prejudicial, ou seja, é chamada de chuva ácida com o pH abaixo de 5,6; ao explicar sobre o conversor catalítico dos automóveis, ressaltar o conceito de catalisador e suas aplicações em outras áreas; ao explicar sobre o funcionamento do conversor, mostrar que a ligação química dos poluentes é enfraquecida, com isso

a reação acontece de forma mais rápida, com isso, você pode falar sobre o conceito de transformação química, sobre a quebra e formação de novas ligações químicas; demonstrar através das reações que acontecem no conversor catalítico a lei...

Com o objetivo de intensificar a aprendizagem dos alunos a sugestão é que o professor utilize o Laboratório Didático Virtual- LabVirt. Essa ferramenta é uma iniciativa criada pela Universidade de São Paulo – USP, e nela você encontra links para simulações de assuntos da química. Para essa aula, pode-se utilizar a simulação através do link: http://www.labvirtq.fe.usp.br/simulacoes/quimica/sim_qui_chuvasacidadas.htm

A simulação é interativa, isso faz com que o aluno participe e teste seus conhecimentos sobre o assunto discutido em aula. No início, é demonstrada a destruição de uma estátua com o passar do tempo. Um jovem percebe esse acontecimento e relaciona com o que o professor de química falou nas suas aulas. Posteriormente, esse aluno leva a questão para a sala de aula e toda a explicação sobre a classificação das funções inorgânicas, óxidos e as características que alguns óxidos possuem de reagirem com a água formando ácidos é feita através dessa dinâmica de discussão entre alunos e professor.

Depois da utilização do recurso, retornar à sala de aula para discutir a proposta feita na simulação do LabVirt sobre a relação poluição e desenvolvimento econômico. Para contribuir com esse momento, solicite que os alunos façam a leitura da reportagem com o título: “*Como combinar desenvolvimento econômico e preservação ambiental?*”, disponível no site <https://veja.abril.com.br/ciencia/como-combinar-crescimento-economico-e-preservacao-ambiental/>

Professor, na próxima aula a sugestão é a realização de uma visita em alguma indústria, com o objetivo de entender melhor os processos de produção e como a empresa lida com a questão ambiental, principalmente com a poluição atmosférica. Essa unidade foi aplicada na cidade de Farroupilha – RS, por isso a escolha foi de visitar a empresa Tondo Embalagens, a qual possui um selo verde atestando que todo o processo industrial cumpre com os requisitos ambientais. Por isso, peça para os alunos pesquisarem em casa sobre a empresa que visitarão e como é o processo de produção. Solicite também que os alunos anotem suas dúvidas e questionamentos com relação à empresa e oriente que o foco deve ser

compreender qual a preocupação da empresa com relação aos poluentes produzidos por ela.

6.5 Aprofundamento teórico

A água da chuva muitas vezes é associada a “água pura” ou “água limpa”. Porém, não apresenta a pureza que popularmente lhe atribuem. Isso é devido às características peculiares tanto físicas quanto químicas da água. Durante o caminho natural da água da chuva (precipitação) ela dissolve vários gases que estão presentes na atmosfera, isso porque água possui uma alta capacidade de dissolução. Esse processo que a água percorre até o solo é conhecido como lavagem da atmosfera. Para Coelho (2005, p.7) “A precipitação representa um eficiente meio de remoção de muitos poluentes na atmosfera”. Dessa forma, um estudo sobre a composição química da água da chuva pode demonstrar o nível de poluição atmosférica da região em análise (FORNARO, 2006).

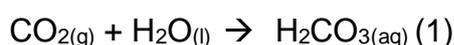
Em algumas regiões, principalmente nas regiões com maior número de indústrias e carros, as impurezas oriundas do “desenvolvimento” e da atividade humana reagem com a água formando substâncias como ácido sulfúrico, tornando a composição da água da chuva prejudicial à natureza. Quando isso ocorre, essa chuva é chamada de “chuva ácida” e está diretamente ligada à poluição atmosférica (MIRLEAN; VANS; BAISCH, 2000).

Sem água não haveria vida em nosso planeta. Ela é de extrema importância para a vida de todos os seres vivos que habitam a Terra. Por isso, é preciso usar a água de maneira sustentável e responsável, pois ela é essencial para o funcionamento e manutenção do corpo humano, para a irrigação na agricultura, para o funcionamento dos ecossistemas, tanto aquáticos quanto terrestres, para a geração de energia nas usinas hidrelétricas, etc. A evaporação da água doce das principais fontes hídricas (rios, lagos, açudes e represas) é importante na formação de chuva e da umidade do ar. Medeiros (2005) traz a importância da água para o corpo humano:

A água é um dos elementos de maior importância para todas as formas de vida na terra. Ela está presente em todos os organismos vivos, fazendo parte de uma infinidade de substâncias e órgãos. Este líquido é responsável por praticamente todos os processos que ocorrem no corpo humano, tal como, a digestão, circulação, absorção dos nutrientes, eliminação de substâncias; possui também a função reguladora da temperatura, constitui metade do nosso sangue, atua como lubrificante nas junções ósseas, tornando-a não só essencial para o organismo humano, mas para todos os tipos de vida (MEDEIROS, 2005, p.9).

Diante da importância da água, percebemos a responsabilidade que temos em cuidar desse bem comum e vital para todos os seres vivos. Porém, ainda há muito que ser feito para vivermos com qualidade sem destruir os recursos naturais ainda existentes. Muitos problemas ambientais, oriundos do desenvolvimento econômico sem preocupação com a questão ambiental, estão surgindo e se agravando. A poluição atmosférica, intensificação do efeito estufa, aquecimento global e chuva ácida são problemas ambientais que vêm causando destruição e desequilíbrio nos ecossistemas.

A chuva naturalmente possui um pH ácido, próximo de 5,6, com esse valor de pH a água da chuva é considerada normal. Esse pH ácido é explicado devido à presença em grande quantidade do CO₂ no ar (COELHO, 2005), que se dissolve na água formando um ácido fraco, o ácido carbônico, de acordo com a reação abaixo:



Esquema 1. Reação de formação do ácido carbônico.

O ácido carbônico sofre ionização em solução aquosa, formando baixas concentração acidificantes de íons hidrônio, possui dois hidrogênios ionizáveis, porém apenas a 1ª ionização contribui significativamente para a acidez, conforme a seguinte reação:

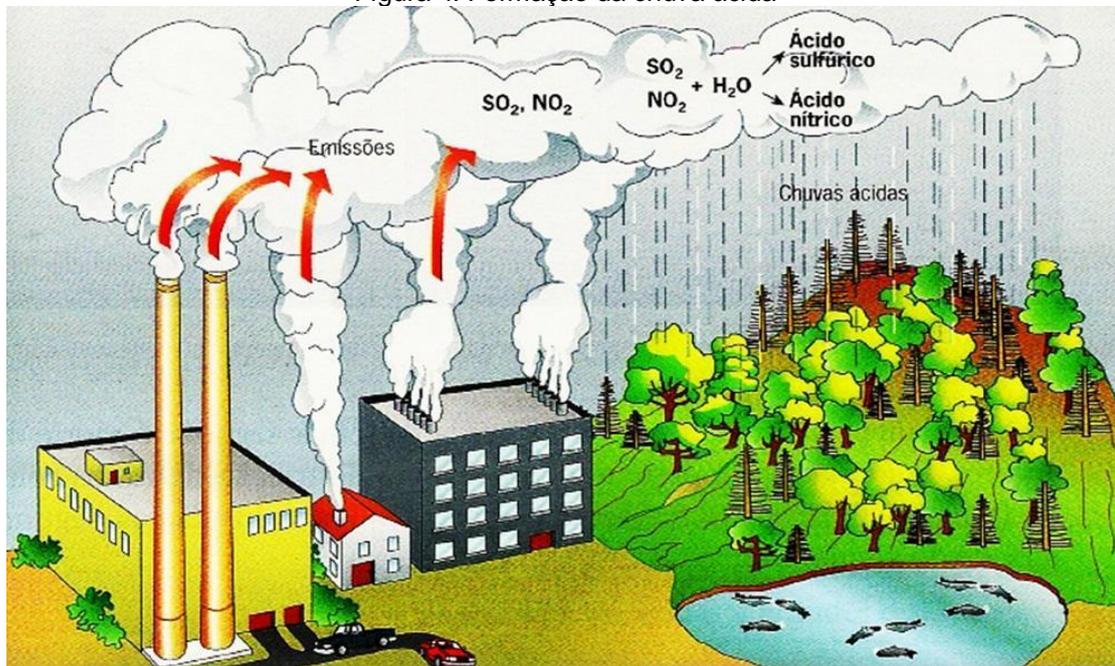


Esquema 2. Ionização do ácido carbônico com formação do ânion bicarbonato.

Convencionou-se que “chuva ácida” é para um valor de pH menor que 5,6 (GIRARD; 2016, p.130). Na Figura 4 é demonstrada a formação da chuva ácida, que ocorre quando alguns óxidos se encontram na atmosfera e, ao entrar em contato com o vapor de água, formam substâncias ácidas (ácido sulfúrico- H₂SO₄ e ácido nítrico - HNO₃) que solubilizadas na água da chuva, a tornam ácidas. Estes óxidos são dióxido de enxofre (SO₂), dióxido de nitrogênio (NO₂) e monóxido de nitrogênio

(NO) principalmente, e são liberados primordialmente pela queima de combustível dos automóveis e das indústrias (MARTINS; ANDRADE, 2002).

Figura 4. Formação da chuva ácida



Fonte: CURADO, 2019. Site conhecimento científico⁹

O Quadro 2 demonstra a formação dos principais ácidos envolvidos no fenômeno da chuva ácida, o ácido sulfuroso (H_2SO_3) e ácido sulfúrico (H_2SO_4).

Quadro 2. Algumas reações de formação da chuva ácida

Formação do ácido sulfuroso (H_2SO_3)	Formação do ácido sulfúrico (H_2SO_4)
O dióxido de enxofre (SO_2) é produzido diretamente como subproduto da queima de combustíveis fósseis que são muito impuros, e contém grandes quantidades de enxofre em sua composição.	O dióxido de enxofre também pode sofrer oxidação na atmosfera e formar o trióxido de enxofre (SO_3), que por sua vez, em contato com a água da chuva irá formar o ácido sulfúrico (H_2SO_4), que é um ácido forte.
$\text{SO}_2 (\text{g}) + \text{H}_2\text{O} (\text{l}) \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_3 (\text{aq})$	$\text{SO}_2 (\text{g}) + \frac{1}{2} \text{O}_2 (\text{g}) \rightarrow \text{SO}_3 (\text{g})$
$\text{H}_2\text{SO}_3 (\text{aq}) \rightarrow \text{H}^+ (\text{aq}) + \text{HSO}_3^- (\text{aq})$	$\text{SO}_3 (\text{g}) + \text{H}_2\text{O} (\text{l}) \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4 (\text{aq})$
	$\text{H}_2\text{SO}_4 (\text{aq}) \rightarrow 2\text{H}^+ (\text{aq}) + \text{SO}_4^{2-} (\text{aq})$

Fonte: Site USP s.d.¹⁰

Os problemas ambientais ocasionados pela chuva ácida são diversos e preocupantes, afetando não só a vida do homem, mas de todo o ambiente:

⁹ Disponível em: <<https://conhecimentocientifico.r7.com/o-que-e-a-chuva-acida/>> Acessado em: 14 jul. 2020

¹⁰ Disponível em: <http://www.usp.br/qambiental/chuva_acidafrent.html> Acessado em: 14 jul. 2020

contaminação do solo, lagos e rios, impossibilitando a vida nesses locais; corrosão nas construções de casas, edifícios, monumentos históricos; morte de plantas e árvore (DRUMM *et al.*, 2013).

Alguns métodos que amenizam os impactos causados pela chuva ácida sobre o ambiente foram desenvolvidos, como exemplo, pode-se citar o uso de calcário no solo. Calcário é uma rocha sedimentar constituída em maior percentual por carbonato de cálcio (CaCO_3). Quando o íon carbonato se forma através da solubilização do calcário, ocorre a hidrólise do ânion, formando HCO_3^- e OH^- . Essas espécies químicas podem reagir com os íons H^+ do solo e diminuir a sua acidez. De acordo com Peruch (2002, p.23) “Fazendeiros também adicionam calcário moído ao solo, porque o calcário é um material alcalino que aumenta a capacidade tampão do solo em oposição à acidez vinda da chuva ácida.”

Outra iniciativa é o uso de catalisadores nos automóveis, os catalisadores recebem gases carregados de poluentes (inclusive NO_x e CO) e liberam gases tratados com uma quantidade reduzida de substâncias tóxicas. A relevância da utilização dos catalisadores é evidenciada abaixo:

A mistura de gases saindo de um motor inclui monóxido de carbono (CO), hidrocarbonetos (HC) não-queimados e os óxidos nitrogenados designados como NO_x . Durante o processo de catálise, os hidrocarbonetos transformam-se em vapor de água, o monóxido de carbono transforma-se em gás carbônico (CO_2) e os óxidos de nitrogênio transformam-se em nitrogênio (N_2), além de ser evitada a formação de oxidantes fotoquímicos, evitando desta maneira a formação de ozônio (O_3) e aldeídos, que são altamente tóxicos (FERREIRA; LIU, 2006, p. 2156).

Além dos conversores catalíticos, outro fator que contribuiu para a redução das emissões de poluentes pelos automóveis é a mudança nos padrões dos combustíveis. Mas, muito mais importante do que amenizar os efeitos da chuva ácida, seria encontrar formas de preveni-la. Para isso, é preciso uma conscientização e mudança de hábitos na população e das indústrias. Podemos citar algumas atitudes que ajudariam a diminuir a ocorrência de chuvas ácidas: incentivo a utilização de metrô, transporte público ou de caronas para a locomoção; redução do consumo de energia elétrica. Porém, é necessário esforços dos governantes para que outras atitudes sejam tomadas: regularizar e fiscalizar o uso de filtros em chaminés e fábricas; reflorestar áreas desmatadas; aplicar punições a veículos desregulados.

As reações e produtos químicos popularmente são mencionados como causadores de problemas ambientais. Porém, como vimos nos exemplos citados anteriormente, do uso do calcário por fazendeiros, dos conversores catalíticos nos automóveis e do desenvolvimento de novos padrões de combustíveis, essa mesma química, quando bem usada, pode contribuir na preservação do meio ambiente.

7- AULA 6 – Visita

7.1 Objetivos que se pretende alcançar com a aula

- ❖ Vivenciar as discussões realizadas em sala de aula sobre poluição;
- ❖ Ampliar os conhecimentos sobre desenvolvimento econômico e preservação ambiental;
- ❖ Estimular a reflexão sobre cidadania;
- ❖ Estimular o senso crítico;

7.2 Cronograma

- ❖ Compartilhar os questionamentos feitos na aula anterior sobre a empresa que será realizada a visita;
- ❖ Discutir e ampliar esses questionamentos através das contribuições dos demais colegas;
- ❖ Visita à empresa Tondo embalagens;
- ❖ Retorno a escola e discussão sobre as experiências vivenciadas na visita.

7.3 Na sala de aula - visitação

Chegou a hora de vivenciar na prática alguns conceitos trabalhados em sala de aula. As visitas técnicas são atividades que ampliam e facilitam a aprendizagem dos alunos, pois durante a visitação os alunos têm a oportunidade de conhecer e interagir com os colegas, docentes e funcionários da empresa, de forma mais próxima e efetiva, num ambiente diferente e dinâmico. Por isso, a importância dessa atividade, que aproxima a teoria da prática e também do mercado profissional, e ainda colabora para a iniciação científica, pois trabalha com questionamentos, verificação e observação.

Inicie esse momento ainda na sala de aula, pedindo que os alunos compartilhem seus questionamentos feitos na aula anterior. Solicite que os demais alunos contribuam com as colocações dos colegas. Logo após, durante a visitação estimule os alunos a perguntarem e observarem, bem como anotar as respostas para os questionamentos levantados por eles. Após a visitação, proporcionar um momento de discussão sobre as experiências vivenciadas na visitação.

8- AULA 7 – Compartilhando o que aprendemos

8.1 Objetivos que se pretende alcançar com a aula

- ❖ Desenvolver habilidades cognitivas como alfabetização visual, interpretação de imagens e síntese de informações;
- ❖ Criar um infográfico como meio de veicular informações sobre poluição para a comunidade escolar;
- ❖ Proporcionar momentos de reflexão sobre a responsabilidade que temos de cuidar e preservar o meio ambiente;
- ❖ Valorizar atitudes que contribuem para a preservação do meio ambiente, principalmente a qualidade do ar.

8.2 Recurso didático

- ❖ Laboratório de informática;

8.3 Cronograma

- ❖ Explicar o que são infográficos e mostrar exemplos;
- ❖ Dividir os alunos em grupos de no máximo 5 alunos.
- ❖ Solicitar que os alunos selecionem e organizem as informações que estarão no infográfico;
- ❖ Montar um esboço no papel de como as informações serão divididas;
- ❖ Utilizar de alguma ferramenta para a construção do infográfico;

8.4 Na sala de aula

Para a finalização da unidade temática, solicite aos alunos que construam um infográfico para a sintetização e publicação das informações sobre poluição nas mídias sociais da escola. O infográfico é uma ferramenta de representação de informações gráfico-visual, sendo mais atrativo e transmitindo a informação de forma mais rápida e eficiente. Essa ferramenta valoriza o texto escrito ao unir a linguagem visual e verbal melhorando o entendimento da informação.

Sendo assim, o infográfico pode ser utilizado no processo de ensino-aprendizagem como mais uma ferramenta que contribuí para a eficiência desse processo. Nele estará o conteúdo de forma a combinar textos, imagens e gráficos,

tornando a compreensão desse conceito mais dinâmica e desenvolvendo habilidades como interpretação.

Com isso, para iniciar a aula, explique para os alunos o que são infográficos e mostre exemplos. Importante mostrar também, que essa ferramenta tem sido muito utilizada em jornais, revistas e folders com o objetivo de divulgar uma notícia de forma atrativa e rápida. Logo após essa explanação, leve os alunos até o laboratório de informática e solicite que selecionem as informações sobre poluição atmosférica que estarão no infográfico. Os alunos podem buscar essas informações em sites de notícias, artigos ou no material estudado nas aulas anteriores.

Depois de selecionadas as informações, é hora de criar um esboço. Nele os alunos devem organizar como as informações estarão distribuídas no infográfico. Importante ressaltar que as informações selecionadas devem ter uma ligação, não deve ser apenas um amontoado de informações sem conexão. Por exemplo, um grupo pode fazer um infográfico sobre as fontes poluidoras, outro sobre as consequências da poluição para a saúde humana, e outro grupo sobre os principais constituintes da poluição.

Após feito o esboço, o professor deve escolher uma ferramenta para a construção do infográfico. Há várias ferramentas disponíveis para isso, o mais usual é o “powerpoint” ou o programa online “Canva”. Uma outra opção é fazer manualmente em forma de cartaz e posteriormente expor na escola. A opção escolhida nessa unidade temática é a utilização da ferramenta Canva para a construção do infográfico e divulgação posterior no Facebook na escola.

9- AULA 8 – Finalização da Unidade Temática

9.1 Objetivos que se pretende alcançar com a aula

- ❖ Desenvolver habilidades cognitivas como alfabetização visual, interpretação de imagens e síntese de informações;
- ❖ Criar um infográfico como meio de veicular informações sobre poluição para a comunidade escolar;
- ❖ Proporcionar momentos de reflexão sobre a responsabilidade que temos de cuidar e preservar o meio ambiente;
- ❖ Valorizar atitudes que contribuem para a preservação do meio ambiente, principalmente a qualidade do ar.

9.2 Recurso didático

- ❖ Laboratório de informática;

9.3 Cronograma

- ❖ Finalização do infográfico;
- ❖ Apresentação e explicação do infográfico para o restante da turma;
- ❖ Encerramento da unidade temática;
- ❖ Aplicação de um questionário (Material de apoio 7) para verificação das aprendizagens desenvolvidas;

9.4 Na sala de aula

Nessa aula, será o fechamento da unidade temática, para isso você pode preparar uma apresentação dos infográficos produzidos na aula passada. Após a apresentação, aplicar o questionário final com o objetivo avaliar as aprendizagens que foram construídas ao longo das aulas.

10- AVALIAÇÃO

É importante que a avaliação seja feita de forma contínua durante toda a aplicação da Unidade Temática, prevalecendo os aspectos qualitativos sobre os quantitativos. A avaliação não pode ser vista como classificatória ou num momento onde o aluno mostra o quanto memorizou os conceitos que foram trabalhados em aula, porém ela deve ser elaborada de forma que possibilite ao aluno a oportunidade de expressar suas ideias e conhecimentos sobre o assunto. Dessa forma, as perguntas que estarão nas atividades ou provas, devem ser subjetivas, permitindo ao aluno a revelar as hipóteses que construiu e até mesmo as que ainda faltam construir.

Ao aluno expressar suas ideias e conhecimentos, o professor não irá somente dizer o que está certo ou errado, mas através das respostas dos alunos, o professor poderá refletir sobre quais estratégias pedagógicas irá utilizar para interagir e mediar a aprendizagem. Ou seja, a avaliação pode ser um importante instrumento para se escolher caminhos, pontuar futuras ações e intervir de maneira mais eficaz. Com isso, para uma avaliação mediadora, o professor precisa observar e prestar muita atenção no aluno, não somente na prova que ele entrega, mas durante as discussões, ouvindo seus argumentos e posicionamentos, propondo-lhe novas questões, desafiando e guiando-o para um caminho de aprendizagem e autonomia.

Compreendendo a avaliação dessa maneira, a Unidade Temática apresentada nesse trabalho foi construída pensando e estimulando você, professor, a olhar para o aluno durante todo o processo, avaliando qualitativamente, não uma avaliação somente do produto final, mas de toda a caminhada de aprendizagem. Em vários momentos, te instigamos a ouvir e refletir sobre os argumentos e hipóteses levantadas pelos alunos. Os momentos de discussão e troca de ideias foram diversos, possibilitando esse olhar mais individual e profundo de cada aluno.

Podemos citar alguns princípios colocados por Jussara Hoffman (2018) sobre o que significa avaliar na concepção mediadora:

- 1.Oportunizar aos alunos muitos momentos de expressar suas ideias;
- 2.Promover discussão entre os alunos a partir de situações problematizadora;
- 3.Realizar várias tarefas individuais, menores e sucessivas, buscando entender as respostas apresentadas pelos estudantes;
- 4.Em vez do certo/errado e da atribuição de pontos, fazer comentários sobre as tarefas dos alunos, auxiliando-os a localizar as dificuldades, oferecendo-lhes oportunidades de descobrirem melhores soluções;
- 5.Transformar os registros de avaliação em anotações significativas sobre o acompanhamento dos alunos em seu processo de construção de conhecimento. (2018, p.72-73)

Através desses princípios essa Unidade Temática foi elaborada, então, para isso observe o crescimento do aluno durante as aulas, às respostas dadas aos questionamentos, aos seus posicionamentos, bem como sua participação nas discussões, evidentemente, que as atividades escritas realizadas pelos alunos também são instrumentos para a sua avaliação.

11- CONCLUSÃO

Espera-se que o produto educacional apresentado nesse trabalho, contribua para a sua prática pedagógica, pois é um material com atividades fáceis, simples e que necessitam de poucos recursos. Porém, essas atividades possuem um grande potencial em proporcionar ao aluno uma formação para a vida, uma formação cidadã.

Além disso, o nosso desejo é que esse material te sirva de apoio e te auxilie no planejamento de suas aulas, nos estudos de aprofundamento, ou seja, no dia a dia de sala de aula. Pois, muitas vezes, a carga horária elevada impede que o professor faça uma busca sobre abordagens diferenciadas para os conteúdos que trabalharão em suas aulas.

Nossa expectativa, é que através do desenvolvimento da Unidade Temática “Poluição: um inimigo invisível” e principalmente dos momentos de reflexão proporcionados durante as aulas, que o aluno, além de compreender o mundo natural em que está inserido, possa contribuir, participar e modificar a sua realidade, fundamentado nos conhecimentos construídos na escola. Além disso, que o aluno seja capaz de compreender nossa responsabilidade de cuidar e preservar o meio ambiente.

REFERÊNCIAS

ATKINS, Peter; JONES, Loretta. **Princípios de química: questionando a vida moderna e o meio ambiente**. 3.ed. Porto Alegre: Bookman, 2006.

BRASIL. **Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente** – CONAMA Nº 003 de 28 de junho de 1990 estabelece os padrões de qualidade do ar, in Diário Oficial da União, de 22/08/90, Seção I, p. 15.937 a 15.939.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente – MMA. **1º Inventário nacional de emissões atmosféricas por veículos automotores rodoviários**. Brasília- DF: 2011. Site oficial do MMA. Disponível em < https://www.mma.gov.br/estruturas/163/publicacao/163_publicacao27072011055200.pdf > Acessado em: 05/10/2020

COELHO, Juliana Cardoso. **A chuva ácida na perspectiva de tema social: um estudo com professores de química em criciúma (SC)**. Dissertação de mestrado. Programa de Pós-graduação em Educação Científica e Tecnológica – PPGECT. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis- SC, 2005.

COELHO, Lucia Helena Gomes. **Aperfeiçoamento de métodos para a determinação de componentes ácidos e básicos em amostras de água da chuva**. Dissertação de mestrado. Instituto de Química. Universidade de São Paulo – USP. São Paulo – SP, 2005.

CORRADINI, Fernando. **Efeito da temperatura do líquido de arrefecimento na produção de emissões poluentes de motor de ignição por faísca**. Trabalho de curso. Mestrado Profissionalizante em Engenharia Automotiva. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo – SP, 2005.

DAPPER, Steffani Nikoli; SPOHR, Caroline; ZANINI, Roselaine Ruviano. **Poluição do ar como fator de risco para a saúde: uma revisão sistemática no estado de São Paulo**. Revista Estudos Avançados, v.30, n.86, São Paulo- SP, jan./abr. 2016.

DRUMM, Fernanda Caroline *et al.* **Poluição atmosférica proveniente da queima de combustíveis derivados do petróleo em veículos automotores**. Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental – REGET, v. 18, n. 1, p. 66-78, Abr 2014.

ESPÍNDOLA, Gabriel Lopes. **Redução das emissões de CO₂ do setor de transportes brasileiro aplicando a metodologia de Diagrama de Fontes de Carbono**. Trabalho de conclusão de curso (graduação). Universidade Federal do Rio de Janeiro, Escola de Química, Bacharel em Engenharia Química, Rio de Janeiro – RJ, 2020.

FARNARO, Adalgiza. **Águas de chuva: conceitos e breve histórico. Há chuva ácida no Brasil?** Revista USP, São Paulo-SP, n.70, p. 78-87, junho/agosto 2006.

FERREIRA, Potiguara Chagas; LIU, Andréa Santos. **A importância do uso de conversor catalítico em automóveis para o meio ambiente**. In: X Encontro Latino Americano de Iniciação Científica e VI Encontro Latino Americano de Pós-

Graduação – Universidade do Vale do Paraíba. Resumo. São José dos Campos – SP, p.2156 – 2158, 2006.

GIRARD, James; **Princípios de Química Ambiental**. Rio de Janeiro:LTC, 2016.

GUARIEIRO, Lilian; VASCONCELLOS, Pérola; SOLCI, Maria Cristina. **Poluentes atmosféricos provenientes da queima de combustíveis fósseis e biocombustíveis: uma breve revisão**. Revista Virtual Química, v.3, n. 5, p. 434 – 445, 2011.

FAVALLI, Leonel Delvai; SILVA, Karina Alessandra Pessôa da; ANGELO, Elisangela Andrade. **Projeto Radix: ciências**. 2.ed. São Paulo: Scipione, 2012.

FRANCISCO, R.P; **Estudo termodinâmico da queima de combustíveis em caldeiras usando balanços de energia**.2012. Dissertação (Programa de Pós-graduação em Engenharia de Energia) – Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, Universidade Federal de São João Del-Rei. São João Del Rei – MG, 2012.

HOFFMANN, Jussara; **Avaliação mediadora: uma prática em construção da pré-escola à universidade**. 34 ed. – Porto Alegre: Mediação, 2018.

KRUGER, Verno; LOPES, Cesar Valmor Machado; **Propostas para o ensino de química: águas**. Porto Alegre: UFRGS, 1997.

LENZI, Ervim; FAVERO, Luzia OtiliaBortotti; **Introdução à Química da atmosfera: ciência, vida e sobrevivência**. Rio de Janeiro:LTC, 2014.

MARTINS, L. C. et al. **Poluição atmosférica e atendimentos por pneumonia e gripe em São Paulo, Brasil**. Revista de Saúde Pública, v.36, n.1, p.88-94. 2002.

MARTINS, C. R; ANDRADE, J. B.**Química atmosférica do enxofre (IV): emissões, reações em fase aquosa e impacto ambiental**.Revista Química Nova, v.25, n.2, Abril/Maio,SãoPaulo-SP, 2002.

MIRLEAN, Nicolai; VANZ, Argeu; BAISCH, Paulo. **Níveis e origens da acidificação das chuvas na região do Rio Grande, RS**. Revista Química Nova. v.23 n.5, p. 590 – 593, São Paulo set./out. 2000.

MEDEIROS, S. B; **Química Ambiental**. 3 ed. Revista e ampliada. Recife, 2005.

MÓL, Gerson de Souza; SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos. (Coordenadores) **Química e Sociedade**. São Paulo-SP:Nova Geração, 2005.

MOZETO, Antonio; **Química atmosférica: a química sobre nossas cabeças**. Cadernos Temáticos de Química Nova na Escola, edição especial, p. 41 – 49, maio 2001.

PERUCH, Maria da Glória Buglione; **Mecanismo da redução de SO₂ utilizando carvão vegetal atividade e grafite**.Curso de Pós-Graduação em Química. Centro de Ciências Físicas e Matemáticas – CFM, Universidade Federal de Santa Catarina. UFSC. Florianópolis, SC. 2002

SEEG. **Emissões dos setores de energia, processos industriais e uso de produtos.** Disponível em: <<http://energiaeambiente.org.br/wp-content/uploads/2018/01/Emissoes-dos-Setores-de-Energia-e-Processos-Industrias-Documento-de-Analise-2018.pdf>>. Acesso em 11 jul. 2020.

SILVA, Cristina Neves da. **Ensinando a química do efeito estufa no Ensino Médio: possibilidades e desafios.** Revista Química Nova na Escola. v.31, n.4 , nov, 2009.

SITE VEJA/ABRIL; Imagem da reportagem da revista Veja: **Poluição do ar pode aumentar risco de insuficiência cardíaca e câncer de pulmão.** Disponível em <<https://veja.abril.com.br/saude/poluicao-do-ar-pode-aumentar-risco-de-insuficiencia-cardiaca-e-cancer-de-pulmao/>> Acessado em: 13/04/2020

SITE EURONEWS; Imagem da reportagem: **Poluição atmosférica afeta 300 milhões de crianças no mundo.** Disponível em <<https://pt.euronews.com/2016/10/31/poluicao-atmosferica-afeta-300-milhes-de-criancas-no-mundo>>. Acessada em: 2/07/2019

MATERIAL DE APOIO

Material de apoio 1– Questionário avaliação diagnóstica

(O questionário está disponível para download através do link <https://bit.ly/33F3gZX>)

QUESTIONÁRIO

1- Qual o grau de importância você daria para o trabalho de temas ambientais na sala de aula?

- () Muito importante
 () Importante
 () Pouco importante
 () Nada importante
 () Não sei opinar

2- Você acredita que a abordagem de temas ambientais na escola pode contribuir para uma mudança nas atitudes dos alunos?

- () Contribui muito
 () Contribui
 () Contribui pouco
 () Não contribui em nada
 () Não estou certo(a) sobre isso

3- Nos livros didáticos de Química, você percebe a inserção de questões ambientais?

- () Sim
 () Não
 () Sim, mas muito pouco

4- Quais dos assuntos abaixo você estudou durante sua formação na educação básica?

- () Camada de ozônio
 () Efeito estufa
 () Aquecimento global
 () Chuva ácida
 () Lixo
 () Poluição
 () Outros _____

5- Em qual (ou quais) disciplina(s) você estudou os assuntos da questão anterior?

6- Você possui cuidados ou preocupações no ambiente de trabalho e/ou estudo em relação ao meio ambiente? Cite algum.

7- Onde você costuma ouvir/ler sobre questões ambientais:

- () Televisão () Jornais ou revistas
 () Escola () Outros _____

8- Quais as expectativas com relação as atividades que serão desenvolvidas durante a Unidade Temática?

9- Baseado nos conhecimentos construídos ao longo da sua formação, defina cada fenômeno abaixo:

a) Camada de ozônio

b) Efeito estufa

c) Aquecimento global

d) Chuva ácida

e) Lixo

f) Poluição

Muito obrigada por sua participação!

Material de apoio 2- Slides da aula 1

(Os slides estão disponíveis para download através do link <https://bit.ly/33F3gZX>)



Questionário

Seja sincero! Escreva aquilo que realmente acredita!

Duração: 20 minutos

Anotem os pontos

mais importantes e o que

acharam interessante
no vídeo!

O que é atmosfera terrestre?

Não sinto nada sobre minha cabeça, então, será que ela realmente existe?

Se ela existe, será que tem massa?

E se tem massa, por que não morremos com o peso dela sobre nós?

ATMOSFERA TERRESTRE

Uma grande camada de gases que envolve a terra, e traz para ela as condições ideais para que a vida na terra se mantenha.

Os principais constituintes da atmosfera são o nitrogênio (N_2), oxigênio (O_2), vapor d'água (H_2O), argônio (Ar) e dióxido de carbono (CO_2).



ATMOSFERA TERRESTRE

Importância...

- Fornece o oxigênio para a respiração animal e dióxido de carbono utilizado pelas plantas no processo da fotossíntese.
- Impede que a água seja perdida para o espaço e consequentemente, diminua sua quantidade;
- Atua como um "escudo protetor" que impede as radiações cósmicas de alta energia chegarem até a superfície terrestre.
- Modera o clima barrando parte do calor de ser disseminado pelo espaço.



- A atmosfera é constituída por gases, então ela é matéria. Por consequência, ocupa espaço e possui massa.
- Pode alterar seu volume (compressão ou expansão).
- Os gases da atmosfera exercem pressão sobre as nossas cabeças: pressão atmosférica.
- Como a pressão atmosférica está ligada a massa de ar, quando maior a altitude, menor a quantidade de ar, menor a pressão também.



Material de apoio 3– Roteiro dos experimentos

(Os roteiros estão disponíveis para download através do link <https://bit.ly/33F3gZX>)

Experimento - Grupo 1

Nomes: _____

Ovo na garrafa

❖ Materiais necessários:

- Um ovo cozido descascado;
- Uma garrafa de vidro com gargalo menor que o ovo;
- Algodão;
- Fósforos;
- Álcool.

❖ Procedimento:

- 1-Molhe o algodão com um pouco de álcool.
- 2-Coloque o algodão dentro da garrafa de vidro.
- 3-Risque palitos de fósforos e jogue dentro da garrafa de vidro, ou colocar uma pequena bola de algodão em chamas dentro do frasco, com a ajuda de uma pinça.
- 4-Tampe a boca da garrafa com o ovo cozido.

❖ Antes do experimento...

- Previsão do que irá acontecer

❖ Depois do experimento...

- Relato do que aconteceu

- Baseado em nossas discussões em sala de aula e na sua pesquisa, explique o fenômeno que foi descrito no item anterior;

Bom trabalho!!

Experimento - Grupo 2

Nomes: _____

Balão que murcha e enche sozinho

❖ Materiais necessários:

- Garrafa;
- Balão;
- Dois recipientes;
- Água quente e fria.

❖ Procedimento:

- 1-Colocar um balão na boca da garrafa;
- 2- Colocar água quente em um dos recipientes e água fria no outro;
- 3-Colocar a garrafa com o balão preso no recipiente com água quente e depois no recipiente com água fria.

❖ Antes do experimento...

- Previsão do que irá acontecer

❖ Depois do experimento...

- Relato do que aconteceu

- Baseado em nossas discussões em sala de aula e na sua pesquisa, explique o fenômeno que foi descrito no item anterior;

**Bom
trabalho!!**

Material de apoio 4 – Sugestões de notícias

(As notícias estão disponíveis para download através do link <https://bit.ly/33F3gZX>)

Mortes causadas pela poluição do ar aumentam 14% em 10 anos, aponta ministério da Saúde

Doenças isquêmicas do coração ocupam o primeiro lugar na causa de mortes, seguido das doenças cerebrovasculares e do câncer. No ano passado, internações por problemas respiratórios custaram R\$ 1,3 bilhão ao SUS.

Um estudo do Ministério da Saúde aponta que o número de mortes classificadas como decorrentes da poluição do ar aumentou 14% em dez anos. Foram 38.782 em 2006 para 44.228 mortes em 2016, de acordo com o estudo "Saúde Brasil 2018", divulgado nesta semana em que é celebrado o Dia Mundial do Meio Ambiente.

Poluição é responsável por 1 a cada 4 mortes prematuras no mundo. Segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS), a estimativa é que ocorram anualmente 4,2 milhões de mortes prematuras atribuídas à poluição do ar ambiente no mundo. Desse total, 91% ocorrem em países de baixa e média rendas do Pacífico e Sudeste Asiático.

A organização também estima que a poluição do ar tenha sido responsável, no ano de 2016, por cerca de 58% de mortes prematuras por doenças cerebrovasculares (DCV) e doenças isquêmica do coração (DIC); 18% por doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC) e infecção respiratória aguda baixa; e 6% por câncer de pulmão, traqueia e brônquios.

Acessado em 14/10/2019.
em: <https://outline.com/qVcjC5> Atualizado 07/06/2019.

Notícia completa

Poluição atmosférica causa duas vezes mais mortes do que se pensava, diz estudo

A poluição atmosférica mata a cada ano de forma prematura 8,8 milhões de pessoas no mundo, o dobro do que era estimado até agora, segundo um novo estudo publicado nesta terça-feira (12).

Entre 40% e 80% destas mortes, baseadas em cifras de 2015, são causadas por ataques cardíacos, AVCs e outros tipos de doenças cardiovasculares, segundo os autores da pesquisa, publicada na revista *European Heart Journal*.

Isto significa que a poluição atmosférica provoca anualmente mais mortes que o tabaco, responsável por 7,2 milhões de óbitos no mesmo ano, segundo dados da Organização Mundial da Saúde (OMS).

"Pode-se evitar fumar, mas não se pode evitar estar submetido ao ar poluído", indicou um dos responsáveis do estudo, o professor Thomas Münzel, da Universidade de Mainz (Alemanha).

Em nível mundial, os estudos haviam cifrado até agora o número total de mortes em cerca de 4,5 milhões.

Estes cálculos também são superiores aos da Agência Europeia do Meio Ambiente (AEMA).

Em seu informe anual publicado em outubro, a AEMA considerou que a poluição do ar com partículas muito finas (PM_{2,5}), dióxido de nitrogênio (NO₂, emitido pelos motores a diesel) e ozônio foi responsável em 2015 por 518.000 mortes prematuras na Europa e por 480.000 na UE.

Os autores do estudo consideram "urgente" rebaixar os tetos de exposição às partículas finas.

O limite anual médio para as PM_{2,5} fixado pela UE é de 25 microgramas por metro cúbico, ou seja, 2,5 vezes mais que as recomendações da OMS.

"Dado que a maior parte de partículas finas e de outros poluentes atmosféricos na Europa procedem da combustão de energias fósseis, é urgente passar a outras fontes de energia", segundo Lelieveld.

"Até agora, estávamos nos concentrando no risco de câncer relacionado com a poluição do ar ou nos efeitos imediatos no aparelho respiratório. Agora, compreendemos melhor seu vínculo com os problemas cardíacos, os efeitos sobre o cérebro ou a reprodução", declarou à AFP o diretor da AEMA, Hans Bruyninckx, em uma entrevista independente da publicação do estudo.

Acessado em 14/10/2019. Notícia completa em:

<https://outline.com/9TpmDMA> atualizado em: 12/03/2019

Petrobras aparece em lista de maiores empresas emissoras de CO2 do mundo

As 20 companhias, todas petrolíferas, foram responsáveis por 35% das emissões de dióxido de carbono no planeta de 1965 a 2017

Um relatório internacional produzido pelo Climate Accountability Institute mostra as 20 empresas que mais emitem gases do efeito estufa em todo o mundo. De acordo com os dados, as 20 companhias, todas petrolíferas, foram responsáveis por 35% das emissões de dióxido de carbono no planeta de 1965 a 2017.

A [Petrobras](#) aparece em 20ª colocação no ranking de maiores emissores.

Por meio de nota, a Petrobras informou que tem buscado aplicar tecnologias para reduzir a intensidade de carbono emitida, como a reinjeção do gás nos poços de petróleo no subsolo (em vez de seu lançamento na atmosfera). De acordo com a empresa, de 2009 a 2018, foi evitada a emissão de mais de 120 milhões de toneladas de dióxido de carbono e a estimativa é, até 2025, reinjetar 40 milhões de toneladas no subsolo.

“Atualmente, a Petrobras apresenta, dentre as grandes produtoras de óleo e gás natural, o segundo melhor desempenho em emissões relativas (CO2/barril) nas atividades de exploração e produção. A Petrobras assumiu o compromisso de crescimento zero das emissões operacionais no horizonte até 2025 (ano base 2015), mesmo com o aumento da produção, firmando metas de redução de intensidade de emissões de 32% na exploração e produção de petróleo e 16% no refino”, encerra a nota.

Acessado em 14/10/2019. Notícia completa em:

<https://outline.com/e9JUUN> Atualizada em: 10/10/2019

Poluição do ar pode ter efeito em doença arterial, diz estudo

Aterosclerose coronariana pode ter ligação direta com a poluição do ar

A China precisa rever os níveis de dióxido de nitrogênio que são permitidos existirem no ar. É o que indicam os resultados de uma nova pesquisa da Universidade de Buffalo, nos Estados Unidos, a poluição do ar no país possui efeitos consideráveis sobre a aterosclerose coronariana, doença cardiovascular que altera funções arteriais e reduz o fluxo sanguíneo no corpo humano. Embora estudos parecidos tenham sido feitos nos Estados Unidos e na Europa, esse é o primeiro a investigar a conexão direta entre a poluição do ar e o cálcio na artéria coronária na China. Recentemente, o país passou a se preocupar em reduzir os altos níveis de poluição existentes em algumas regiões, como no Norte.

Meng Wang, um dos nomes envolvidos na pesquisa, é professor-assistente de saúde ambiental na Escola de Saúde Pública da Universidade e diz que o estudo fornece dados importantes para compreender os efeitos dos poluentes globalmente. “Este estudo pode fornecer evidências de que a aterosclerose coronariana é uma via patológica pela qual a exposição à poluição do ar aumenta o risco de morte por doença cardíaca coronária. A aterosclerose é um processo ao longo da vida. Como tal, os efeitos da exposição à poluição do ar na aterosclerose são provavelmente crônicos”, disse, em nota, Wang.

Ao estabelecer uma relação entre a poluição e a condição de saúde, é possível fornecer uma chance para que as instituições controlem a exposição das pessoas diante da poluição antes que ela se torne mais prejudicial à saúde.

O estudo centrou-se nos níveis de dióxido de nitrogênio e PM2.5, que são partículas finas que podem ser facilmente inaladas. A pesquisa também analisou a proximidade do tráfego e usou o dióxido de nitrogênio como um indicador mais preciso das emissões veiculares. O resultado mostra que o risco de um maior escore de cálcio na artéria coronária aumentou em 24,5% para cada 20 microgramas por metro cúbico de aumento de ar no dióxido de nitrogênio.

Em 2015, mais de 95% da população chinesa estava exposta a concentrações de PM2.5 e dióxido de nitrogênio acima do nível mínimo do estudo, de acordo com Wang. “Como mais de 40% de todas as mortes são atribuíveis a doenças cardiovasculares, a contribuição potencial de poluentes do ar para doenças cardiovasculares na China é muito grande”, disse o professor.

Acessada em 14/10/2019. Notícia completa em:

<https://outline.com/mZutUb> Atualizada em 13/07/2019. Por **Maria Eduarda Cury**.

Doze governadores manifestam apoio a acordo de redução da emissão de gases

Governadores de 11 estados e do Distrito Federal estão de acordo com as metas estabelecidas pelo Brasil para enfrentamento das mudanças climáticas, informou o Fórum Brasileiro de Mudanças do Clima. Amapá, Amazonas, Distrito Federal, Espírito Santo, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Paraná, Pernambuco, Rio de Janeiro, Rio Grande do Norte, Rio Grande do Sul e São Paulo manifestaram-se de forma favorável ao cumprimento do Acordo de Paris.

O Brasil é signatário do Acordo de Paris, no qual foi pactuada a redução da emissão de gases no planeta. Os países envolvidos no acordo concordaram com a meta de manter o aumento da temperatura média global abaixo de 2°C em relação aos níveis pré-industriais. Os signatários devem ainda se empenhar em limitar o crescimento dessa temperatura a 1,5°C acima dos níveis pré-industriais. Cada país deveria entregar a chamada Contribuição Nacionalmente Determinada (NDC), com medidas a serem tomadas.

O documento brasileiro foi entregue em setembro de 2015 e estabelece o compromisso do país de chegar em 2025 com níveis de emissão de gases de efeito estufa 37% abaixo do verificado em 2005. Em 2030, a proporção deverá chegar a 43%. Para atingir essas metas, o Brasil deverá garantir que sua matriz energética seja composta por 18% de bioenergia sustentável e 45% de energias renováveis. Outro compromisso é restaurar e reflorestar 12 milhões de hectares de florestas.

Na última quinta-feira (25), o assunto estava em pauta no Fórum Clima 2019: Riscos atuais e ação dos estados, realizado no Rio de Janeiro. O evento foi organizado com o objetivo desenvolver relações com os governos estaduais para apoio às mudanças necessárias para mitigar os efeitos das mudanças climáticas.

Acessado em 14/10/2019. Notícia completa em: <https://jovempan.com.br/noticias/brasil/doze-governadores-manifestam-apoio-a-acordo-de-reducao-da-emissao-de-gases.html> Atualizada em: 28/04/2019. Por Joven Pan

Ambientalistas pedem volta da inspeção veicular; medida está prevista em lei

Entidades ambientalistas protocolaram um pedido ao Ministério Público Federal (MPF) nesta quinta-feira, 2, que pede a volta da inspeção veicular nos veículos automotivos, caminhões, motos e ônibus, sobretudo nas áreas mais poluídas do Brasil. Eles argumentam que o fim da medida acabou com a garantia de melhora da qualidade do ar.

A inspeção veicular foi obrigatória em São Paulo e no Rio de Janeiro até recentemente, e está prevista em lei desde 1997. A representação, assinada por 30 entidades e entregue à Deborah Duprat, procuradora federal dos Direitos do Cidadão, diz que o fim da inspeção continuará a provocar um “elevado número de mortes” em função da poluição, principalmente nesses dois estados do sudeste, embora outras regiões também sejam motivo de preocupação.

Cerca de 50 mil pessoas morrem anualmente no Brasil por causa da poluição do ar, segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS). Os grupos mais vulneráveis são crianças e idosos.

Segundo Carlos Bocuhy, presidente do Instituto Brasileiro de Proteção Ambiental (Proam), uma das entidades que assina a representação, uma resolução do Conselho Nacional de Trânsito (Contran) de 5 de abril de 2017 dava um prazo até o final de 2019 para a volta da inspeção. Porém, em abril do ano passado houve contestações por parte dos departamentos estaduais e a medida segue suspensa.

Para Lisiane Becker, do Instituto Mira-Serra, a suspensão da inspeção veicular é extremamente prejudicial à saúde pública.

“A sociedade brasileira deve cobrar essa inadimplência que é extremamente prejudicial à saúde pública, evitando a altíssima conta a ser paga pelo sistema público de saúde”.

Bocuhy acrescenta que, como os catalisadores de motos têm baixa durabilidade, a indústria automotiva posterga a adequação a um padrão mais moderno e, com uma frota antiga (no caso dos caminhões, por exemplo, tem, em média, 11 anos), a situação só tende a se agravar.

“A inspeção sozinha não resolve o problema da poluição dos veículos, mas ajuda muito no controle das emissões e não pode, de forma alguma, ser descartada como atualmente.”

Acessado em 14/10/2019. Notícia completa em: <https://jovempan.com.br/noticias/brasil/ambientalistas-pedem-volta-da-inspecao-veicular-medida-esta-prevista-em-lei.html> Atualizada em: 02/05/2019. Por Jovem Pan

Poluição afeta todos os órgãos do corpo humano, diz estudo

Cientistas afirmam que poluição pode causar problemas de pele e ossos, vários tipos de câncer e obstáculos à fertilidade

Dois estudos publicados nesta sexta-feira, 17, revelam que não apenas nossos pulmões estão sofrendo consequências do ar que respiramos. Da cabeça ao dedão do pé, todos os órgãos são potenciais alvos de danos causados pela poluição.

Cientistas do Forum of International Respiratory Societies afirmam que a poluição pode atingir o corpo cronicamente, “afetando cada órgão”. “Isso acontece porque partículas ultrafinas que passam para o pulmão e causam inflamação são “sugadas” pelas células e levadas via corrente sanguínea para todas as partes do corpo”, diz Dean Schraufnagel, professor da Universidade de Illinois, em Chicago, que liderou a pesquisa e falou ao The Guardian. Ele diz que esse processo pode causar problemas de pele e ossos, vários tipos de câncer e obstáculos à fertilidade.

De acordo com a Organização Mundial de Saúde (OMS), a poluição do ar é uma “emergência de saúde pública”. Novas análises indicam que 8,8 milhões de mortes prematuras todos os anos são causadas pela poluição. É uma causa maior do que o tabaco.

Acessado em 14/10/2019. Notícia completa em:
<https://jovempan.com.br/noticias/mundo/poluicao-afeta-todos-os-orgaos-do-corpo-humano-diz-estudo.html> Atualizada em: 17/05/2019. Por Joven Pan

Ar de Porto Alegre é duas vezes mais poluído do que aceitável, diz pesquisa

Estudos também revelam perigos para a saúde e custos da poluição.

Autoridades dizem que não há solução para o problema a curto prazo.

Hospitais lotados, congestionamentos no trânsito e paradas de ônibus sujas. O que tudo isso tem em comum? A poluição do ar de Porto Alegre. Recentes pesquisas sobre o assunto indicam que o ar da capital gaúcha contém, em média, o dobro de poluentes recomendados.

Trata-se de um mal invisível, que pode causar sérios danos ao organismo humano e que custa cerca de R\$ 360 milhões por ano aos cofres públicos. O vilão que ameaça silenciosamente a saúde dos porto-alegrenses tem um nome quase assustador: material particulado.

“Esse poluente, essa partícula, ele vem da queima do combustível, de carros e veículos pesados principalmente, e também é oriunda do atrito do pneu no asfalto, da borracha no asfalto. Então, vem tanto da borracha quanto do pavimento”, explica a professora de Farmacologia e Toxicologia, Claudia Ramos Rhoden. A pesquisadora faz parte de um grupo da Universidade Federal de Ciências da Saúde Porto Alegre (UFCSPA) que estuda esse tipo de poluição e constatou os perigos que ela representa à saúde.

Segundo Claudia, a poluição do ar trata-se de um mal urbano contra o qual o nosso organismo não está preparado para se defender. “Essas partículas pequenas não conseguem ser filtradas no nariz ou serem protegidas, o organismo não fica protegido pela via respiratória superior, e elas conseguem chegar no pulmão. Algumas partículas são tão pequenas que conseguem se dispersar ou conseguem circular por todo o organismo atingindo diferentes órgãos”, constata a pesquisadora.

Em média, o ar da capital é duas vezes mais poluído do que o recomendado pelos padrões internacionais. Mas em alguns momentos do dia esse índice é ainda pior, como nos horários de pico, no início da manhã e no fim da tarde. Mesmo fora dos horários de maior movimento, os índices de poluição são preocupantes. A reportagem presenciou um teste com um aparelho que mede a quantidade de poeira no ar no meio da tarde e o resultado foi um índice de poluição cinco vezes acima do recomendado pela Organização Mundial da Saúde (OMS).

“Os danos causados por esse tipo de poluente eles vão além do pulmão. A gente tem alterações cardíacas, alterações ligadas ao sistema nervoso central – e aí se detecta alteração no aprendizado e na memória – alterações relacionadas à fertilidade. Tem uma série de sistemas que são afetados pela exposição à poluição”, alerta a pesquisadora.

Segundo autoridades, não há soluções a curto prazo. O que o poder público tem feito para combater a poluição do ar em Porto Alegre? Segundo as autoridades, não existem políticas sérias sobre o assunto. Uma das alternativas apontadas é investir em transporte público, retirando carros particulares de circulação. Deixar o carro na garagem quando possível é uma das formas que cada um pode contribuir para tornar o ar da capital gaúcha mais respirável.

Acessado em 14/10/2019. Notícia completa em: <https://outline.com/fmNEKM>

Atualizado em: 15/07/2013. Por Dayanne Rodrigues

Rio Grande do Sul tem monitoramento precário da qualidade do ar

Das oito estações no Estados, inauguradas em 2000 pelo programa Pró-Guaíba, apenas uma é mantida pela Fepam

Ao escolher a poluição do ar como tema do Dia Mundial do Meio Ambiente, celebrado nesta quarta-feira, a Organização das Nações Unidas (ONU) deu luz a um assunto relacionado à morte anual de cerca de 7 milhões de pessoas no mundo, mas também revelou um problema que já se torna histórico em Porto Alegre e no Rio Grande do Sul. Das oito estações de monitoramento da qualidade do ar inauguradas em 2000 pelo programa Pró-Guaíba, apenas uma ainda é mantida pela Fundação Estadual de Proteção Ambiental (Fepam). As demais estão fechadas desde 2010, fazendo com que o Estado conte, principalmente, com dados fornecidos pela iniciativa privada.

“Hoje temos uma situação bem precária, principalmente porque grandes centros como Porto Alegre, Caxias e Novo Hamburgo não têm monitoramento”, explica o chefe da divisão de Monitoramento Ambiental da Fepam, Márcio Vargas. As estações servem para monitorar a emissão de quatro gases: ozônio, monóxido de carbono, dióxido de enxofre e dióxido de nitrogênio. Ainda é necessário controlar o material particulado menor do que 10 micrômetros e 2,5 micrômetros. Este último entrou para a lista em uma resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama) do ano passado e, conforme Vargas, o Estado ainda não tem capacidade para monitorá-lo. Ele explica que todos esses elementos são poluentes, mas que se ficarem dentro de um limite determinado pela legislação são seguros para a saúde pública. Se passar do permitido, eles oferecem riscos, associados principalmente a problemas respiratórios. A utilização de veículos automotores é a principal forma de poluição do ar nas grandes cidades, segundo o professor da Escola de Ciências da PUCRS Marçal José Pires. De acordo com ele, que atua na área de química atmosférica, a indústria, a geração de energia pela queima de combustíveis e as queimadas estão associadas aos poluentes, além de, em menor escala, algumas fontes naturais como vulcões e erosões.

Entre os poluentes, o ozônio vem sendo observado em quantidade acima da permitida na região Metropolitana de Porto Alegre, por exemplo. Conforme o professor, apesar de ser produzido na própria atmosfera, o elemento está associado aos automóveis, pois precisa da presença dos gases emitidos por eles para se formar. “De forma geral, o ozônio e as partículas finas são os dois principais poluentes atmosféricos que causam problema na maior parte do mundo”, afirma. “A única forma de saber, com certeza, o que está acontecendo é através dos dados. Isso não deveria, em hipótese alguma, ser desativado”, comenta o professor de Poluição Atmosférica da Ufrgs, Julio Emiro Ordóñez, ao falar sobre o fechamento de estações de controle da qualidade do ar no Estado.

Acessado em 14/10/2019. Notícia completa em: <https://www.correiodopovo.com.br/not%C3%ADcias/geral/rio-grande-do-sul-tem-monitoramento-prec%C3%A1rio-da-qualidade-do-ar-1.343435> Atualizada em: 05/06/2019. Por Henrique Massaro

Despoluição nas grandes cidades está longe de ser prioridade

Ações dão atenção para mobilidade urbana, mas pecam no que diz respeito à luta por melhor qualidade do ar

São contidas, ainda pequenas, as vitórias no compromisso de se desintoxicar o ar das cidades. Poucos lugares no mundo conseguiram banir das suas ruas e avenidas a fonte maior da emissão dos gases de efeito estufa (GEE): os veículos movidos a combustíveis fósseis. Botar automóveis e ônibus a correr para fora dos espaços intensamente povoados exige vontade e decisão. Mais do que isso, precisa ser prioridade política, tanto de governos quanto da sociedade.

No plano federal, o ministério das Cidades trata da questão com, basicamente, duas iniciativas, que parecem mais um tratado de metas a serem alcançadas em prazo incerto ou impreciso. Da parte dos municípios o interesse é obter recursos, a despoluição é detalhe. O texto oficial sobre as duas propostas defende a adoção de políticas e diretrizes que induzam “a migração de demanda do transporte individual por automóvel para o transporte público e o não motorizado”. Mudar a matriz energética por combustíveis menos intensivos em carbono, ou de emissão zero, assim como fomentar a diversidade e a segurança energética dos combustíveis utilizados em transporte público, são enunciados nas ações oficiais. A busca, informa o ministério, é equilibrar o uso de tecnologias “amigas do clima” e o valor final da tarifa de transporte público, para assegurar equidade social com menor impacto ambiental e na passagem ao usuário. A segunda ação não ambiciona a despoluição do ar. É o Programa Avançar Cidades – Mobilidade Urbana, que olha para a mobilidade urbana sustentável, prevendo a aplicação de dinheiro em infraestrutura, planejamento e gestão nas cidades. O Avançar está em andamento, e as cidades podem acessar os recursos disponibilizados. São verbas, por exemplo, para sistemas de transporte público, transporte ativo, planos de mobilidade urbana, projetos e estudos.

Os recursos solicitados, nos projetos eleitos, irão para o custeio de obras de pavimentação, calçadas com acessibilidade, sinalização viária, recapeamento, microdrenagem em bairros, e implantação de ciclofaixas. Os agentes financeiros são, principalmente, o BRDE e a Caixa Econômica Federal. Contudo, as ações não enfrentam frontalmente o CO₂ no ar nas cidades, nem incentivam veículos não poluentes. Visam apoiar a mobilidade, sem alterar a frota em circulação.

Modos ativos de transporte (não motorizados) até que são estimulados pelo ministério. Há recursos financeiros à implantação e requalificação de infraestrutura por meio do Programa Avançar. Os sistemas de transporte de massa, como metrô, BRTs, e corredores, têm o apoio do Avançar. No seu conjunto, podem cortar as emissões de GEE, e poluentes locais. Entretanto, não bastam para despoluir o ar das grandes cidades.

Acessado em 14/10/2019. Notícia completa em: <https://www.correiodopovo.com.br/not%C3%ADcias/geral/despolui%C3%A7%C3%A3o-nas-grandes-cidades-est%C3%A1-longe-de-ser-prioridade-1.274066> Atualizada em:01/12/2018. Por Heron Vidal

Tratores sustentáveis trazem mais potência e menor consumo

Máquinas expostas na Expodireto deste ano já estavam adaptadas às exigências do Programa de Controle da Poluição do Ar por Veículos Automotores

Reduzir a emissão de gases poluentes e, com novas tecnologias, ainda melhorar o consumo e o desempenho das máquinas agrícolas. Esta é a meta do Programa de Controle da Poluição do Ar por Veículos Automotores (Proconve), que entrou em sua última fase de implantação, voltada para as Máquinas Agrícolas e Rodoviárias (MAR-1), em janeiro deste ano.

Para Odorissi, o Brasil está atrasado na política para redução da emissão de gases poluentes. “É uma norma que existe nos Estados Unidos e na Europa desde 2006. No Brasil, começou em 2017 com os motores maiores, que são os que poluem mais”, relembra o gerente de produtos da Mahindra, Rafael Odorissi.

Com as melhorias no sistema de combustão, o gestor de produtos observa que os motores da Mahindra, que têm foco em tratores para agricultura familiar, ficaram mais tecnológicos. “Eles trazem mais potência e menor consumo”, afirma. Conforme Odorissi, a reciclagem de gases de escape reduz a emissão de material particulado em 85% e dos óxidos de nitrogênio (NOx) em 75%.

O gerente de produtos da LS Tractor, Astor Kilpp, concorda que o Brasil demorou para aderir ao programa. “Não apenas as indústrias agrícolas, mas todos os setores devem criar consciência ambiental. É uma legislação que só vem a beneficiar o Meio Ambiente. Temos que entregar um planeta melhor aos nossos netos no futuro”, ressalta.

O supervisor de produtos da Valtra, Winston Quintas, observa que a norma brasileira saiu do zero para a equivalente ao Tier-3. “Não existia controle para regular a emissão no país. O MAR-1 equivale ao Tier-3. No entanto, a Europa já está dois níveis acima. Estão evoluindo para a fase 5 do programa”, compara.

Quintas observa que a Valtra optou pela queima interna de gases no motor. “Estamos preparados para atender exigências mais restritivas que podem vir a surgir. Os motores fazem a queima mais perfeita. Temos a certeza de que estão aptos a qualquer teste”, assegura. Segundo o supervisor, existem marcas que usam sistemas mais simples e terão que fazer mudanças maiores com a chegada de novas legislações. “O nível de emissão chegará num ponto em que o trator vai atuar como filtro. O ar sairá mais limpo do que chegou ao motor”, prevê.

A legislação MAR-1 define limites de emissões dos poluentes monóxido de carbono (CO), hidrocarbonetos (HC), óxidos de nitrogênio (NOx) e material particulado (MP). Se comparada com motores não certificados ou não regulamentados, a redução da poluição de material particulado da fase MAR-1 pode chegar a 85% e de NOx a até 75%.

Acessado em: 14/10/2019. Notícia completa em: <https://www.correiodopovo.com.br/not%C3%ADcias/rural/expodireto/tratores-sustent%C3%A1veis-trazem-mais-pot%C3%A2ncia-e-menor-consumo-1.326939> Atualizado em: 16/03/2019 .Por Halder Ramos

Poluição do ar no RS: uma densa nuvem a ser dispersa

No Rio Grande do Sul estamos praticamente no escuro quando o assunto é qualidade do ar.

O tema elencado pela ONU para ser discutido no Dia Mundial do Meio Ambiente de 2019 é a poluição atmosférica, responsável pela morte de 7 milhões de pessoas por ano no mundo, afetando com maior intensidade os mais vulneráveis como mulheres, crianças, idosos e, principalmente, grupos de baixa renda. Quase 90% das mortes relacionadas à poluição do ar ocorrem em países de baixa e média renda. Trata-se, por tanto, de uma questão de justiça ambiental.

No Rio Grande do Sul estamos praticamente no escuro quando o assunto é qualidade do ar. E não é só pela densa fumaça que se acumula sobre nossas metrópoles, que por vezes, em função de fenômenos como a inversão térmica, não se dispersa, permanecendo na baixa atmosfera como uma neblina negra que irrita as vias aéreas e pode agravar a situação de pessoas que já enfrentam alguma enfermidade respiratória. Aliás, tal fenômeno tem se tornado cada vez mais comum em Porto Alegre, principalmente no inverno.

Não é só pelas densas nuvens de emissões lançadas ao céu por gigantes indústrias, como a CMPC em Guaíba que, além dos materiais particulados e do odor nauseante dos Compostos Reduzidos de Enxofre, por vezes chega a tapar o sol. Ou como o Complexo Termelétrico Presidente Médici (sim, ainda guarda em seu nome a homenagem a um dos presidentes militares), cujos resíduos das cinzas da queima do carvão emitidas por suas chaminés, entre paradas e retomadas da operação, se espalham por toda a cidade de Candiota. Ainda não é só por que a Resolução Conama 03/90 que estabelecia nossos padrões de qualidade do ar foi revisada para pior pelo Conama, não adotando os padrões da OMS atualizados em 2015 e perdendo qualquer efetividade protetiva: um retrocesso de 30 anos! Lembrando também que o Conama foi seriamente atacado pelo governo federal ao reduzir de 96 para 23 o número de entidades conselheiras, comprometendo ainda mais o controle social e aumentando o poder (que já era grande) dos setores poluidores.

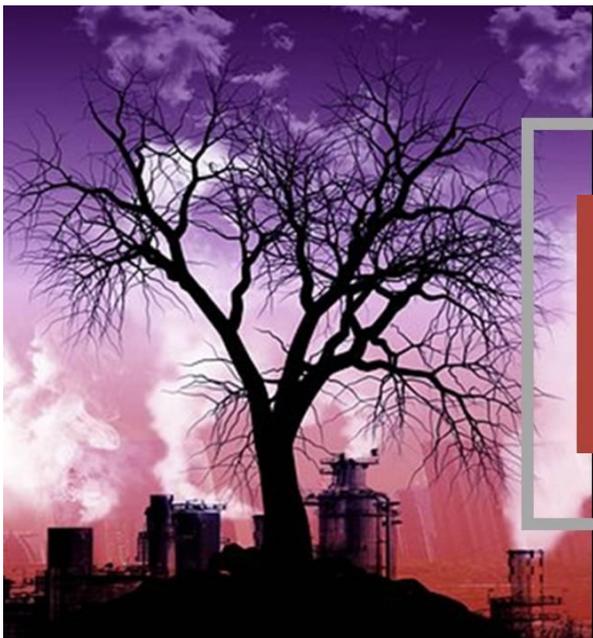
Estamos no escuro em relação à qualidade do ar no RS por falta de dados. Nossa rede de monitoramento público da qualidade do ar no RS acabou. As poucas informações que temos são produzidas justamente por indústrias que contribuem com a poluição de nossa atmosfera. Ciência, políticas públicas e tomadas de decisão (como os licenciamentos ambientais), tem que ser feitos com base em dados. Sem uma base de dados robusta, idônea e independente do setor poluidor e sem processos de tomada de decisão que reflitam as necessidades e anseios da população, ficamos ainda mais fragilizados enquanto sociedade preocupada com a saúde e qualidade de vida desta e das futuras gerações.

Não vai ser fácil sair dessa escuridão toda, e a luz no fim do túnel é só uma: envolvimento. Para além das mudanças de hábitos individuais (que também são importantes) procure se organizar, procure alguma instituição de sua confiança, ONG, movimento social, partido político, veículo de comunicação, grupo de pesquisa acadêmico, associação de bairro, escola, sindicato, empresa, organização baseada na fé, comunidade, etc. E construa as saídas, ecologize estes espaços. Acende a tua luz nesse breu.

Acessado em: 14/10/2019. Notícia completa em:
<https://www.sul21.com.br/opiniaopublica/2019/06/poluicao-do-ar-no-rs-uma-densa-nuvem-a-ser-dispersa-por-eduardo-raguse-quadros/> Atualizado em: 05/06/2019. Por Eduardo Raguse Quadros

(Os slides estão disponíveis para download através do link <https://bit.ly/33F3gZX>)





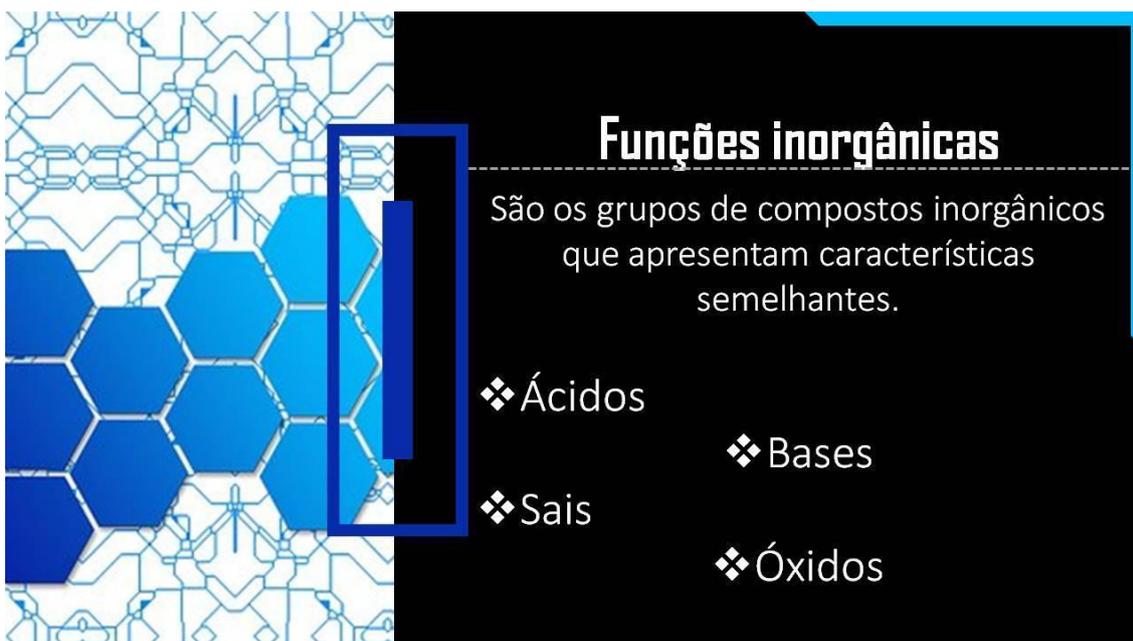
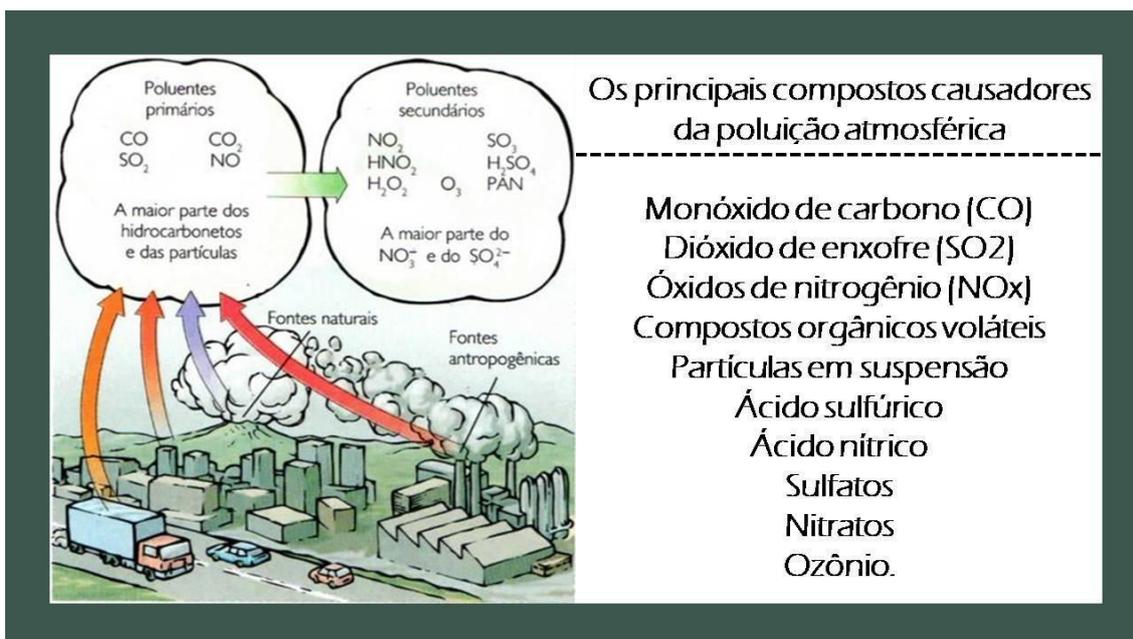
Classificação dos poluentes atmosféricos

- ❖ Poluentes primários: são diretamente emitidos por algum processo, por exemplo os gases liberados nos automóveis.
- ❖ Poluentes secundários: produzidos por reações químicas entre os poluentes primários e outros compostos da atmosfera, ou seja, os poluentes secundários não são diretamente liberados para a atmosfera pela fonte poluidora.



Origem dos poluentes

- Geoquímica
- Biogênica
- Antropogênica





Ácidos

Definição de Arrhenius

São substâncias que ao serem dissolvidos em água, liberam como íon positivo o H^+ .

Ex:

$$HCl_{(aq)} \rightarrow H^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)}$$

Ácido Fórmico	Ácido Cítrico	Ácido Tartárico	Ácido Acético
			
			
Ácido Cítrico	Ácido Cítrico	Ácido Málico	Ácido Fosfórico

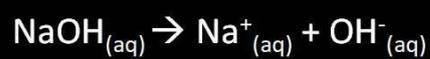


Bases

Definição de Arrhenius

São substâncias que ao serem dissolvidos em água, liberam como íon negativo o OH^- .

Ex:



Hipoclorito de Sódio



Hidróxido de Sódio



Bicarbonato de Sódio



Hipoclorito de Amônio



Hipoclorito de Magnésio



Água do Mar



Óxidos

São substâncias binárias, sendo que o mais eletronegativo é o oxigênio.

Ex: CaO , CO_2 , SO_2

Os óxidos podem ser classificados de acordo com a ligação química, em...

Óxidos iônicos
Óxidos moleculares

**O que é ligação química??
Quais os tipos de ligações??**

Vamos lembrar!!



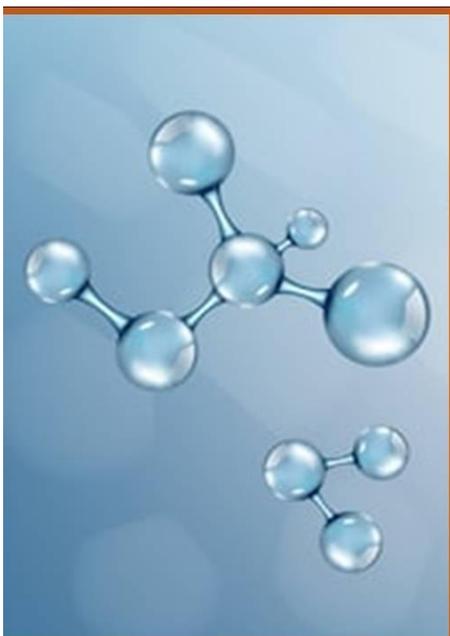
Os óxidos, podem ser classificados de acordo com seu comportamento químico, principalmente o seu comportamento ao reagir com a água, podem ser classificados como...

Óxidos ácidos

Óxidos básicos

Óxidos neutros

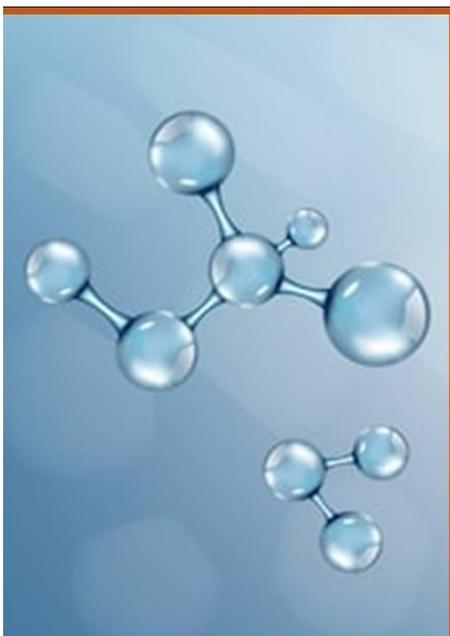
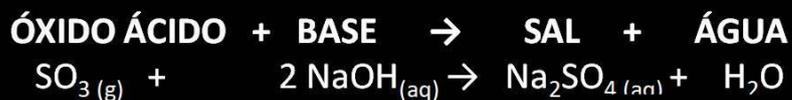
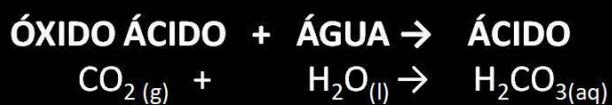
Óxidos anfóteros



Óxidos ácidos

São formados quando o oxigênio se liga, geralmente, a um ametal, e apresentam caráter covalente. Ao reagir com a água formam substâncias ácidas e ao reagirem com bases formam sais e água.

Ex: CO_2 , SO_2

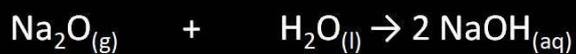


Óxidos básicos

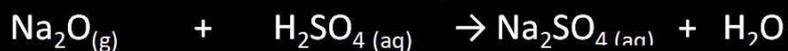
São formados pela ligação do oxigênio com átomos dos elementos pertencentes aos grupos dos metais alcalinos e alcalinos terrosos. Ao reagirem com a água formam substâncias básicas e quando reagem com ácidos formam sal e água.

Ex: CaO, MgO

ÓXIDO BÁSICO + ÁGUA → BASE



ÓXIDO BÁSICO + ÁCIDO → SAL + ÁGUA



Óxidos anfóteros

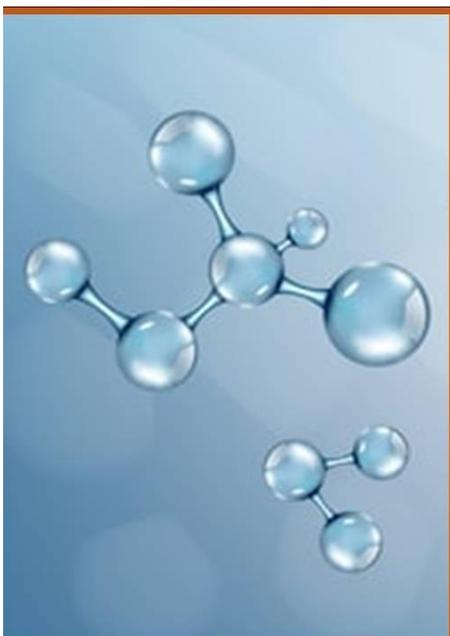
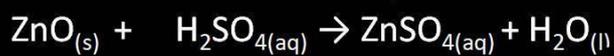
Podem se apresentar de dois modos, em presença de um ácido se comportam como óxidos básicos e em presença de uma base se comportam como óxidos ácidos.

Ex: Al_2O_3

ÓXIDO + BASE FORTE → SAL + ÁGUA



ÓXIDO + ÁCIDO FORTE → SAL + ÁGUA



Óxidos neutros

São compostos covalentes.
Não reagem com água, ácido ou base.

Ex: CO, NO

Óxidos

Básicos → grupos 1 e 2: Na_2O , CaO , MgO

Ácidos → ametais: SO_2 , SO_3 , CO_2 , NO_2

Neutros → 3 ametais só: N_2O , CO , NO

Anfóteros → resto: Al_2O_3 , ZnO , Fe_2O_3

Os principais
constituintes da
poluição atmosférica
incluem diversos
óxidos – CO , SO_2 e
 NO_x



MONÓXIDO DE CARBONO

A principal fonte é a queima de combustíveis nos automóveis.

Ex: combustão do octano (C_8H_{18}), composto que tem concentração significativa na gasolina.



Fontes naturais de CO

Animais ruminantes, os quais durante seu processo digestivo liberam o gás metano, que é oxidado a CO ao reagir com o oxigênio atmosférico.



Decomposição anaeróbica de vegetais em pântanos libera grande quantidade de metano (CH_4) o qual é oxidado pelo oxigênio da atmosfera formando CO.





A quantidade de CO na atmosfera desses locais só tende a crescer, pois a formação é grande e a remoção de CO da atmosfera é reprimida.

As fontes antropogênicas se concentram nas grandes cidades, aumentando o nível de CO nesses locais. Ainda mais que alguns microrganismos presentes no solo removem o CO da atmosfera, mas como nas grandes cidades o solo está sendo coberto por camadas de asfalto.



INTOXICAÇÃO POR CO

Isso ocorre devido à ligação forte que acontece entre o CO e a hemoglobina (substância responsável pelo transporte de oxigênio para o corpo).

Devido ao risco desse gás e também as características pouco perceptíveis (não tem cor nem cheiro), é importante evitar permanecer em locais fechados e com motores de veículos ligados.

Dióxido de enxofre - SO₂

Emissões antropogênicas: os combustíveis fósseis apresentam quantidades grandes de enxofre, e ao serem queimados, liberam quantidades grandes de SO₂.

Fontes naturais: erupções vulcânicas. Porém, na maior parte das áreas urbanas, as atividades humanas são as principais fontes emissoras.



Óxidos de nitrogênio (No_x)

Fontes naturais: ação de alguns microrganismos e bactérias decompositoras que destroem compostos nitrogenados contidos em restos de vegetais e animais mortos e também durante tempestades, onde relâmpagos fornecem a energia de ativação necessária para a transformação do N₂ em NO e NO₂.



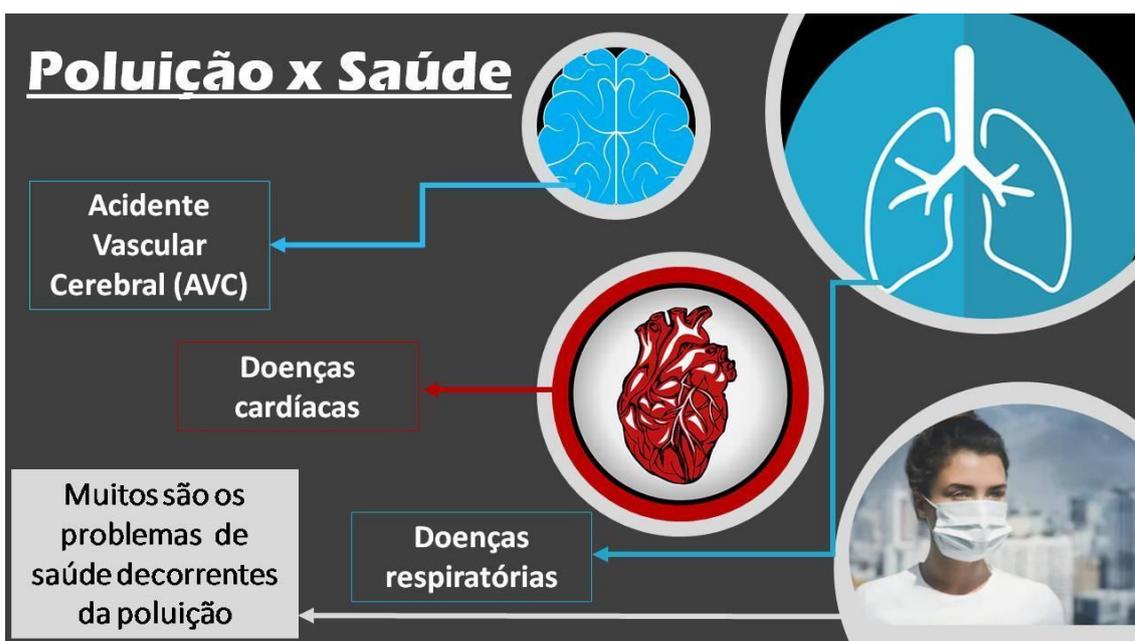


Fontes antropogênicas: queima de combustíveis fósseis e biomassa.

$$\text{N}_{2(g)} + 2 \text{O}_{2(g)} \rightarrow 2 \text{NO}_{2(g)} \text{ C}$$

Temperatura superior a 1200°

Nos automóveis à combustão a temperatura ultrapassa os 1200 °C, fornecendo a energia necessária para a reação acima acontecer. Por esse motivo, os automóveis são uma das principais fontes de poluição, sendo assim, contribuem muito para a ocorrência de problemas ambientais.



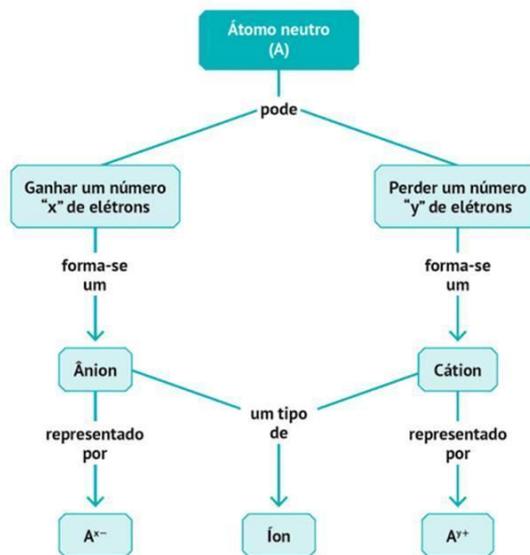
Material de apoio 6 – Slides aula 4

(Os slides estão disponíveis para download através do link <https://bit.ly/33F3gZX>)



Mapa conceitual

É uma representação visual que possibilita representar as relações entre conceitos, ideias e exemplos.



Como construir um mapa conceitual?

1. Primeiramente, identifique o conceito principal do problema, questão ou assunto que deseja mapear. Guiado por esse conceito principal, identifique 10 a 20 conceitos que são pertinentes à questão e os liste. Escreva cada conceito numa folha de ofício para facilitar a sua reorganização. Os conceitos devem ser de preferência apenas uma palavra, no máximo duas ou três.
2. Organize os conceitos seguindo uma hierarquia, do mais geral para o mais específico, em cima de uma folha grande de papel, desenvolvendo-os de acordo com uma a partir do conceito principal.
3. Quando estiver satisfeito com a hierarquização dos conceitos, comece a uni-los de dois em dois por meio de uma linha a partir do conceito principal. Nessa linha deve-se escrever uma palavra de ligação que estabeleça a relação significativa entre eles.
4. Trabalhe na estrutura e hierarquia do mapa, se necessário incluindo, excluindo ou re-nomeando alguns conceitos. Esse exercício pode requerer várias tentativas e o produto final poderá sempre ser melhorado à medida que surgem novas ideias e novos conhecimentos são adquiridos.
5. Não se preocupe com a simetria. Entretanto, procure ramificar os galhos sempre que possível, evitando que o galho tenha mais de três níveis hierárquicos sem ramificações.
6. O fluxo normal para a leitura de um mapa é do centro para as extremidades e de cima para baixo. Quando a leitura for diferente (de baixo para cima) ou no caso de ligações cruzadas, faça uso de setas para indicar o fluxo correto.
7. Quando considerar o trabalho pronto, faça a leitura do mapa observando se as ligações entre os conceitos fazem sentido e se as proposições são verdadeiras, tomando cuidado em terminar a leitura de um galho e suas ramificações antes de passar para o galho seguinte. Se possível, procure estabelecer ligações cruzadas, isto é, ligar conceitos entre galhos e hierarquias diferentes, demonstrando sua criatividade e conhecimento.

Passo-a-passo de acordo com as autoras Rita de Cássia Veiga Marriott Patrícia Lupion Torres no artigo MAPAS CONCEITUAIS UMA FERRAMENTA PARA A CONSTRUÇÃO DE UMA CARTOGRAFIA DO CONHECIMENTO

TIPOS DE LIGAÇÕES QUÍMICAS

Iônica

Covalente

Metálica

Vamos construir um mapa conceitual juntos??

O tema é...

Ligações químicas

A cartoon illustration of a man with a dark beard and hair, wearing a blue hoodie with a red collar. He is pointing his right index finger directly at the viewer. The background is black.

Agora é a sua vez...

Dividir a turma em 4 grupos;
Cada grupo terá que retirar os conceitos, ideias e exemplos que julgarem importantes e escrever em uma folha de ofício.
Logo após, cada grupo irá no quadro na frente da sala e colará seus conceitos, não esquecendo de colocar as palavras de ligações entre um conceito e outro.

Material de apoio 7 – Questionário final

(O questionário está disponível para download através do link <https://bit.ly/33F3gZX>)

Questionário final – Unidade temática**PARTE 1**

- 1- Qual a sua visão sobre a abordagem de temas ambientais nas aulas de química? Ocorreu uma mudança desta sua visão após participar da unidade temática “Poluição: um inimigo invisível”?

- 2- O que você achou da aplicação da unidade temática? Você já tinha participado de atividades semelhantes a essa? Quais?

- 3- Quais eram suas expectativas com relação as aulas que foram aplicadas na unidade temática? Suas expectativas foram alcançadas?

- 4- Quais das atividades utilizadas durante a aplicação da unidade temática você acredita que mais contribuiu para o seu aprendizado em Química? Explique por quê.

- 5- Você prefere que as aulas sejam através de temas, como foi essa unidade, ou aula tradicional.

- 6- O que você mudaria nestas aulas? Aponte algumas sugestões para a melhoria da unidade.

PARTE 2

7- Assinale uma alternativa sobre as atividades realizadas abaixo.

a) Gostei e aprendi com a atividade: vídeo “Você já pensou na nossa atmosfera hoje?”.

Concordo fortemente Concordo Indiferente Discordo Discordo fortemente

b) Gostei e aprendi com a atividade: experimentos “Balão que murcha e enche sozinho” e “Garrafa que engole o ovo”.

Concordo fortemente Concordo Indiferente Discordo Discordo fortemente

c) Gostei e aprendi com a atividade: construção do mural de fatos e notícias.

Concordo fortemente Concordo Indiferente Discordo Discordo fortemente

d) Gostei e aprendi com a atividade: construção da árvore de problemas.

Concordo fortemente Concordo Indiferente Discordo Discordo fortemente

e) Gostei e aprendi com a atividade: construção de um mapa conceitual sobre poluição e funções inorgânicas.

Concordo fortemente Concordo Indiferente Discordo Discordo fortemente

f) Gostei e aprendi com a atividade: utilização do recurso LabVirt.

Concordo fortemente Concordo Indiferente Discordo Discordo fortemente

g) Gostei e aprendi com a atividade: visitação.

Concordo fortemente Concordo Indiferente Discordo Discordo fortemente

h) Gostei e aprendi com a atividade: construção de um infográfico sobre poluição.

Concordo fortemente Concordo Indiferente Discordo Discordo fortemente

**Muito obrigada pela participação e contribuição!
Um abraço com carinho!**

Material de apoio 8 – Lista de exercícios de revisão

(A lista de exercícios está disponível para download através do link <https://bit.ly/33F3gZX>)

1- O lançamento de gases poluentes na atmosfera, principalmente os que resultam da queima de combustíveis fósseis como o dióxido de carbono ficam concentrados em determinadas regiões da atmosfera formando uma camada que bloqueia a dissipação do calor. Esta camada de poluentes funciona como um isolante térmico onde o calor fica retido nas camadas mais baixas da atmosfera. O texto acima explica qual fenômeno ambiental?

- Chuva ácida.
- Efeito estufa.
- Ilha de calor.
- Smog.
- Inversão térmica.

2- O efeito estufa vem contribuindo para a elevação média das temperaturas no planeta. Esse fenômeno é um processo:

- natural, porém intensificado pela ação humana.
- artificial, ou seja, resultado direto da interferência antrópica sobre o meio.
- recente, não havendo registros de sua existência em épocas geológicas antigas.
- natural, sem relação com as práticas sociais.

3- Um dos fatores determinantes para o aumento do efeito estufa é o grande aumento das emissões de CO₂. Sobre o efeito estufa podemos afirmar, EXCETO:

- O CO₂ junto a outros gases intensifica a conservação da radiação solar refletida pela superfície terrestre, o que, por sua vez, seria responsável pela elevação média das temperaturas.
- O CO₂ junto a outros gases intensifica a dispersão dos raios solares antes que eles alcancem a superfície.
- O efeito estufa tem como finalidade impedir que a Terra esfrie demais.
- Em razão de os gases se acumularem na atmosfera, a irradiação de calor da superfície fica retida na atmosfera e o calor não é lançado para o espaço.

4- UVA - 2017.1- A poluição é um grave e preocupante problema urbano da atualidade. Estudiosos do assunto têm demonstrado grande preocupação a respeito das possíveis consequências do "efeito estufa", que é:

- o excessivo aquecimento da atmosfera pelo calor irradiado pelas edificações urbanas.
- o excessivo aquecimento da atmosfera junto à superfície devido à inversão térmica.
- o grande aquecimento da atmosfera provocado pelo excesso de nuvens.
- a elevação da temperatura atmosférica devido ao aumento de gás carbônico proveniente da queima de combustíveis.

7- O aquecimento global acarretará uma série de alterações no planeta ao longo do tempo. Analise as alternativas abaixo e marque aquela que não indica uma consequência desse grave aumento da temperatura do planeta.

- Derretimento das calotas polares
- Aumento da ocorrência de terremotos
- Mortes e até mesmo extinção de animais
- Aumento dos níveis dos oceanos

8- UDESC - 2018.2- A existência de vida no planeta Terra está associada a um fenômeno natural, o qual permite o equilíbrio térmico na atmosfera por meio da reflexão e absorção dos raios solares. Se este fenômeno não existisse, a temperatura média da superfície terrestre poderia ser inferior a -18°C. Esse fenômeno natural, ao qual a informação se refere, é denominado:

- Aquecimento global
- Efeito estufa
- Radiação ultravioleta
- Inversão térmica
- El Niño

9- (UNAMA) Cientistas acreditam que o reflorestamento e o plantio de árvores em áreas sem vegetação podem contribuir para minimizar o aquecimento global. A redução desse aquecimento ocorreria porque:

- diminuiria a quantidade de dióxido de carbono na atmosfera, que seria utilizado pela fotossíntese.
- aumentaria a quantidade de dióxido de carbono na atmosfera, liberado pela respiração celular.
- a expansão das florestas seria inibida, em longo prazo, pelo excesso de gás carbônico liberado.
- diminuiria o efeito estufa, com a liberação de gás carbônico, em decorrência da expansão da cobertura vegetal.

10- A maior parte da energia usada hoje no planeta é proveniente da queima de combustíveis fósseis. O protocolo de Kyoto, acordo internacional que inclui a redução da emissão de CO₂ e de outros gases, demonstra a grande preocupação atual com o meio ambiente. O excesso de queima de combustíveis fósseis pode ter como consequências:

- maior produção de chuvas ácidas e aumento da camada de ozônio
- aumento do efeito estufa e dos níveis dos oceanos.
- maior resfriamento global e aumento dos níveis dos oceanos.
- destruição da camada de ozônio e diminuição do efeito estufa.
- maior resfriamento global e aumento da incidência de câncer de pele.

