

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA

FÁBIO DOMINGOS DA SILVA

**CONTEXTUALIZAÇÃO ABORDANDO A CHUVA ÁCIDA NO ENSINO DE
QUÍMICA POR MEIO DE UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA**

**VIÇOSA – MINAS GERAIS
2022**

FÁBIO DOMINGOS DA SILVA

**CONTEXTUALIZAÇÃO ABORDANDO A CHUVA ÁCIDA NO ENSINO DE
QUÍMICA POR MEIO DE UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa como parte das exigências do Programa de Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional (PROFQUI), para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

Orientadora: Deusanilde de Jesus Silva

Coorientador: Vinícius Catão de Assis Souza

**VIÇOSA – MINAS GERAIS
2022**

**Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central da Universidade
Federal de Viçosa – Campus Viçosa**

T

S586c
2022

Silva, Fábio Domingos da, 1980-
Contextualização abordando a chuva ácida no ensino de
química por meio de uma sequência didática / Fábio Domingos
da Silva. – Viçosa, MG, 2022.

1 dissertação eletrônica (75 f.): il. (algumas color.).

Orientador: Deusanilde de Jesus Silva.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa,
Departamento de Química, 2022.

Referências bibliográficas: f. 58-60.

DOI: <https://doi.org/10.47328/ufvbbt.2022.579>

Modo de acesso: World Wide Web.

1. Química - Estudo e ensino. 2. Didática. 3. Chuvas ácidas
- Estudo e ensino. 4. Prática de ensino. I. Silva, Deusanilde de
Jesus, 1963-. II. Universidade Federal de Viçosa. Departamento
de Química. Programa de Pós-Graduação em Química em Rede
Nacional. III. Título.

CDD 22.ed. 540.7

Bibliotecário(a) responsável: Alice Regina Pinto Pires CRB-6/2523

FÁBIO DOMINGOS DA SILVA

**CONTEXTUALIZAÇÃO ABORDANDO A CHUVA ÁCIDA NO ENSINO DE
QUÍMICA POR MEIO DE UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa como parte das exigências do Programa de Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional (PROFQUI), para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

APROVADA: 04 de agosto de 2022

Assentimento:


Fábio Domingos da Silva
Autor


Deusanilde de Jesus Silva
Orientadora

AGRADECIMENTOS

A Deus, por ter me concedido saúde, paz e equilíbrio nesta jornada.

Àqueles que me estimularam antes e durante o curso, ao saber:

À minha esposa Flávia, por seu amor, incentivo e apoio;

Aos meus filhos, Felipe e Lucas, pela compreensão até mesmo nos momentos que queriam brincar e as tarefas não permitiam;

Aos meus pais, Alair (Lilico) e Maria da Glória (Glorinha), que me deram carinho e confiaram no poder transformador da educação;

Aos meus orientadores, Deusanilde e Vinícius, pela preciosa colaboração, pela disposição e pela paciência em ajudar-me;

Às professoras Cássia e Lílian pela correção do texto;

À direção do Colégio Tiradentes da Polícia Militar/Bom Despacho, pela receptividade em ceder-me a Escola para realização da pesquisa;

Aos colegas de turma do mestrado, pela amizade e companheirismo, em especial à Ana Paula, pela ajuda no momento da escrita do projeto;

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, CAPES, pela bolsa concedida;

Enfim, a todos que de alguma maneira contribuíram para realização deste sonho.

Que a abundante graça e o amor de Deus estejam presente na vida de todos.

*“Nenhuma batalha é definitiva e vence a guerra.
Precisamos avançar para novos conflitos,
procurando obter novas vitórias.”*

(Russell Norman Champlin, 2011)

RESUMO

SILVA, Fábio Domingos da, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, agosto de 2022. **Contextualização Abordando a Chuva Ácida no Ensino de Química por meio de um Sequência Didática.** Orientadora: Deusanilde de Jesus Silva. Coorientador: Vinícius Catão de Assis Souza.

O presente estudo trata de uma Sequência Didática (SD) elaborada para ensinar Química de forma contextualizada com a discussão das questões socioambientais relacionadas à Chuva Ácida, tendo como foco a Alfabetização Científica. A pesquisa foi realizada com alunos do primeiro ano do Ensino Médio de uma escola pública município de Bom Despacho (MG). A questão problema foi “*Por que, ao cortar uma cebola, nossos olhos lacrimejam?*” Objetivou-se com ela levantar os conhecimentos prévios dos alunos em relação ao conteúdo de ácidos e instigá-los a entenderem as propriedades químicas destas substâncias. Após discutir a questão inicial, procurou-se abordar alguns aspectos conceituais como a definição de acordo com o conceito proposto por Arrhenius, fórmulas moleculares dos ácidos presentes na Chuva Ácida. Para trabalhar a contextualização foram expostas algumas imagens mostrando monumentos de mármore degradados e reportagens enfatizando os danos provocados pela Chuva Ácida à fauna e à flora. Com o objetivo de avançar da parte conceitual para a prática, realizou-se duas atividades experimentais. A primeira, para demonstrar as reações que leva à formação da Chuva Ácida e, a segunda, para demonstrar as reações com objetos constituídos de carbonato de cálcio, metais com os ácidos presentes na Chuva Ácida. A pesquisa foi desenvolvida durante a pandemia da Covid-19 e as aulas ocorreram em formato híbrido, com 13 alunos no total, sendo cinco (n=5) na modalidade presencial e oito (n=8) na modalidade remota. A transmissão das aulas para os alunos na modalidade remota se deu pela plataforma *Google Meet*. Para avaliar a aprendizagem, disponibilizou-se uma atividade com questões trabalhadas nas provas do ENEM e de outros vestibulares. Para finalizar a SD, aplicou-se um questionário com o objetivo de os alunos avaliarem a metodologia. Diante dos dados levantados foi possível concluir que o processo favoreceu a alfabetização científica dos alunos, uma vez que as respostas antes da SD eram conceituais e após a discussão verificou-se respostas mais bem elaboradas e relacionadas a um contexto social específico. Outra situação observada foi que os resultados da atividade de verificação de aprendizagem não tiveram diferenças significativas entre os alunos que participaram na modalidade remota e na modalidade presencial. Os alunos demonstraram ter

grande aceitação por esse tipo de metodologia, devido ao dinamismo das aulas e à possibilidade de vivenciarem a aplicação na prática dos conteúdos, possibilitando dar sentido ao objeto de estudo em questão. Os resultados obtidos com a SD demonstraram que se trata de um método de ensino que se mostrou efetivo, pois aumentou o interesse dos alunos pelas aulas e contribuiu de forma significativa para a aplicação de conceitos e para a reflexão sobre problemas ambientais existentes na atualidade. Como parte das exigências do Programa de Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional (PROFQUI), elaboramos um produto educacional. Neste material didático sugerimos a utilização de uma Metodologia Ativa de Aprendizagem (MAA), o Júri Simulado, como parte de uma SD. A contextualização recomendada envolve os frequentes debates sobre a possibilidade da remoção dos “Doze profetas de Aleijadinho”, os quais fazem parte do Conjunto Arquitetônico e Paisagístico presente no Santuário Bom Jesus de Matosinhos, na cidade de Congonhas, em Minas Gerais (Brasil).

Palavras-chave: Sequência Didática. Alfabetização Científica. Contextualização no Ensino de Ciências. Chuva Ácida. Metodologias de Ensino.

ABSTRACT

SILVA, Fábio Domingos da, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, August, 2022. **Contextualization Approaching Acid Rain in Chemistry Teaching Through Didactic Sequence.** Adviser: Deusanilde de Jesus Silva. Co-adviser: Vinícius Catão de Assis Souza.

The present study discusses a Didactic Sequence (DS) designed to teach Chemistry in a contextualized way with the discussion of socio-environmental issues related to Acid Rain, focusing on Scientific Literacy. The research was carried out with students of the first year of high school at a public school in the Bom Despacho city (Brazil). The initial problem question was “Why, when cutting an onion, do our eyes tear?” The objective was to identify the students' previous knowledge regarding the content of acids and encourage them to understand the chemical properties of these substances. After discussing the initial question, some conceptual aspects were approached, such as the definition of acids according to the concept proposed by Arrhenius, molecular formulas of the acids present in Acid Rain. To work on the contextualization, some images were presented showing degraded marble monuments and reports emphasizing the damage caused by Acid Rain to fauna and flora. In order to advance from the conceptual part to the practice, two experimental activities were carried out. The first, to demonstrate the reactions that lead to the formation of Acid Rain and, the second, to demonstrate reactions with objects made of calcium carbonate, metals with the acids present in Acid Rain. The research was developed during the Covid-19 pandemic and the classes took place in a hybrid format with 13 students in total, five (n=5) in the face-to-face modality and eight (n=8) in the remote modality with transmission of classes through the platform *Google Meet*. To assess learning, an activity was applied with questions from ENEM exams and other entrance exams. To finish the SD, a questionnaire was applied in order for the students to evaluate the methodology. With the data collected, it was possible to conclude that the process favored the students' scientific literacy, since the answers before the SD were conceptual and, after the discussions, better elaborated answers were verified and related to a specific social context. Another fact observed was that the results of the learning assessment activity did not have significant differences between the students who participated in the remote modality and in the face-to-face modality. The students showed great acceptance for this type of methodology, due to the dynamism of the classes and the possibility of experiencing the practical application of the contents, giving meaning to the object of study in question. The results obtained with the SD application showed that it is a teaching method that proved to be

effective, as it increased students' interest in the classes and contributed significantly to the application of concepts and to the reflection on existing environmental problems today. As part of the Professional Master's Program in Chemistry in National Network (PROFQUI) requirements, we have developed an educational product. In this material, we suggest the use of the Mock Jury as an Active Learning Methodology (AAM) as part of a Didactic Sequence (SD). The recommended contextualization involves the frequent debates about the possibility of removing the “Twelve prophets of Aleijadinho”, which are part of the Architectural and Landscape Ensemble existing in the Bom Jesus de Matosinhos Sanctuary, in the city of Congonhas, in the state of Minas Gerais (Brazil).

Keywords: Didactic Sequence. Scientific Literacy. Contextualization in Science Teaching. Acid Rain. Teaching Methodologies.

LISTA DE ABREVIATURAS

BNCC: Base Nacional Comum Curricular

ENEM: Exame Nacional do Ensino Médio

LDBEN: Lei Diretrizes e Bases da Educação Nacional

PCNEM: Parâmetros Curriculares Nacionais

UFLA: Universidade Federal de Lavras

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	12
2. REFERENCIAL TEÓRICO	16
2.1. Metodologias de Ensino	16
2.2. Sequência Didática: fundamentos teórico-metodológico	17
2.3. Reações envolvidas com foco na Chuva Ácida	20
2.4. O tema meio ambiente e o ensino	21
3. OBJETIVOS	23
3.1. Objetivo Geral	23
3.2. Objetivos Específicos	23
4. METODOLOGIA	24
4.1. Definição dos participantes da pesquisa	24
4.2. Os eixos de alfabetização científica da pesquisa	25
4.3. Etapas da elaboração da SD	27
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	29
5.1. Análise sobre a pergunta investigativa	29
5.2. Análise da atividade experimental sobre a formação da Chuva Ácida	34
5.3. Análise dos resultados da atividade experimental – reação entre água de bateria com diferentes materiais	42
5.4. Análise dos resultados da atividade de verificação da assimilação do conteúdo trabalhado na SD	47
5.5. Avaliação dos resultados da abordagem metodológica da SD	49
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	55
7. SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	57
REFERÊNCIAS	58
ANEXO 1	61
ANEXO 2	63

ANEXO 3	64
ANEXO 4	65
ANEXO 5	66
ANEXO 6	69
ANEXO 7	70
ANEXO 8	72
ANEXO 9	74

1 INTRODUÇÃO

Quando comecei a ministrar aulas de Química no ano de 2007, percebi que em uma considerável parte das vezes os conteúdos eram tratados de forma descontextualizada, sem um sentido prático para os alunos, tornando o ensino maçante e pouco motivador. Tal percepção gerou-me inquietação, uma vez que verificava dicotomia entre conceito e contexto. Com isso iniciei uma busca por tornar as minhas aulas mais atrativas por meio de planejamentos que abrangessem a contextualização e a realização de experimentos, de acordo com os conteúdos discutidos nas aulas.

Dentre os diversos problemas que pude perceber na sala de aula ao trabalhar com o conteúdo de ácidos foi que os alunos não associavam o conhecimento abordado à sua importância, suas aplicações e suas vantagens e desvantagens. Mesmo sendo capazes de reconhecer fórmulas químicas e as principais definições, a aplicabilidade do conteúdo no contexto real dos alunos não era percebida por estes. Diante desta situação, percebi que uma forma de mudar essa realidade seria contextualizando. Assim, poderia abordar nas aulas de Química um tema relevante, como a Chuva Ácida, uma vez que este fenômeno causa grandes prejuízos à sociedade e ao meio ambiente, sendo uma discussão recorrente nas diferentes mídias.

Outro aspecto importante a ser citado é que eu acredito em uma educação que seja para a formação de cidadãos críticos e autônomos. Neste sentido é importante que o processo pedagógico desenvolvido na Escola seja capaz de formar os alunos para uma atuação crítica na sociedade e não somente para ser promovido ao longo das Séries de escolarização ou alcançar bons resultados no Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) e/ou em vestibulares. Para que tal fato aconteça, entendo que os alunos precisam de atividades que os ajudem a pensar, raciocinar e não apenas decorar conceitos.

Para que o processo pedagógico contribua para o desenvolvimento de habilidades e competências que repercutam sobre a vida cidadã é importante que as aulas sejam pensadas em formatos que deem oportunidades aos alunos de atribuir significados à sua realidade, em desenvolver o raciocínio e a capacidade crítica. Entre tais formatos de aulas, destacam-se a contextualização, experimentação, a sala de aula invertida, as sequências didáticas investigativas, dentre outras.

Aulas baseadas na contextualização, experimentação, na metodologia da sala de aula invertida e/ou na sequência didática investigativa, tem como foco o aluno e sua capacidade individual de aprender. Essa dinâmica em sala de aula auxilia o aluno a compreender como a

Ciência está presente na sociedade e como ela auxilia na qualidade de vida das pessoas. Sabemos que a Ciência é responsável por vários aspectos bons e importantes em nossas vidas. Assim, é necessário promover nas escolas uma alfabetização científica que ajudará os indivíduos a compreenderem o mundo à sua volta. As aulas de Química desenvolvidas de uma forma contextualizada tem muito a contribuir para tal.

A Química ensinada nas escolas ainda se pauta em um ensino propedêutico, em que os conteúdos são ensinados de forma fragmentada e descontextualizada e isso acaba criando uma situação propícia à desmotivação dos alunos. O entendimento dos conteúdos de Química, por vezes, está associado à compreensão da linguagem utilizada pelos químicos, pressupondo que todos os alunos, no futuro, irão se tornar especialistas no assunto (AULER, 2003).

É importante ressaltar ainda que um ensino focado na tríade ciência-tecnologia-sociedade vem para superar quadros de formação baseado apenas em conceitos descontextualizados e criar uma proximidade entre aquilo que se ensina na sala de aula e a realidade do aluno, de modo a se ter o oferecimento de uma forma mais autêntica da Ciência no contexto social (BOUZON *et al.*, 2018). Tendo em vista esta perspectiva, os educadores buscam desenvolver metodologias de ensino que favoreçam a aprendizagem efetiva e que seja capaz de levar o ensino de Química para além dos muros da escola, ou seja, proporcionar aos alunos aplicarem esses conhecimentos em seu dia a dia.

Assim como os outros componentes curriculares, a Química está presente em diversos contextos sociais, buscando formar cidadãos críticos e reflexivos em uma sociedade em constante transformação. Dessa forma, na tentativa de favorecer a aprendizagem das Ciências, em especial da Química, desenvolvemos neste trabalho uma Sequência Didática (SD) abordando a Chuva Ácida.

A escolha do tema Chuva Ácida se deu por considerar esse assunto propício para favorecer a contextualização do conteúdo de ácidos e a alfabetização científica dos alunos. Diversos autores realizam a conceituação do alfabetizado cientificamente. De acordo com Auler e Delizoicov (2001), a alfabetização científica trata-se da autêntica participação popular em aspectos relacionados à Ciência e Tecnologia, de modo que aqueles que aprendam Ciência tenham uma visão crítica do mundo e compreendam as interações que nele acontecem.

Nesta mesma perspectiva, pode-se constatar no estudo realizado por Chassot (2000), que a alfabetização científica é uma das dimensões para potencializar alternativas que privilegiam uma educação mais comprometida. Assim, ele considera a Ciência como uma linguagem a ser aprendida como também considera que ser alfabetizado cientificamente é saber

ler a linguagem em que está escrita a natureza. Conforme Chassot (2003), a alfabetização científica pode ser conceituada como “o conjunto de conhecimentos que facilitarão aos homens e às mulheres fazerem uma leitura do mundo onde vivem”.

As definições de Auler e Delizoicov (2001) e Chassot (2003) sobre alfabetização científica vêm ao encontro do que pretendemos demonstrar com a realização deste estudo. Uma vez que, conforme esses autores, a Ciência deve ser vista como facilitadora para controlar e prever transformações que ocorrem na natureza. Dentro deste contexto, a Chuva Ácida seria um assunto presente na sociedade, perfazendo motivo de preocupação entre os ambientalistas e, dado o contexto deste século XXI, com altas taxas de poluição ambiental, mostra-se necessário que os alunos sejam levados a conhecer esse tema em profundidade e também compreender como o mesmo está presente em seu dia a dia.

O termo Chuva Ácida refere-se ao aumento da acidez das águas pluviais provocado principalmente pela intensificação das atividades que necessitam da utilização de combustíveis fósseis. Durante a queima desses combustíveis, gases contendo óxidos ácidos, como dióxido de carbono (CO_2), dióxido de enxofre (SO_2) e óxidos de nitrogênio (NO e NO_2) são emitidos para a atmosfera. Estes compostos, ao reagirem com a água presente na atmosfera, formam a Chuva Ácida.

Naturalmente, a água da chuva já é ligeiramente ácida, devido à presença de óxidos ácidos presentes na atmosfera. Porém, quando o seu potencial hidrogeniônico (pH) atinge valores menores do que 5,6, a chuva recebe esta denominação (SANTOS; MÓL, 2013). São muitas as consequências da Chuva Ácida para a sociedade e para o meio ambiente. Podemos citar a corrosão de pinturas dos carros; a extinção de animais e de vegetais; as mudanças no pH do solo afetando lavouras e plantações; a morte e extinção de peixes, por alterar de forma significativa o pH da água; a degradação de construções e de monumentos históricos, dentre outros. Assim, esta pesquisa buscou abordar tal fenômeno socioambiental mostrando algumas de suas consequências e as reações envolvidas, desde a liberação dos óxidos até a formação da Chuva Ácida. Isso foi feito por meio da elaboração e aplicação de uma Sequência Didática (SD).

Dentro da perspectiva de termos alunos mais autônomos, Munford e Lima (2007) defendem a utilização de abordagens investigativas. Nesta metodologia as atividades são centradas nos alunos, possibilitando o desenvolvimento de sua autonomia e a capacidade de tomar decisão, de avaliar e de resolver problemas. Investigar também envolve aprender a observar, planejar, levantar hipóteses, interpretar dados, refletir e construir explicações.

Carvalho (2018) defendeu a importância de uma investigação ser acompanhada por situações problemas, questionamentos e diálogos que conduzam à resolução de problemas, permitindo a introdução de conceitos que favoreçam construir novos conhecimentos científicos.

Nesta mesma perspectiva, Azevedo (2006) afirmou que uma proposta de ensino centrada no processo de investigação representa uma importante estratégia metodológica para favorecer o ensino de Ciências, considerando que permite ao aluno “participar de seu processo de ensino e aprendizagem, sair de uma postura passiva e começar a perceber e agir sobre seu projeto de estudo e buscando causas e relações” (AZEVEDO, 2006, p. 22).

Sobre os papéis do professor e do aluno, a atividade investigativa envolve uma mudança de postura de ambos. O aluno deixa de ser apenas um observador durante as aulas, assumindo uma postura mais participativa, com a exposição de suas ideias e a elaboração de hipóteses. Quanto ao professor, a sua função é mediar, questionar, instigar e propor discussões. Azevedo (2006) defendeu a importância de o professor assumir o papel de orientador da aprendizagem, deixando de ser um mero expositor. Nesse sentido, na SD podem ser utilizadas demonstrações experimentais realizadas em sala de aula com a apresentação do problema investigado, na qual a situação-problema é exposta aos alunos pelo professor. A partir desta exposição, o professor procura detectar qual o conhecimento que os alunos possuem em relação ao tema. Azevedo (2006) considerou que esta etapa é importante para que o aluno exercite habilidades argumentativas e de construção dos conceitos científicos envolvidos.

No contexto de um ensino baseado na perspectiva da investigação, Fourez (1995) afirmou que um dos desafios do processo de ensino e aprendizagem é alfabetizar estudantes em Ciência e Tecnologia, uma vez que eles não devem apenas conhecer os benefícios da Ciência, mas também os argumentos que permitam agir como cidadãos críticos, além de tomar decisões e compreender a complexidade dos aspectos científicos estudados. Diante disso, o ensino da Química não pode estar desvinculado das demandas sociais, de modo que esta pesquisa procurou propor uma metodologia voltada à construção do conhecimento e que, ao mesmo tempo, possa repercutir na vida dos alunos além dos muros da escola, transformando-os em cidadãos críticos, que procurem soluções frente aos problemas reais da sociedade.

Por fim, em relação à postura do educador, é importante que ele esteja sempre aberto às novas estratégias de ensino, uma vez que aulas pautadas no modelo tradicional já não são interessantes aos estudantes. Com isso, o bom professor é aquele que busca diversificar suas estratégias, utilizando todos os recursos possíveis e pertinentes ao conteúdo aplicado. Nas aulas de Química mostra-se importante usar ferramentas digitais, simulações virtuais, experimentos,

vídeos e atividades investigativas. Acreditamos que todas estas ferramentas metodológicas são úteis e necessárias em uma educação científica de qualidade.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Metodologias de Ensino

Um fator primordial na educação de qualidade é a escolha da metodologia. Nérice (1987, p.284) afirmou que metodologia de ensino pode ser entendida como um “conjunto de procedimentos didáticos, representados por seus métodos e técnicas de ensino”. As metodologias se relacionam com as estratégias que o professor mobiliza para alcançar os objetivos educacionais para uma aprendizagem efetiva. Existem várias concepções a respeito de qual metodologia deve-se aplicar nas aulas, desde as tradicionais àquelas que vislumbram a utilização de ferramentas tecnológicas. Vaillant e Marcelo (2012) defenderam a necessidade de modificar as formas tradicionais de ensinar pautadas na relação de transmissão-recepção, aprimorando as práticas pedagógicas.

De acordo com Anastasiou (2001), por muito tempo prevaleceu as metodologias baseadas em aulas expositivas, resolução de exercícios, memorização de conteúdo e um sistema rígido de conduta e de avaliação. Este modelo tradicional ainda perdura em todo Brasil e mundo. Com vistas a mudar este paradigma, muitas metodologias que buscam a autonomia dos estudantes à formação de cidadãos críticos, capazes de articular soluções para os problemas enfrentados pela sociedade.

A busca por novas metodologias constitui um processo de libertação dos modelos que perduraram por séculos. Há, na atualidade, uma tendência para a utilização de metodologias ativas. Essa linhagem caracteriza-se por uma mudança na posição do aluno que passa a assumir o protagonismo no seu processo de aprendizagem. Esse papel antes era assumido pelo professor, que agora passa a ter a função de mediador do conhecimento. O aluno não receberá o conhecimento como uma verdade pronta e acabada, mas participará ativamente de sua construção. Nas metodologias ativas são utilizadas estratégias diferenciadas, tais como aulas invertidas, estudos de casos, jogos didáticos, ferramentas digitais, gamificação, simuladores virtuais, júri simulado, ensino por investigação, dentre outras, destacando aqui a Sequência Didática a partir da contextualização do conteúdo a ser estudado. A seguir discutiremos os pressupostos teórico-metodológicos da Sequência Didática (SD).

2.2 Sequência Didática: fundamentos teórico-metodológico

Um dos maiores desafios dos educadores na atualidade é manter-se aberto às várias estratégias de ensino para assegurar a aprendizagem dos alunos, devendo ser essa postura uma constante por parte dos docentes. Dentro deste contexto, uma das metodologias de ensino que tem sido aplicada é a SD.

Zabala (1998, p.18) considera que as Sequências Didáticas (SD) podem ser definidas como um conjunto de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas para a realização de certos objetivos educacionais com princípio e fim conhecidos tanto pelos professores como pelos alunos. Oliveira (2013, p.39) define SD como “um procedimento simples que compreende um conjunto de atividades conectadas entre si, e prescinde de um planejamento para delimitação de cada etapa e, ou, atividade para trabalhar os conteúdos disciplinares de forma integrada para melhoria da dinâmica no processo ensino-aprendizagem”.

A SD foi apresentada por Pais (2002) como sendo um certo número de aulas planejadas e analisadas previamente com a finalidade de observar situações de aprendizagem. Motokane (2015) defendeu que as SD também podem ser utilizadas como ferramentas para a coleta de dados nas investigações em educação científica, sendo capazes de promover diálogos entre a pesquisa no ensino de Ciências e a prática da sala de aula. Durante o planejamento das atividades pode-se estimular os alunos a emitirem opiniões e expressarem o entendimento sobre os diferentes conceitos científicos.

Nesse sentido, as referências consideradas para a execução desta linha metodológica serão Zabala (1998) e Oliveira (2013). Será traçado um paralelo das contribuições de cada autor para delinear esta pesquisa. Zabala (1998) afirmou que SD é toda prática pedagógica estruturada a partir de uma organização metodológica para a sua aplicação. Ele acredita que a aprendizagem se consolida com a intervenção do professor no decorrer do processo educativo. De acordo com o autor, uma SD tradicional apresenta as fases da comunicação da lição, estudo individual sobre o livro didático, repetição do conteúdo aprendido e a avaliação por parte do professor. No entanto, ele considera que a Sequência Didática (SD) pode ser mais abrangente e envolver outras etapas, que são descritas a seguir:

[...] atividade motivadora relacionada com uma situação conflitante da realidade; experiência dos alunos; explicação das perguntas ou problemas; respostas intuitivas ou hipóteses; seleção e esboço das fontes de informação e planejamento da investigação; coleta, seleção e classificação dos dados; generalização das conclusões tiradas; expressão e comunicação. (ZABALA 1998, p. 55).

As SD têm o objetivo de melhorar a prática pedagógica e proporcionar uma aprendizagem de qualidade. Nesta proposta, o professor planeja de forma antecipada todos os

procedimentos e metodologias que serão utilizados para desenvolver um determinado tema. Ainda em relação aos objetivos de uma SD, Zabala (1998) considera que são ferramentas educacionais para desenvolver diferentes formas de intervenção no processo de aprendizagem.

De acordo com Oliveira (2013), a SD é uma metodologia fácil de ser aplicada, porém o sucesso depende do planejamento desenvolvido em cada fase, prescindindo “[...] um planejamento para delimitação de cada etapa e/ou atividade para trabalhar os conteúdos disciplinares de forma integrada para uma melhor dinâmica no processo ensino-aprendizagem” (OLIVEIRA 2013, p.39). Em toda estratégia pedagógica é necessário definir as etapas do planejamento, perpassando pela:

Escolha do tema a ser trabalhado; questionamentos para problematização do assunto a ser trabalhado, planejamento dos conteúdos, objetivos a serem atingidos no processo de ensino-aprendizagem; delimitação da sequência de atividades, levando-se em consideração a formação de grupos, material didático, cronograma, integração entre cada atividade, etapas, e avaliação dos resultados. (OLIVEIRA, 2013, p. 40).

Diante do exposto, é possível verificar similaridades entre as concepções de Zabala (1998) e Oliveira (2013), de modo que as ideias de ambos indicam que a SD deve ser realizada com atividades organizadas de forma sequenciadas, tendo objetivos bem definidos tanto para os professores, quanto para os alunos. Assim, é importante que a construção do conhecimento científico considere o nível cognitivo e os conhecimentos prévios dos estudantes em relação aos temas presentes nos currículos escolares. Com isso, as SD partem dos princípios de que os alunos irão construir uma alfabetização científica de forma gradativa, planejada e sequencial.

Ao elaborar uma SD é necessário levar em consideração o conteúdo que será trabalhado e como será apresentado aos alunos. Uma das estratégias a ser utilizada no decorrer da SD é expor situações problemas de forma contextualizada. De acordo com os documentos oficiais, Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio, PCN (BRASIL, 1998), contextualizar significa primeiramente assumir que todo conhecimento envolve uma relação entre sujeito e objeto. A Base Nacional Comum Curricular, BNCC, apresenta as múltiplas possibilidades de desenvolver a contextualização.

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, 2018, p. 549).

Nesse sentido, Santos e Mól (2013) consideram que o entendimento das transformações químicas num contexto ambiental faz com que os alunos assumam uma postura crítica, uma vez que passam entender que os resíduos gerados pelas transformações nas indústrias que

utilizam combustíveis fósseis podem produzir uma série de reações com outras substâncias que, de certa maneira, são prejudiciais ao meio ambiente.

De acordo com Mathias (2020), ao elaborar uma SD é necessário que seja estabelecido uma inter-relação entre o professor, o aluno, o mundo material e o conhecimento científico. A partir desta relação, toda SD será desenvolvida tanto na dimensão epistemológica, ou seja, na construção do conhecimento científico pelos alunos, como também, na pedagógica, por meio da interação entre aluno-aluno e professor-aluno.

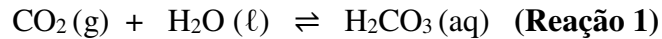
Pretende-se com este trabalho promover a alfabetização científica de forma contextualizada usando a temática ambiental da chuva ácida, com o objetivo de favorecer a aprendizagem, além de fomentar a formação de cidadãos críticos e reflexivos para uma sociedade em constante evolução. De acordo com Chassot (2003), as novas propostas curriculares abordam a necessidade de formar indivíduos críticos, reflexivos e conscientes tanto de suas atitudes, quanto a dos outros cidadãos do planeta. Com isso, é importante que as metodologias de ensino sejam pensadas na formação crítica do aluno, para que eles sejam capazes de identificar situações problemas e propor soluções para resolvê-las (SASSERON; CARVALHO, 2011).

Nesse sentido, de acordo com Motokane (2015), a alfabetização científica é um processo no qual os alunos compreendem como os cientistas veem, falam e explicam os fenômenos naturais. O autor considera que não se trata de formar cientistas na escola, mas possibilitar aos estudantes conhecer como ocorre a produção do conhecimento científico. Sasseron e Carvalho (2011) descrevem que são necessários três eixos estruturantes na alfabetização científica. Segundo as autoras, inicialmente, tem-se a compreensão básica de termos, conhecimentos e conceitos científicos fundamentais, seguidos da compreensão da natureza da ciência e dos fatores políticos que circundam sua prática, por último, o entendimento das relações existentes entre Ciência, Tecnologia, Sociedade e Meio Ambiente. A aplicação destes eixos no ensino da química é importante para proporcionar uma aprendizagem mais contextualizada e menos mecânica (MOTOKANE, 2015).

2.3 Reações envolvidas com foco na Chuva Ácida

A primeira reação é entre o dióxido de carbono (CO_2) e a água (H_2O), produzindo o ácido carbônico (H_2CO_3) (Reação 1). Este gás tem aumentado sua concentração na atmosfera de forma considerável, principalmente, pela utilização de combustíveis fósseis em indústrias para gerar energia e movimentar equipamentos na fabricação de produtos industrializados e em

automóveis, e por processos industriais que liberam gás carbônico como, por exemplo, a descarbonatação do calcário na indústria de cimentos. De acordo com Santos e Mól (2013) o dióxido de carbono presente na atmosfera é parcialmente solubilizado pela água (H₂O), formando o ácido carbônico, conforme a Reação 1.



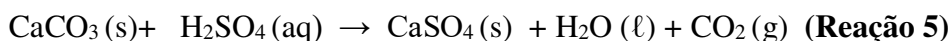
Com o aumento da produção industrial, também houve aumento da emissão de óxidos de nitrogênio na atmosfera. Santos e Mól (2013) afirmam que o dióxido de nitrogênio (NO₂) está entre os principais gases que provocam a Chuva Ácida, essas substâncias são formadas durante a queima do carvão mineral usado, principalmente como fonte de energia e de carbono redutor nas usinas siderúrgicas a coque. Outras fontes seriam a sua queima em caldeiras e em usinas termoelétricas para geração de vapor e energia e pelos motores movidos a combustíveis oriundos do petróleo que tenham compostos de nitrogênio em sua composição. Os produtos desta reação são o ácido nitroso e o ácido nítrico, respectivamente conforme a Reação 2.



Conforme ainda Santos e Mól (2013), os óxidos de enxofre (SO₂ e SO₃) são considerados os grandes vilões na formação da chuva ácida. As Reações 3 e 4 são também responsáveis pela formação da chuva ácida. Na primeira, o dióxido de enxofre reage com a água e forma o ácido sulfuroso (Reação 3). Na segunda, o trióxido de enxofre reage com a água para formar o ácido sulfúrico (Reação 4) que é muito forte e causa danos severos a natureza. Os dois óxidos são lançados na atmosfera a partir da queima dos combustíveis fósseis e pelas erupções vulcânicas.



De acordo Brown *et al.* (2017), ácidos reagem com carbonatos e metais, com isso, a Chuva Ácida é corrosiva para metais e materiais que possuem carbonatos em sua composição. A seguir tem-se a reação entre o carbonato de cálcio (Reação 5) e o ácido sulfúrico, este ácido é considerado o principal responsável pela formação da Chuva Ácida. Nesta reação ocorre a formação do sulfato de cálcio, substância presente no giz escolar:



O ferro está presente na maioria das edificações e na composição de automóveis, dentre outros materiais. A seguir temos a representação da reação entre ferro e ácido sulfúrico (Reação 6). Nesta reação, ocorre a formação do sulfato de ferro (III) e do gás hidrogênio conforme representado a seguir:



2.4 O tema meio ambiente e o ensino

O Ensino Médio é a última etapa da formação na Educação Básica. A Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional – LDBEN (BRASIL, 1996) traz que os objetivos desta fase não se restringem à consolidação, ao aprofundamento dos conhecimentos adquiridos no Ensino Fundamental e ao preparo para ingressar na universidade, mas, sobretudo, em formar cidadãos com pensamento crítico, reflexivos e capazes de compreender os fundamentos científico-tecnológicos dos processos produtivos.

Dentro deste contexto, Silva e Rodrigues (2012) afirmaram que temas ambientais devem ser incluídos nos planejamentos da disciplina de Química, explorando contextos sociais, econômicos e ambientais, uma vez que a temática meio ambiente deve ser encarado como uma questão de sobrevivência. De acordo com Santos e Mól (2013), o Ensino médio é o nível de escolarização em que há maior indefinição em torno de sua função social. Nesta perspectiva, surge a proposta de uma educação cujo caráter é a formação da cidadania.

Como Ciência, a Química possui um papel de grande importância, principalmente, no incentivo de medidas que visam reduzir poluentes atmosféricos, pois vivemos em uma sociedade altamente tecnológica e que espera dos cidadãos atitudes que garantam a sua existência e das gerações futuras. Nesse sentido, Santos e Schnetzler (2010) consideram que atividades investigativas e contextualizadas são importantes na construção do conhecimento dos alunos por promover a sua participação. Assim,

Os educadores justificam a importância da inclusão da experimentação em função do seu papel investigativo e pedagógico de auxiliar o aluno na compreensão dos fenômenos químicos. O ensino para o cidadão precisa levar em conta os conhecimentos prévios do aluno, o que pode ser feito por meio da contextualização dos temas sociais, na qual se solicita a opinião dos alunos a respeito do problema que o tema apresenta, antes mesmo de ser discutido do ponto de vista da Química. (SANTOS, SCHNETZLER, 2010, p. 120).

Em relação aos Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio – PCNEM (BRASIL, 2002), este documento aponta a importância de aproximar a aprendizagem da Química ao conhecimento científico, tecnológico, ambiental e social, de modo que:

Esse aprendizado deve possibilitar ao aluno a compreensão tanto dos processos químicos em si, quanto da construção de um conhecimento científico em estreita relação com as aplicações tecnológicas e suas implicações ambientais, sociais, políticas e econômicas. Tal a importância da presença da Química em um Ensino Médio compreendido na perspectiva de uma Educação Básica. (BRASIL, 2002, p. 87).

Considerando as questões trazidas até aqui, cabe ressaltar que o tema socioambiental proposto para a SD é potente por permitir relações de conhecimento que ajudam os alunos a atribuir sentido às Ciências de forma mais ampla. Nesse sentido, pode-se considerar que a Primeira Revolução Industrial, ocorrida na Inglaterra entre os anos de 1760 até 1850, aumentou a emissão de gases poluentes na atmosfera de forma significativa, tornando-se assim um problema em escala global. A partir desta constatação, assuntos relacionados ao Meio Ambiente tornaram-se relevantes, principalmente, na comunidade científica, sendo por este motivo abordado com frequência entre os acadêmicos: a sociedade, os meios de comunicação e as escolas de Educação Básica.

Entre os poluentes que têm causado preocupação aos ambientalistas estão os gases que levam à formação da Chuva Ácida. De acordo com Sousa (2022), esse termo foi utilizado pela primeira vez, pelo inglês Robert Angus Smith, ao perceber a deterioração de alguns monumentos históricos na cidade de Londres, na Inglaterra. Diante do exposto, a Chuva Ácida está diretamente relacionada às ações antrópicas, como a utilização de combustíveis fósseis e as atividades industriais. É importante considerar também, que tais conhecimentos devem promover nos estudantes a construção da cidadania, além da capacidade de tomada de decisão em assuntos que são relevantes para a sociedade. Temas ambientais favorecem o desenvolvimento destes valores. Dentro deste contexto, Santos e Schnetzler (2010) afirmaram que o ensino de Ciências com o enfoque na contextualização CTS pode “[...] trazer para os estudantes conhecimentos que os levem a participar da sociedade moderna, no sentido da busca de alternativas de aplicações da ciência e tecnologia, dentro da visão de bem-estar social” (SANTOS, SCHNETZLER, 2010, p. 62).

Assim, no processo educativo, é necessário promover a alfabetização científica a partir de fenômenos presentes no cotidiano. Um dos pressupostos das teorias construtivistas da aprendizagem é o envolvimento dos alunos em sala de aula. De acordo com Chassot (1993), é importante que o professor traga para o contexto escolar situações relacionadas à vida dos educandos, de forma constante para que os alunos aprendam a analisar, estudar, interpretar as situações e encontrar respostas. A respeito desta postura, Chassot (1993) afirmou que:

[...] a elaboração de uma explicação do mundo natural (fazer ciência), como elaboração de um conjunto de conhecimentos metodicamente adquirido, é descrever

a natureza numa linguagem dita científica. Propiciar o entendimento ou a leitura dessa linguagem é fazer alfabetização científica. (CHASSOT, 1993, p. 37).

Outra defensora da alfabetização científica utilizando SD é Suart (2016), a autora defende que os conceitos químicos sejam trabalhados de forma conjunta com temas ambientais, o que significa contextualizar o conteúdo. Tal situação faz com que os alunos reflitam sobre questões científicas importantes. Com isso, eles são orientados a pensarem e investigarem sobre um determinado problema, criando estratégias para resolvê-lo. Nesse sentido, os PCN afirmam que:

O aprendizado de Química pelos alunos de Ensino Médio implica que eles compreendam as transformações químicas que ocorrem no mundo físico de forma abrangente e integrada e assim possam julgar com fundamentos as informações advindas da tradição cultural, da mídia e da própria escola e tomar decisões autonomamente, enquanto indivíduos e cidadãos (BRASIL, 1999, p. 31).

Nesta metodologia, o professor seria o mediador do conhecimento, planejando e executando atividades direcionadas aos alunos, de modo a promover dinâmicas interativas. Santos e Mól (2013) defenderam que a aprendizagem de novos conceitos é facilitada quando existe esta interatividade.

3 OBJETIVOS

3.1 Objetivo Geral

Verificar a efetividade sobre a aprendizagem de alunos do 1º Ano do Ensino Médio, a partir da aplicação de uma sequência didática, elaborada neste trabalho, com conteúdo Chuva Ácida e efeitos ambientais dela decorrentes.

3.2 Objetivos Específicos

- Promover a alfabetização científica a partir da contextualização com a temática socioambiental;
- Avaliar possíveis diferenças na aprendizagem quando comparadas modalidade presencial de ensino com modalidade remota;
- Elaborar uma Sequência Didática (SD) relacionada às propriedades de ácidos, com foco na chuva ácida e nas reações envolvidas;
- Avaliar se houve compreensão por parte dos alunos sobre os conteúdos abordados no decorrer da discussão das atividades e se a proposta didática favoreceu subsídios para proporcionar a alfabetização científica a partir desta temática ambiental;

- A partir dos resultados do presente trabalho, elaborar um produto educacional para ser utilizado por professores de química com tema Chuva Ácida.

4 METODOLOGIA

A SD foi aplicada a um grupo de alunos do primeiro ano do Ensino Médio, de um Colégio Público na cidade de Bom Despacho, Minas Gerais. A escola possui duas turmas de do primeiro ano, com três aulas semanais de Química, de quarenta e cinco minutos. Entretanto, uma destas três aulas é destinada às atividades no laboratório.

4.1 Definição dos participantes da pesquisa

Durante a realização da pesquisa, entre novembro e dezembro de 2021, a Escola estava desenvolvendo suas atividades na modalidade híbrida, em decorrência do período da pandemia da Covid-19. As famílias dos estudantes estavam com autonomia para decidir se os alunos participariam das aulas presenciais ou de forma remota. A sequência das aulas era de acordo com os horários estabelecidos no início do ano letivo, para cada componente curricular. Aqueles que optassem em não participar de forma presencial, as aulas eram transmitidas por meio do *Google Meet*. Com isso, para o levantamento de resultados confiáveis em relação à aprendizagem, identificaremos os estudantes como Alunos Presenciais (APx) e Alunos Remotos (ARx) durante a avaliação dos resultados, em que 'x', representa a identidade do aluno.

Na turma para a qual foi voltada a pesquisa havia 39 alunos. O estudo foi realizado com a participação de 13 deles. Destes, cinco alunos participaram presencialmente (AP_i, sendo i variando de 1 a 5) e oito alunos de forma remota (AR_j, com o j variando de 1 a 8). Os 26 alunos que não participaram da pesquisa não tiveram interação com os alunos participantes em nenhuma etapa. Essa não participação aconteceu em virtude de diversos fatores, sendo o principal deles o fato de a pesquisa ter sido realizada durante a pandemia da Covid-19 e muitos alunos não compareceram às atividades escolares. Além disso, o período do estudo foi iniciado no mês de novembro, quando muitos alunos já tinham deixado de ir à escola, devido à proximidade com o fim do ano letivo. Além disso, a escola estava praticando o modelo de aula híbrido, sendo que no período a presença era facultativa, com muitos alunos optando em realizar as atividades escolares de forma autônoma, sem participar de atividades síncronas.

4.2 Os eixos de alfabetização científica da pesquisa

Na pesquisa foi realizada uma demonstração por meio de um vídeo disponível no canal do YouTube da Universidade Federal de Lavras (UFLA), cujo título era “*Ciência Explica: Porque choramos ao cortar a cebola?*”¹. Em certo momento do vídeo, pausamo-lo para criar um ar de suspense e em seguida fazer a pergunta inicial da pesquisa: *Por que ao cortar uma cebola nossos olhos lacrimejam?* O objetivo desta pergunta foi discutir sobre as características das substâncias ácidas e estabelecer a que se relaciona a situação observada. Posteriormente, foi realizada uma exposição de imagens de plantações, monumentos e edificações que foram danificadas pela ação da Chuva Ácida. O objetivo era instigar a curiosidade dos alunos e permitir que eles estabelecessem relação entre a irritação dos olhos ao cortar a cebola e o dano provocado pela ação da Chuva Ácida nas imagens que foram apresentadas.

Nesta pesquisa, o primeiro eixo da alfabetização científica apresentado por Sasseron e Carvalho (2011), relaciona-se à compreensão básica de termos, conhecimentos e conceitos científicos fundamentais, foi contemplado ao abordar os conceitos de ácidos, suas propriedades, principais características e aplicações sociais. Nas atividades experimentais utilizadas foi usado de forma demonstrativa apenas o ácido sulfúrico (H_2SO_4), buscando demonstrar as propriedades dos ácidos em geral. A escolha do ácido sulfúrico deve-se ao fato do ácido sulfúrico ser utilizado na produção de substâncias para uso diário (indústria de papeis, baterias de automóveis), além de estar envolvido em diversas questões relacionadas à poluição ambiental, tal como a Chuva Ácida.

A abrangência do segundo eixo estruturante de Sasseron e Carvalho (2011) refere-se à compreensão da Natureza da Ciência e dos fatores políticos que circundam sua prática, deu-se pelo detalhamento dos problemas ocasionados com a Chuva Ácida. Os alunos foram estimulados a reconhecerem a importância da Ciência na resolução de problemas enfrentados pela sociedade, levando-os a procurarem possíveis soluções. Acreditamos que a participação ativa dos alunos foi um instrumento essencial na produção do pensamento crítico. A partir deste eixo, os alunos puderam expor suas contestações ou concordâncias.

O terceiro eixo da alfabetização científica apresentado por Sasseron e Carvalho (2011) está vinculado ao entendimento das relações existentes entre Ciência, Tecnologia, Sociedade e

¹TOMASI, Sérgio Sherrer. Ciência explica: Por que choramos ao cortar cebola? **Ciência Explica**, Departamento de Química da UFLA. 2019. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=PZDPFU0Fdzo&t=2s>. Acesso em 30 de nov. 2021.

Meio Ambiente, houve a demonstração das reações presentes na formação da Chuva Ácida e os setores da sociedade que estão envolvidos nas reações apresentadas.

Com relação aos dados coletados, eles foram submetidos à análise de conteúdo de Bardin (1977), que definiu esse procedimento metodológico como sendo:

Um conjunto de técnicas de análise das comunicações visando obter, por procedimentos sistemáticos e objetivos de descrição do conteúdo, das mensagens, indicadores (quantitativos ou não) que permitam a inferência de conhecimentos relativos às condições de produção/recepção (variáveis inferidas) destas mensagens. (BARDIN, 1977, p. 42).

A análise de conteúdo é usada para verificar se há construção de significado para os participantes da pesquisa. Por meio dos diálogos e dos dados coletados o pesquisador tem a possibilidade de verificar o entendimento do sujeito em relação à realidade que lhe foi apresentada. Diante desses resultados é possível também avaliar e interpretar se houve coerência com o referencial teórico delineado para a pesquisa, nesse trabalho os dados foram coletados a partir de registros escritos e analisados levando em consideração a progressão dos alunos no processo da alfabetização científica.

Como produto educacional desta pesquisa, foi elaborado um material didático, que constitui um instrumento a ser utilizado por professores para direcionar o que poderá ser desenvolvido no decorrer de sua aplicação, servindo como um norteador. Nesse material didático, são especificados os objetivos, as estratégias, as metodologias, as atividades que serão desenvolvidas e a avaliação do aprendizado dos alunos. O produto educacional é um documento a parte deste trabalho, mas é parte integrante, os quais serão apresentados juntos.

Nesse material didático iremos propor a utilização de uma Metodologia Ativa de Aprendizagem (MAA), Júri Simulado como parte de uma Sequência Didática para discutir a Chuva Ácida e as reações afins. A contextualização a ser utilizada no produto educacional envolve a discussão a respeito da remoção dos *Doze Profetas de Aleijadinho*. As obras em estilo barroco fazem parte do conjunto Arquitetônico e Paisagístico do Santuário Bom Jesus de Matosinhos, na cidade de Congonhas do Campo, Minas Gerais. Diante da deterioração pretende-se promover uma reflexão com alunos a respeito da possibilidade de levar as obras de arte para o Museu de Congonhas.

Diante do exposto, podemos dizer que o planejamento perpassa a ação do trabalho docente, mediante aquilo que foi pensado com antecedência. Porém, todo bom planejamento deve estar aberto às mudanças, uma vez que a sala de aula é um local onde surgem questionamentos e situações não planejadas.

4.3 Etapas da elaboração da SD

Primeiro passo: Apresentação do vídeo e com a pergunta de pesquisa

A pesquisa foi iniciada com a exposição do vídeo *Ciência explica: Por que choramos ao cortar cebola?* No decorrer deste vídeo propomos discutir a questão apresentada anteriormente. Com este diálogo informal, os alunos foram orientados a descrever o entendimento sobre o referido fenômeno. Em seguida, foi apresentado outro vídeo do canal Manual do Mundo (*Por que cebola faz chorar?*²), com a explicação do fenômeno. Os alunos foram informados que a explicação deste fenômeno se encontra no livro “*O Que Einstein Disse ao Seu Cozinheiro*” (WOLKE, 2005, p. 98-100).

Segundo passo: Apresentação de imagens relacionadas às consequências causadas pela chuva ácida

O próximo passo da SD foi uma exposição de imagens de estátuas de mármore/monumentos, de estruturas metálicas, de plantações e de florestas que tinham sido devastadas pela Chuva Ácida. Naquele momento, foi retomada a pergunta investigativa da cebola, com intuito de estabelecer com os estudantes a relação dos fenômenos apresentados e as propriedades dos ácidos, com a pergunta investigativa proposta inicialmente.

Terceiro passo: Apresentar o conceito de ácido, fórmulas moleculares e nomes dos compostos que provocam a Chuva Ácida

Por ser uma turma do primeiro ano do Ensino Médio, o conceito de ácido apresentado foi a Teoria de Arrhenius. Nesta etapa os alunos reconheceram as fórmulas, propriedades, nomenclatura sistemática, aplicações de ácidos considerados mais importantes para a indústria, como o ácido sulfúrico (H_2SO_4) e nítrico (HNO_3) em situações em que são empregados. A abordagem trabalhada procurou relacionar o conteúdo à maneira que é cobrado em exames de vestibulares.

Quarto passo: Trabalhar as reações envolvidas na formação da Chuva Ácida

² THENÓRIO, Iberê. **Por que cebola faz chorar?** Vlog Manual do Mundo. 2014. Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=MfIU1w8zP_0&t=4s. Acesso em 30 de nov. 2021.

Foram realizadas atividades experimentais, formação da Chuva Ácida e reações entre ácidos com materiais que são afetados pela acidez da chuva, como os de carbonato de cálcio (mármore), metais e plantas (Anexos 1, 2, 3 e 4). Na primeira atividade experimental demonstramos a formação dos óxidos de enxofre e sua reação com a água que gera o ácido sulfúrico, um dos principais constituintes da Chuva Ácida. Na segunda atividade experimental, demonstrou-se as reações entre a água de bateria, ácido sulfúrico diluído a 30%, com materiais como casca de ovo, objetos de metais, como parafusos, pregos e folhas de plantas, trabalhando assim as Reações 3, 4, 5 e 6.

Quinto passo: Aplicar uma atividade voltada a verificação da aprendizagem

A aprendizagem dos alunos foi avaliada aplicando-se uma atividade com questões do Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) e de outros vestibulares (Anexo 5). A atividade foi disponibilizada aos alunos pela plataforma utilizada pelo Colégio, Positivo On.

Sexto passo: Análise dos resultados da atividade e discussão com os alunos

Diante dos resultados da atividade do Anexo 5, realizou-se uma intervenção esclarecendo as dúvidas que surgiram nos alunos.

Sétimo passo: Aplicação de um questionário aberto aos alunos para avaliação da abordagem metodológica

Para os alunos avaliarem a SD, um questionário aberto foi aplicado com perguntas relacionadas à abordagem metodológica utilizada nesta pesquisa (Anexo 6).

Oitavo passo: Coleta de dados para dissertação

Com os dados da atividade de verificação da aprendizagem (Anexo 5) e do questionário de avaliação da SDI (Anexo 6), a análise foi realizada de acordo com os pressupostos teóricos e metodológicos da proposta por Bardin (1977). De acordo com esta autora, a análise de conteúdo pode se dar sobre resultados qualitativos ou quantitativos. Uma vez que a amostra de estudantes participantes das atividades com SD foi relativamente pequena (13 estudantes), a análise aqui utilizada não se pautou em aspectos estatísticos ou numéricos, mas sim na evolução das respostas ao longo do trabalho, verificando o grau de assertividade da resposta dada e sua capacidade de relacionar aspectos contextuais da Ciência, Tecnologia e Sociedade a partir da vivência nas atividades desenvolvidas.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com Zabala (1998) e Oliveira (1998), uma das etapas de uma SD é a coleta dos dados, a partir dos mesmos o pesquisador pode avaliar os resultados e fazer as conclusões. Nesta seção procuramos identificar pontos importantes dos diversos momentos formativos que a pesquisa proporcionou aos estudantes. No decorrer do texto são apresentados resultados obtidos por meio das questões envolvendo como tema central a Chuva Ácida, situações em que a mesma acontece e observações sobre suas consequências. Em um segundo momento foram realizados experimentos práticos em sala de aula e, em ambos os momentos, foram apresentados questionamentos junto aos alunos, de modo a verificar se a aplicação da SDI contribuiu para favorecer o aprendizado dos alunos.

5.1 Análise sobre a pergunta investigativa

Iniciamos a SD com a pergunta “*Por que ao cortar a cebola os nossos olhos lacrimejam?*” As considerações feitas pelos alunos durante a realização deste diálogo serão apresentadas na Tabela 1. As respostas dos alunos foram enquadradas em quatro categorias: *correto* (C), *regular*³(R), *incorreto* (I) e *não respondeu* (NR). As transcrições das respostas estão conforme os alunos escreveram, podendo conter marcas da linguagem coloquial.

TABELA1 – Respostas dos estudantes para explicar o porquê de os olhos lacrimejarem ao cortar uma cebola.

CATEGORIA	ALUNOS	EXEMPLOS DE RESPOSTAS
Correta	---	---
Incorreta	AP2, AP4	<i>As cebolas liberam um não-metal que faz os olhos arder.</i> (AP4)
Regular	AP1, AP3, AP5, AR1, AR2, AR3, AR4 e AR5	<i>As cebolas liberam um tipo de gás, né!!!! Gás não é o nome certo, KKKK!!!</i> (AP3) <i>Ocorre uma reação de um não metal com a água, tipo a reação de formação da chuva ácida!!!</i> (AP5)
Não respondeu	AR6, AR7, AR8	---

A partir dos resultados apresentados na Tabela 1, verificamos que dos treze alunos participantes, oito reconheceram que a cebola libera substâncias que estão relacionadas ao fenômeno abordado na questão, embora não tenham sido capazes de explicar corretamente o porquê dos olhos lacrimejarem. No entanto, constatamos uma participação mais efetiva dos AP

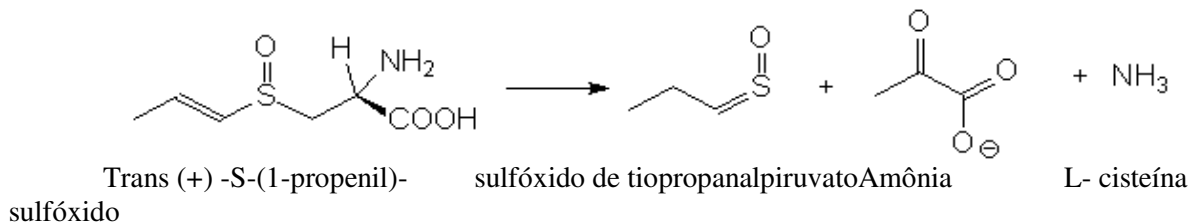
³Para a categoria regular, considerou-se que a resposta dada pelo aluno, embora contivesse elementos corretos, não responderia satisfatoriamente ao que foi questionado.

durante este diálogo. Todos os cinco alunos manifestaram o seu entendimento, embora dois deles tenham dado explicações incorretas para o fenômeno que motivou o diálogo. Em relação aos AR, cinco apresentaram sua opinião, sendo que AR6 respondeu que não sabia e os AR7 e AR8 não relataram qual seria a possível causa do fenômeno em questão.

Um dos propósitos da SD foi o de construir o conhecimento de forma sequenciada e planejada. Com isso, após este diálogo inicial, foram apresentados aos estudantes dois vídeos com a explicação do fenômeno (*Ciência Explica: Por que choramos ao cortar a cebola?*⁴; *Por que a cebola faz chorar?*⁵). Com os dois vídeos pretendíamos que os estudantes estabelecessem relação entre a pergunta inicial da pesquisa e a formação da Chuva Ácida. De acordo com o Wolke (2005), a substância contida na cebola, que produz o lacrimejar é um composto que contém enxofre, chamado de sulfóxido de tiopropanal. Wolke (2005) afirmou que este gás, assim como outras substâncias, se forma quando corta a cebola, destacando que:

Tanto o gás da lágrima quanto os compostos responsáveis pelo ardor existem como tais na cebola não cortada. Eles se formam quando as células são abertas ao serem cortadas ou mastigadas, ocasião em que a enzima aliinase (A) e um grupo de compostos conhecidos como sulfóxidos S-alquenilcisteína (S), que até então permaneciam isolados um do outro em diferentes partes das células da cebola, é liberado. Eles reagem então entre si e formam o gás da lágrima. (WOLKE, 2005, p. 99).

A título de ilustração, a reação de formação do gás da lágrima está apresentada a seguir:

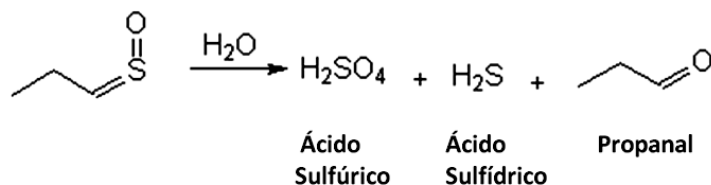


Fonte: uv.es/~jaguilar/curioso/cebolla1.gif

Wolke (2005) afirmou ainda que o sulfóxido de tiopropanal não nos faz chorar, é o próprio olho. O que ocorre é uma reação entre o gás e a umidade presente nos olhos, gerando assim uma solução diluída de ácido sulfúrico, que irrita o tecido ocular, ocasionando a formação de lágrimas. Esta reação está apresentada a seguir:

⁴TOMASI, Sérgio Sherrer. **Ciência explica: Por que choramos ao cortar cebola?** Ciência Explica, Departamento de Química da UFLA. 2019. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=PZDPFU0Fdzo&t=2s>. Acesso em 30 de nov. 2021.

⁵THENÓRIO, Iberê. **Por que cebola faz chorar?** Vlog Manual do Mundo. 2014. Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=MfIU1w8zP_0&t=4s. Acesso em 30 de nov. 2021.



Na sequência, apresentou-se o seguinte questionamento: “O que é a Chuva Ácida e como ela se forma?” Na Tabela 2 está apresentado o entendimento dos estudantes a respeito do fenômeno atmosférico.

TABELA 2 - Concepção dos estudantes sobre a chuva ácida.

CATEGORIA	ALUNOS	EXEMPLOS DE RESPOSTAS
Correta	AP1, AR1 e AR8	<i>Quando o enxofre reage com a água e produz o ácido sulfúrico. O enxofre vem do petróleo, acho que é isso!!! (AP1) “Chuva formada quando a água reage com os gases que são liberados pelas chaminés das fábricas, pelos carros e caminhões”. (AR8)</i>
Incorreta	AP4, AR3	<i>Chuva que tem pH alto. (AP4)</i>
Regular	AP2, AP3, AP5, AR2, AR4, AR5, AR6 e AR7	<i>Chuva que estraga estátuas. (AP3) Chuva que danifica monumentos de calcário (mármore). (AR5) Tipo de chuva que causa danos para natureza. (AR7)</i>
Não respondeu	---	---

Todos os alunos responderam à questão proposta. Quanto ao maior número de acertos por parte dos alunos em ensino remoto, não se sabe até que ponto estes puderam consultar outros materiais sobre o tema. Quanto às respostas consideradas regulares, não houve divergência no número de acertos entre alunos do ensino remoto comparados aos alunos do ensino presencial. A partir dos dados da Tabela 2, o AP1 relacionou a formação da Chuva Ácida ao enxofre e à queima de combustíveis fósseis, o que está de acordo com Santos e Mól (2013), que consideram o dióxido de enxofre (SO_2) e trióxido de enxofre (SO_3) os principais gases que provocam a formação da Chuva Ácida. Com isso, consideramos a colocação de AP1 correta. AP2, AP3 e AP5 apresentaram somente possíveis consequências da Chuva Ácida. Por não mencionar como é a sua formação, consideramos essas respostas como sendo regular. AP4 cometeu um equívoco ao afirmar que a Chuva Ácida apresenta um alto valor de pH. Este erro pode ser aceitável, uma vez que a escala de pH não havia sido abordada.

Em relação aos alunos remotos, AR1 e AR8 associaram a formação do fenômeno às atividades relacionadas à queima dos derivados do petróleo. Consideramos as respostas corretas, pois conforme já apresentado, durante essa reação há liberação de óxidos ácidos, que ao reagirem com a água levam à formação da chuva ácida. AR2, AR4, AR5, AR6 e AR7 mencionaram somente os danos provocados. Dessa forma, as respostas foram consideradas regulares. Além disso, AR3 afirmou que não conhecia o fenômeno da chuva ácida.

A partir das considerações apresentadas pelos alunos, verificamos que entre os alunos presenciais os AP1, AP2, AP3 e AP5, e os remotos AR1, AR2, AR4, AR5 e AR6, AR7 e AR8 já apresentavam conhecimentos prévios sobre a Chuva Ácida, ou seja, 11 entre os 13 participantes. Os AP1, AP5, AR1, AR2 e AR8 demonstraram reconhecer que a Chuva Ácida é um fenômeno provocado principalmente pela poluição ambiental ocasionada por atividades humanas.

Ao serem indagados sobre a relação entre os olhos lacrimejarem ao cortar a cebola e a formação da Chuva Ácida, os alunos não associaram um fenômeno ao outro. Com a realização destes diálogos pretendíamos instigar a curiosidade nos estudantes em relação ao conteúdo e fazer o levantamento dos conhecimentos prévios.

Assim, um dos objetivos da pesquisa foi contribuir para a alfabetização científica dos alunos. Seguimos os pressupostos de Sasseron e Carvalho (2011), que consideram ser necessários três eixos estruturantes na alfabetização científica, sendo o primeiro a compreensão básica de termos, conhecimentos e conceitos científicos fundamentais. Com isso, trabalhou-se a definição de ácidos de acordo com a definição de Arrhenius, além da representação a partir das fórmulas moleculares, dos principais ácidos utilizados pela indústria e suas propriedades.

Elaborou-se uma apresentação em *power-point* que continha a definição de Chuva Ácida, como se forma, suas causas e as principais consequências socioambientais. Foram demonstradas a partir de imagens algumas das atividades antrópicas que levam à formação da Chuva Ácida e os possíveis danos provocados por ela ao ambiente como um todo. Dentre as imagens utilizadas destacam-se monumentos históricos feitos de mármore, como as estátuas dos Doze Profetas de Aleijadinho, que estão no Santuário Bom Jesus de Matosinhos, na cidade de Congonhas do Campo (MG) (Figura 1); os efeitos sobre a vegetação nos arredores da cidade de Cubatão (SP), historicamente caracterizada pelos altos índices de poluição atmosférica (Figura 2); e a mortalidade de peixes no Rio Pirapó, em Maringá (PR) (Figura 3).

Figura 1: Profeta Habacuc, Santuário Bom Jesus de Matosinhos, Congonhas do Campo.
Foto: Horacio Coppola / Acervo Instituto Moreira Salles.



Fonte: iphotochannel.com.br/2-mestres-obras-de-aleijadinho-por-horacio-coppola/

Figura 2: Vegetação afetada pela Chuva Ácida na região de Cubatão/SP.



Fonte: <<https://g1.globo.com/sp/santos-regiao/noticia/2015/01/cetesb-confirma-que-chuva-acida-atingiu-cubatao-apos-vazamento.html>> Acesso: 15 de novembro de 2021.

Figura 3: Mortalidade de peixes no Rio Pirapó, em Maringá (PR), devido à Chuva Ácida.



Fonte: <<https://g1.globo.com/pr/norte-noroeste/noticia/chuva-acida-e-poluicao-matam-peixes-no-rio-pirapo-diz-iap.ghtml>> Acesso: 15 de novembro de 2021.

Para contribuir com a contextualização do conteúdo, apresentamos uma reportagem que mostrava peixes mortos no Rio Pirapó, município de Maringá/PR, em decorrência da Chuva Ácida⁶. A situação em questão aconteceu no ano de 2017 e foi comprovado após técnicos terem constatado alto teor de acidez na água do Rio Pirapó, além de existir considerável concentração de poluentes nas chuvas que caíram na região (HILSING, 2017).

No transcorrer desta apresentação, discutimos também as reações dos óxidos que levam à formação da Chuva Ácida, demonstrando as reações dos seguintes óxidos com a água: óxido de enxofre, trióxido de enxofre, dióxido de nitrogênio e dióxido de carbono. Esse processo foi explicado aos alunos de forma conceitual e expositiva.

Dando continuidade à SD, na etapa seguinte realizou-se o processo experimental em si, desenvolvendo atividades práticas relacionadas ao conteúdo Chuva Ácida. Os resultados com o desenvolvimento das atividades serão apresentados ao longo do próximo tópico.

5.2 Análise da atividade experimental sobre a formação da Chuva Ácida

Para consolidar os conceitos científicos referentes às reações de formação da Chuva Ácida e as consequências que provoca, realizamos duas atividades experimentais. O primeiro experimento (Anexo 1) procurou demonstrar como ocorre a formação da Chuva Ácida. O experimento envolveu a reação de queima de enxofre, originando o dióxido de enxofre (SO_2), que reage com oxigênio (O_2) para formar o trióxido de enxofre (SO_3). Estes óxidos em contato com o vapor d'água presente no recipiente produziria o ácido sulfuroso e/ou sulfúrico, respectivamente, conforme apresentado nas Reações 3 e 4.

⁶HILSING, Ederson; LINJARDI, Fábio. **Chuva ácida e poluição matam peixes no Rio Pirapó, em Maringá, diz IAP**. G1 Paraná. Maringá. 2017. Disponível em: <https://g1.globo.com/pr/norte-noroeste/noticia/chuva-acida-e-poluicao-matam-peixes-no-rio-pirapo-diz-iap.ghtml>. Acesso em 02 de dez. 2021.

Os alunos também foram orientados a assistirem o vídeo “Faça chuva ácida em casa!”, disponível no *YouTube*⁷, Canal Manual do Mundo. Após a realização da atividade experimental descrita anteriormente e a visualização deste vídeo, os alunos responderam um questionário com sete perguntas presente no roteiro da atividade experimental (Anexo 2). Na primeira pergunta foi questionado aos alunos por que havia ocorrido a mudança de coloração das pétalas de flor colocadas no interior do recipiente, após a reação química. Foram escolhidas respostas para exemplificação em cada uma das três categorias e mostrados os estudantes que deram respostas em cada categoria. Esses resultados foram organizados na Tabela 3.

TABELA 3. Explicação para a mudança de coloração das pétalas de flor após a queima do enxofre.

CATEGORIA	ALUNOS	EXEMPLOS DE RESPOSTAS
Correta	AP1, AP2, AP4, AP5, AR1, AR2, AR4 e AR5	<i>O enxofre quando foi queimado reagiu com o oxigênio formando dióxido de enxofre, esse gás reage com a água e o oxigênio podendo formar ácido sulfuroso e ácido sulfúrico, por isso a rosa perdeu a cor e o papel indicador mostrou que o ambiente era ácido. (AP5)</i> <i>Quando queimou o enxofre, ele reagiu com o gás oxigênio do ar e formou um gás que se chama dióxido de enxofre, e ele reage com a água e com o gás oxigênio do ar e pode formar ácido sulfuroso e ácido sulfúrico, por isso a rosa perdeu a cor. (AR1)</i>
Regular	AP3 e AR3	<i>“Porque o ácido caiu na pétala”. (AP3)</i> <i>“Pois ao queimar o enxofre o gás liberado entra em contato com o oxigênio e libera ácido sulfúrico fazendo a rosa perde a sua cor”. (AR3)</i>
Incorreta	AR6, AR7, AR8	<i>“Após queimar o enxofre saiu uma fumaça que meio que queimou a pétala da rosa”. (AR7)</i>
Não respondeu	---	---

Diante dos dados da Tabela 3, consideramos que, dos cinco AP, quatro deles deram respostas classificadas como corretas para a questão (AP1, AP2, AP4 e AP5). As respostas desses estudantes demonstraram que eles conseguiram resgatar o conceito de reação química e aplicá-lo sobre a situação observada, evidenciando os reagentes e a formação de produtos que foram responsáveis pela alteração da coloração observada. Entretanto, dois alunos tiveram respostas classificadas como regulares. AP3 associou a mudança de cor da pétala à presença do “ácido”, sem especificá-lo. Classificamos como regular esta resposta, pois além de não apresentar quais são os ácidos que provocaram a mudança de cor na pétala, negligenciaram a

⁷THENÓRIO, Iberê. **Faça chuva ácida em casa!** Manual do Mundo. 2014. Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=IEMjO01xm_4. Acesso em 02 de dez. 2021.

sequência de reações que ocorrem a partir da queima do enxofre. O aluno AR3 também teve uma resposta regular, uma vez que sua explicação considera o oxigênio como um componente final na reação química. As respostas dadas por esses alunos, embora parcialmente corretas, demonstraram uma dificuldade em relacionar as etapas de uma reação química com o evento observado na prática. Esse tipo de conhecimento pode ser mais bem sedimentado com a utilização de atividades complementares, embora no estudo em questão se tenha apenas explicado de forma oral.

De acordo com a Tabela 3, nas respostas “Correta” e “Regular” não houve efeito da modalidade de ensino remota e presencial. Por outro lado, nas respostas incorretas a modalidade remota se destacou. Nenhum estudante na modalidade presencial deixou de responder ou fez incorretamente. Isso pode demonstrar que as atividades experimentais podem ter ajudado os estudantes presenciais a entenderem /explicarem o assunto em questão.

Em relação aos estudantes que responderam de forma incorreta, verificou-se que suas respostas em nenhum momento recorreram aos conceitos previamente trabalhados em sala de aula. As explicações nesse caso foram baseadas unicamente em fatores observados, tal como “a queima do enxofre”, “a fumaça produzida”. Entretanto, não houve uma abordagem mais científica que mencionasse as substâncias envolvidas na reação, nem os produtos formados.

Diante dos resultados obtidos, pode-se inferir que os estudantes que acertaram, conseguiram compreender as especificidades trabalhadas nesta questão, mostrando indícios de uma alfabetização científica. Nesse sentido, os estudantes que tiveram respostas regulares poderiam ser considerados em vias de serem alfabetizados cientificamente e os que erraram procuraram explicar o fenômeno baseando-se apenas no senso comum, consideramos que estes alunos estão em estágio inicial no processo de alfabetização científica, considerando a questão e suas especificidades.

A segunda questão da atividade experimental foi para verificar se os alunos eram capazes de representar as reações ocorridas durante o experimento. Para tanto, espera-se que eles tenham as concepções de reagentes e produtos, além do domínio das fórmulas e símbolos químicos utilizados no processo de representação das substâncias ou elementos. No caso em questão, esperava-se que os estudantes fossem capazes de representar tanto os reagentes (S, O₂, H₂O e SO₂), quanto os produtos (SO₂, H₂SO₃ e H₂SO₄) formados nas três etapas da reação química. As respostas dadas pelos alunos foram organizadas na Tabela 4.

TABELA 4. Respostas dos estudantes com a equação química observada no experimento.

CATEGORIA	ALUNOS	EXEMPLOS DE RESPOSTAS
Correta	AP1, AR4 e AR6	$S(s) + O_2(g) \rightarrow SO_2(g)$ / $SO_3(g) + H_2O(l) \rightarrow H_2SO_4(l)$ (AP1) $S(s) + O_2(g) \rightarrow SO_2(g)$ / $SO_2 + H_2O \rightarrow H_2SO_3$ / $SO_3 + H_2O \rightarrow H_2SO_4$ (AR6)
Incorreta	AR2	$2 H_2S(g) + 3 O_2(g) \rightarrow 2 SO_2(g) + 2 H_2O(g)$ (AR2)
Regular	AP2, AP3, AP4, AP5, AR1, AR3 e AR5	$S(s) + O_2(g) \rightarrow SO_2(g)$ (AP2) $SO_2 + H_2O \rightarrow H_2SO_3$ (AP4) $SO_3 + H_2O \rightarrow H_2SO_4$ (AR5)
Não respondeu	AR7 e AR8	---

A partir do levantamento na Tabela 4, verificamos que três estudantes apresentaram respostas razoavelmente compatíveis com o que se esperava para essa questão. Embora as respostas dos alunos que foram consideradas corretas (AP1, AR4, AR6) apresentassem alguns erros nos índices das fórmulas, observou-se que estes foram capazes de utilizar adequadamente a simbologia, apresentaram corretamente o estado físico dos reagentes e produtos, bem como especificaram as duas etapas da reação com formação do dióxido de enxofre, seguida da reação com oxigênio e com o ácido sulfuroso a partir da reação com água, levando à formação de ácido sulfúrico.

Ainda há que se considerar a direção das setas apenas para a direita. Esses pequenos detalhes foram desconsiderados para a questão em si, uma vez que os alunos ainda se encontram no primeiro ano do Ensino Médio e não possuem um conhecimento sedimentado sobre o conteúdo de Equilíbrio Químico. Verificou-se que sete alunos (AP1, AP3, AP4, AP5, AR1, AR3 e AR5) não realizaram a representação de todas as reações. Com isso, consideramos as respostas na categoria regular. Embora se tenha observado a colocação de reagentes nos locais corretos, os alunos dessa categoria não foram capazes de abstrair a sequência correta das reações químicas, que resultaram na formação final do ácido sulfúrico, componente responsável pelo resultado observado no experimento.

O aluno AR2 representou a equação química de forma incorreta. De acordo com o demonstrado, não há um resgate de conhecimentos conceituais sobre posicionamento de reagentes e produtos na equação química, nem a observação de uma reação química que acontece em etapas. Os alunos AR7 e AR8, por sua vez, não responderam a esta questão, alegando não saberem responder. Dentro de conhecimentos do campo da Química, consideramos essa questão de nível difícil para os estudantes, uma vez que esta apresenta um elevado nível de abstração. Mesmo assim, verificamos que já foram capazes de representar uma

equação química, evidenciando aspectos importantes relacionados aos símbolos dos elementos, à fórmula química e suas características, além do estado físico dos reagentes e produtos.

A terceira questão da atividade experimental consistiu em verificar se os alunos seriam capazes de reconhecer a ação do papel tornassol como indicador ácido-base. Indagamos o porquê da mudança na cor após a queima do enxofre. As respostas obtidas foram organizadas na Tabela 5.

TABELA 5. Explicação dos estudantes para a mudança de cor do papel de tornassol.

CATEGORIA	ALUNOS	EXEMPLOS DE RESPOSTAS
Correta	AP1, AP2, AP3, AP4, AP5, AR1, AR2, AR4, AR6 e AR7	<i>Porque o ambiente dentro do pote estava ácido. (AP4)</i>
		<i>Porque o ambiente se tornou ácido com a reação entre o dióxido de enxofre, a água e o oxigênio presentes no ar. (AR2)</i>
Incorreta	AR3 e AR8	<i>Porque esse papel indica o pH, e como foi formado ácido sulfúrico, ele mudou de cor, indicando um caráter ácido. (AR4)</i>
		<i>Isso ocorre porque os íons reagem mudando o arranjo dos átomos presentes no indicador. (AR3)</i>
Regular	AR5	<i>Pois ele libera ácido sulfúrico.</i>
Não respondeu	---	---

Verificamos, com os dados apresentados na Tabela 5, que dez alunos foram capazes de dar respostas compatíveis com o que se esperava para essa questão. Desses, cinco foram AP e outros cinco foram AR. Não se observou a influência da modalidade ensino na qualidade das respostas neste caso. Esses alunos relacionaram a mudança de cor do papel de tornassol com a presença de um ambiente ácido dentro do pote, no qual se deu o experimento. Observamos que esses alunos aplicaram conceitos já trabalhados a respeito de indicadores químicos, relacionando tais conceitos com a mudança de coloração da substância. Além disso, verificamos que os alunos que acertaram a questão foram capazes de relacionar o ambiente ácido como resultado da produção de ácido sulfúrico na reação química, resgatando propriedades dessa substância, que fazem com que o pH do meio sofra queda.

Um aluno teve uma resposta considerada regular. Embora ele tenha mencionado sobre a produção de ácido sulfúrico, seu raciocínio não envolveu o conceito de pH e como este altera a propriedade física do indicador em questão. Para essa questão, dois alunos tiveram respostas consideradas incorretas. Esses alunos mencionaram informações como se o papel de tornassol participasse da reação química em questão (AR3) ou explicaram apenas baseando-se no que foi

observado, sob uma forma leiga e sem lançar mão a conceitos já estudados (*a fumaça causou a mudança de cor* – AR8).

A quarta questão da atividade experimental teve o objetivo de verificar a capacidade dos alunos de contextualizarem o experimento com situações observadas na sociedade, trazidas até os mesmos pelos meios de comunicação. A questão consistia em verificar se os alunos, com base nas aulas expositivas e no experimento vivenciado, eram capazes de explicar a ocorrência de chuva ácida nas imediações de grandes cidades. A pergunta realizada foi “*O que vem causando o excesso de acidez na chuva de grandes cidades?*” As respostas dos alunos estão compiladas na Tabela 6.

TABELA 6. Fatores responsáveis pela a elevação da acidez da chuva na visão dos estudantes

CATEGORIA	ALUNOS	EXEMPLOS DE RESPOSTAS
Correta	AP1, AP2, AP5, AR1, AR2 e AR6	<i>O aumento da acidez na chuva ocorre principalmente quando há um aumento na concentração de óxidos de enxofre e nitrogênio na atmosfera.</i> (AP1) <i>O que causa o excesso de acidez nas chuvas de grandes cidades são as grandes quantidades de óxidos ácidos lançados na atmosfera, em decorrência do grande uso de combustíveis derivados do petróleo.</i> (AR2)
Incorreta	---	---
Regular	AP3, AP4, AR3, AR4, AR5, AR7 e AR8	<i>A poluição na atmosfera devido a industrialização.</i> (AP3) <i>A queima do óleo disel (sic).</i> (AR3) <i>Grande quantidade de automóveis e indústrias que usa petróleo.</i> (AR8)
Não respondeu	---	---

Com as informações levantadas na Tabela 6, constatamos que todos reconheceram que as atividades industriais, como a queima do petróleo e seus derivados, são os principais fatores que levam à formação da Chuva Ácida. Trata-se de um momento importante, no qual os alunos contextualizaram o conhecimento obtido, nas aulas de Química.

Dos alunos que participaram da pesquisa, seis deles apresentaram respostas consideradas satisfatórias para a questão. Esses alunos relacionaram a acidez das chuvas com a presença de óxidos ácidos na atmosfera, decorrentes da queima de diversas substâncias na indústria e nos veículos automotores. Verificamos nas respostas, que os alunos foram capazes de relacionar tanto conceitos básicos de ácidos, como também ampliar a reação química demonstrada em sala de aula para uma situação mais planetária. Respostas de sete alunos foram consideradas regulares. Embora eles fossem capazes de associar a ocorrência da acidez com a poluição atmosférica, não especificaram quais gases estão associados. Além disso, faltou para esses alunos conceitos importantes para completar o raciocínio e compreender todo o mecanismo de ocorrência da acidez das chuvas.

Com intuito de verificar se os alunos reconhecem que a emissão dos óxidos de enxofre e de nitrogênio são gases que causam severas consequências ao meio ambiente, apresentou-se a quinta questão da Atividade Experimental 1: “*Cite um problema ambiental associado à emissão de óxidos ácidos na atmosfera*”. As respostas estão apresentadas na Tabela 7.

TABELA 7. Problemas associados à emissão dos óxidos ácidos.

CATEGORIA	ALUNOS	EXEMPLOS DE RESPOSTAS
Correta	Todos	<i>Chuva ácida que pode causar extinção de animais e vegetais. (AP2)</i> <i>Chuva ácida que causa contaminação de lagos e solos, destruição da vegetação e corrosão de estátuas de mármore. (AR2)</i> <i>Danificação de estátuas, estruturas metálicas e a vegetação. (AR7)</i>
Incorreta	---	---
Regular	---	---
Não respondeu	---	---

De acordo com o que foi solicitado na quinta questão, todos os alunos responderam de forma correta. Em todas as respostas, houve relação entre a chuva ácida e o comprometimento de estruturas metálicas e de concreto, além da poluição das águas, do solo e alterações diretas sobre a vida aquática e sobre a vegetação.

A variedade de respostas apresentadas pelos alunos, bem como sua habilidade em relacionar a Chuva Ácida a suas consequências evidenciou o processo de progressão na alfabetização científica dos estudantes. Tal processo se torna ainda mais evidente quando nos referimos ao primeiro e ao terceiro eixo estruturantes apresentados por Sasseron e Carvalho (2011), uma vez ter sido possível verificar que há nos alunos compreensão básica de termos, conhecimentos e conceitos científicos fundamentais sobre o tema pesquisado, bem como se mostraram capazes de estabelecer as relações entre Ciência, Tecnologia, Sociedade e Meio Ambiente.

Ainda em relação a esta Atividade Experimental, foram feitas mais duas perguntas visando contemplar o segundo eixo estruturante apresentado por Sasseron e Carvalho (2011), que seria a compreensão da natureza da ciência e dos fatores políticos que circundam sua prática. Dentro deste contexto, a sexta pergunta foi para verificar se os alunos seriam capazes de propor sugestões a serem aplicadas no setor industrial e que impactam de forma positiva para a sociedade e ao meio ambiente. Perguntamos aos alunos: “O que pode ser feito em termos de Governo Federal para diminuir a acidez ou a poluição da atmosfera como um todo?” Os argumentos apresentados pelos estudantes estão na Tabela 8. Por serem respostas pessoais, não avaliaremos as respostas a essas perguntas (sexta e sétima) como corretas ou incorretas. Apenas teremos comentários nas colocações que entendemos ser relevantes para a temática em

questão. O objetivo principal das perguntas foi inserir nos alunos reflexões críticas sobre o quanto é importante a participação em assuntos sociais, políticos e ambientais, que são de interesse da coletividade.

TABELA 8. Ações necessárias do poder público para diminuir a poluição ambiental na visão dos estudantes

EXEMPLOS DE RESPOSTAS
<i>Incentivar a usarem veículos menos poluentes, substituir o uso de combustíveis fósseis. (AP3)</i>
<i>Impor medidas que limitam o uso de combustíveis fósseis, ser obrigatório o uso de filtros em chaminés de fábricas, investir em fontes de energia renováveis, fiscalizar eficientemente as fontes poluidoras. (AR3)</i>
<i>Bonificar grandes indústrias e fazer campanhas contra a emissão dos gases poluentes. (AR5)</i>
<i>Adotar medidas de revezar os dias de andar de carro. (AR8)</i>

Os alunos consideram que o Governo Federal deve realizar ações de conscientização da população, fiscalização, além de proibir que as indústrias lancem na atmosfera os gases poluentes. Deve-se monitorar a instalação de filtros nas chaminés e até mesmo criar incentivos de diferentes ordens para que as indústrias poluam menos. Outros aspectos levantados pelos alunos foi incentivar a fabricação de automóveis mais sustentáveis ambientalmente, que poluam menos, em substituição aos combustíveis fósseis. Diante do exposto, os alunos demonstraram ter consciência sobre o que é necessário implementar para minimizar os danos causados pela Chuva Ácida.

A sétima questão, assim como a anterior foi para construir a consciência crítica dos alunos, de modo a permitir que estes refletissem a respeito de suas atitudes, um olhar para si mesmo e reconhecer o seu papel como cidadão ativo na sociedade e no mundo. Perguntamos “*O que você pode fazer para contribuir na minimização de emissão de contaminantes na atmosfera?*” Os argumentos apresentados pelos alunos estão na Tabela 9.

TABELA 9. Medidas individuais para minimizar a poluição da atmosfera segundo visão dos estudantes

EXEMPLOS DE RESPOSTAS
<i>Optar pelo uso de veículos que poluem menos e utilizar mais o transporte público. (AP2)</i>
<i>Colocando catalizador nos escapamentos de carros e chaminés de indústrias. Trocando a gasolina e diesel por etanol. (AP4)</i>
<i>Usar fontes de locomoção menos poluentes (andar a pé ou bicicleta). (AR1)</i>
<i>Preferir o uso de bicicleta ao invés de carro, comprar produtos de empresas ambientalmente responsáveis, etc. (AR3)</i>

Diante dos argumentos apresentados na Tabela 9, entendemos que os alunos reconhecem que atitudes simples podem representar a diminuição dos impactos ao meio ambiente, considerações como a utilização de energia renovável nos automóveis (etanol), “*andar a pé ou bicicleta (AR1)*”, comprar produtos de empresas responsáveis para com o meio

ambiente e utilização de transporte público são exemplos positivos a serem seguidos por todos os cidadãos.

A partir do que foi desenvolvido na atividade experimental 1, consideramos que o segundo eixo estruturante da alfabetização científica proposta por Sasseron e Carvalho (2011) foi alcançado, pois os alunos mostraram habilidades sobre os conteúdos abordados, reconhecem que circunstâncias socioambientais exigem análise e reflexões. Observamos que a contextualização no conteúdo auxiliou o aluno compreender o fenômeno atmosférico da Chuva Ácida, a atuação do ser humano na sociedade em assuntos que envolvem tomada de decisões, enquanto cidadão.

5.3 Análise dos resultados da atividade experimental – reação entre água de bateria com diferentes materiais

Com intuito dos alunos assimilarem as reações que ocorrem entre a Chuva Ácida e materiais que ela pode causar danos, realizamos outra atividade experimental (Anexo 3). O objetivo de tal atividade é dar continuidade ao processo de contextualização dos conceitos envolvendo o conteúdo abordado, a fim de favorecer uma efetiva aprendizagem e que tenha impacto na formação cidadã dos alunos.

O ácido sulfúrico (H_2SO_4) é um dos principais ácidos presentes na Chuva Ácida. Dessa forma, nesta atividade experimental, utilizamos uma solução conhecida como água de bateria (Solução de ácido sulfúrico diluído a 30% v/v) para reagir com objetos formados basicamente por carbonato de cálcio (CaCO_3), como cascas de ovos, objetos metálicos (pregos, parafuso, palha de aço) e folhas de planta.

A partir desta atividade experimental, pretendíamos que os alunos visualizassem as principais consequências provocadas pela Chuva Ácida nos materiais e consolidassem as representações das reações químicas ocorridas em cada transformação. Nos resultados e discussão desta atividade experimental 2, realizamos quatro perguntas a fim de verificar de que forma os conhecimentos foram consolidados pelos alunos.

A primeira pergunta realizada na atividade experimental foi “O que ocorreu com os objetos de mármore (casca de ovo) ao serem colocados na solução de bateria (H_2SO_4)?” Os resultados obtidos para essa questão estão organizados na Tabela 10.

TABELA 10. Observações presentes na reação entre solução de bateria e objetos de mármore.

CATEGORIA	ALUNOS	EXEMPLOS DE RESPOSTAS
Correta	AP1, AP3, AP4, AR2 e AR4	<i>Reação entre ácido sulfúrico e mármore. Nessa reação ocorre a formação do sulfato de cálcio (gesso) e do ácido carbônico que se converte em água e gás carbônico. (AP1)</i> <i>A chuva ácida promove reações de dupla troca com a formação de sais com característica quebradiça, o que faz com que o mármore passe a desfazer-se com o passar do tempo. (AP4)</i>
Incorreta	---	<i>A casca de ovo derreteu. (AR8)</i>
Regular	AP2, AP5, AR1, AR3, AR5, AR6, AR7 e ar8	<i>A solução de água de bateria é ácida e a casca de ovo é feita do mesmo material do mármore, aconteceu uma reação igual quando a chuva é ácida. (AP2)</i> <i>Eles se dissolveram. (AP5)</i> <i>O que aconteceu foi a formação de bolhas quando colocou a casca do ovo. (AR5)</i>
Não respondeu	---	---

A partir das considerações da Tabela 10, verificamos que AP1, AP3 e AP4 descreveram de forma correta os eventos ocorridos na reação entre a solução de bateria com as cascas de ovos. Eles informaram o nome de todos os participantes da reação, por isso consideramos estas afirmações corretas. Verificamos que AP2 e AP5 responderam de maneira regular as observações que ocorreram na transformação, AP2 fez a associação correta entre a solução de bateria aos ácidos presentes na Chuva Ácida e a casca do ovo ao mármore. O aluno AP5 interpretou o desaparecimento das cascas dos ovos como a dissolução do mármore, o que é correto. Consideramos as colocações de AP2 e AP5 como regular por não citarem os nomes dos produtos que foram formados. Em relação aos alunos remotos, o AR2 e AR4 descreveram de forma correta as transformações ocorridas, no entanto realizaram a identificação do sulfato de cálcio (CaSO_4) a partir da nomenclatura usual. Os demais AR descreveram que na transformação houve liberação de gás, o ovo desapareceu. Por apenas descrever os fenômenos e não apresentarem os nomes dos produtos de acordo com a nomenclatura oficial consideramos as respostas como regular.

Para essa questão, apenas o aluno AR8 respondeu de forma incorreta, o mesmo afirmou que “*a casca do ovo derreteu*”, consideramos que a afirmação apresenta um erro conceitual, derreter está associado à fusão de uma substância, ou seja, transformação física do estado sólido para o estado líquido mediante fornecimento de energia (calor). Na reação trabalhada ocorreu a formação de novas substâncias, a partir da reação entre o ácido sulfúrico e o carbonato de cálcio, portanto uma transformação química.

A segunda pergunta da Atividade Experimental 2 foi para verificar se os alunos conseguiriam realizar a representação da reação entre a solução de bateria, que é uma solução

de ácido sulfúrico (H_2SO_4) diluído a 30% com as cascas de ovos, formadas predominantemente por carbonato de cálcio ($CaCO_3$) e dar o nome dos produtos da transformação. As reações apresentadas pelos estudantes estão presentes na Tabela 11.

TABELA 11. Representação da reação entre o ácido sulfúrico e o carbonato de cálcio.

CATEGORIA	ALUNOS	EXEMPLOS DE RESPOSTAS
Correta		$H_2SO_4 + CaCO_3 \rightarrow CaSO_4 + H_2CO_3$ (AP2)
	AP2, AP3, AP4, AR2, AR3 e AR6	$H_2SO_4 + CaCO_3 \rightarrow CaSO_4$ (sulfato de cálcio) + H_2CO_3 (ácido carbônico)“ (AP3)
		$H_2SO_4 + CaCO_3 \rightarrow CaSO_4 + H_2O + CO_2$ (ocorre a formação do sulfato de cálcio, que é o gesso e do ácido carbônico, que se converte em água e gás carbônico). (AR6)
Incorreta	AP5, AR1 e AR4	$H_2SO_4 + CaCO_4 (aq) \rightarrow$ (AP5 e AR4)
Regular	AP1, AR5 e AR7	$H_2SO_4 + CaCO_4 (aq) \rightarrow$ Formou o gesso (AR5)
Não respondeu	AR8	---

A partir dos dados na Tabela 11, verificamos que os alunos presenciais AP2, AP3 e AP4 realizaram a representação da reação entre ácido sulfúrico e o carbonato de cálcio e informaram os nomes dos produtos de forma correta. O AP1 representou apenas a fórmula molecular dos reagentes e em relação ao nome dos produtos informou apenas a nomenclatura usual do sulfato de cálcio (gesso), consideramos a resposta como regular. O AP5 não fez a representação dos participantes da reação, apenas informou a nomenclatura usual do sulfato de cálcio. Assim, diante do que foi pedido na questão, consideramos a resposta incorreta.

Ao analisar as respostas dos AR, verificamos que AR2, AR3 e AR6 representaram a fórmula de todos os participantes da reação e informaram nomenclatura oficial dos produtos. Consideramos em regular as respostas de AR6 e AR7, pois não realizaram a representação dos reagentes e produtos, somente descreveram o nome dos participantes. Entre os AR, tivemos três respostas incorretas AR1, AR4 e AR8, sendo que, o primeiro não realizou a representação das fórmulas, apresentou somente o nome de um dos produtos. O segundo representou a fórmula apenas dos reagentes e o último não respondeu à pergunta.

Diante destes dados, constatamos que tanto os alunos que realizaram de forma presencial e remota tiveram dificuldades em representar as transformações a partir das fórmulas e da nomenclatura oficial, porém as dificuldades ficaram mais evidenciadas nos AR. Com estes

resultados em mãos realizamos uma intervenção, que foi a correção da atividade para melhora da defasagem verificada.

Na terceira questão da atividade experimental (Anexo 2), pedimos que os alunos realizassem a representação da reação entre a solução de bateria (H_2SO_4) com os objetos de ferro e informassem o nome dos produtos que são obtidos. Os objetos que foram utilizados foram palha de aço e parafuso enferrujado. As respostas dos estudantes estão presentes na Tabela 12.

TABELA 12. Representação da reação entre ácido sulfúrico e o ferro.

CATEGORIA	ALUNOS	EXEMPLOS DE RESPOSTAS
Correta	AP1, AP4 e AR3	$Fe + H_2SO_4 \rightarrow FeSO_4$ (sulfato de ferro) + H_2 (gás hidrogênio). (AP1) $Fe + H_2SO_4 \rightarrow FeSO_4 + H_2$ (O metal ferro e interage com ácido formando o sal sulfato de ferro II e o hidrogênio). (AR3)
Incorreta	AP2, AR1 e AR5	$H_2SO_4 + F_2 \rightarrow FSO_4 + H_2$ (AP2 e AR1) Não sei fazer essas fórmulas, sei que forma o gesso e liberou bolhas na reação. (AR5)
Regular	AP3, AR2 e AR4	$Fe + H_2SO_4 \rightarrow FeSO_4 + H_2$ (AR4)
Não respondeu	AP5, AR6, AR7 e AR8	---

Com os dados da Tabela 12, verificamos novamente que os alunos encontraram dificuldades em representar reações. A reação em questão era o ácido sulfúrico e o elemento ferro, presente em objetos metálicos. A partir das respostas, verificamos que entre os AP somente os AP1 e AP3 realizaram de forma correta. O aluno AP3 fez a representação, mas não informou o nome dos produtos. Assim, consideramos a resposta regular. Ainda em relação aos AP, AP2 e AP5 responderam de forma incorreta, sendo que o AR5 não realizou a representação.

Em relação aos alunos AR, verificamos que somente o AR4 fez a representação de maneira correta. Os alunos AR2 e AR4 realizaram a representação, porém não informaram os nomes dos produtos. Entre os alunos remotos, houve cinco que não responderam de maneira correta (AR1, AR5, AR6, AR7 e AR8) sendo que, destes, três não responderam à pergunta (AR6, AR7 e AR8). Com os resultados, verificamos a necessidade de retomar a representação de fórmulas e das Reações 5 e 6, identificamos um baixo número de acertos dos AP e AR. Outra situação verificada foi a dificuldade entre os alunos na representação de fórmulas, reações e nomenclatura oficial dos participantes da reação.

Na última pergunta da Atividade Experimental (Anexo 2), verificamos se os alunos seriam capazes de descrever as propriedades dos ácidos, quando estes entram em contato com outros materiais. As respostas dos estudantes estão presentes na Tabela 13.

TABELA 13. Propriedades dos ácidos na visão dos alunos.

CATEGORIA	ALUNOS	EXEMPLOS DE RESPOSTAS
Correta	AP1, AP3, AP4, AP5, AR4, AR5, AR6, AR7e AR8	<i>Corroem o mármore. (AP1)</i> <i>Reagem com ferro e libera hidrogênio. (AP4)</i> <i>Substâncias capazes de produzir H^+, azedos e corrosivos. (AP5)</i> <i>Incolor, odor forte e asfixiante, conduzem eletricidade em meio aquoso, pH inferior a 7, etc. (AR5)</i>
Incorreta	---	---
Regular	AP2, AR1, AR2	<i>São substâncias que causam destruição. (AR2)</i> <i>Ácidos são tóxicos. (AR3)</i>
Não respondeu	---	---

Uma das principais funções do professor é atribuir novos significados a algo, principalmente em conceitos errados presentes em sala de aula. Em relação às propriedades dos ácidos apresentadas pelos alunos, verificamos a necessidade de ressignificar definições, conforme o apresentado pelo AR3, este afirma que os ácidos são substâncias tóxicas. De acordo com Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (Cetesb) substâncias tóxicas são substâncias capazes de provocar danos à saúde humana se ingeridas e inaladas mesmo que em pequenas quantidades. Em relação às propriedades dos ácidos, muitos não apresentam este potencial de toxicidade, com isso essa resposta foi considerada regular. Entendemos que a colocação da resposta do AR3 é uma generalização quanto às propriedades dos ácidos. Consideramos que, no contexto trabalhado da Chuva Ácida é aceitável os alunos afirmarem que os ácidos são substâncias que causam malefícios, sendo o professor responsável em apresentar tantos os aspectos positivos e negativos.

Ainda em relação aos dados da Tabela 12, verificamos que os alunos presenciais AP1, AP3, AP4 e AP5 apresentaram propriedades que são comuns aos ácidos. Foi citado que os ácidos são corrosivos, queimam as folhas das árvores, dissolvem a casca do ovo que é rica em carbonato de cálcio, liberam o gás hidrogênio quando reagem com os metais e liberam H^+ . Todas estas propriedades citadas pelos alunos são confirmadas por Santos e Mól (2013).

Entre os AR, verificamos que AR4, AR5, AR6, AR7 e AR8 responderam de forma correta. Em relação às propriedades dos ácidos, consideramos resposta correta as dos alunos que citaram pelo menos uma propriedade. Os alunos AR1 e AR2 fizeram comentários semelhantes, foi citado a expressão “danificam” e causam destruição”, entendemos que o comentário deveria ter sido mais bem detalhado quanto à maneira que os ácidos atuam para provocar este dano, contudo a resposta foi considerada regular.

A partir dos dados levantados nas atividades experimentais (Anexo 1 e 2), realizamos uma intervenção com o comentário das perguntas. Gravou-se um vídeo demonstrando as reações que trabalhadas nas atividades experimentais, sendo ele disponibilizado no grupo de *WhatsApp* da turma.

5.4 Análise dos resultados da atividade de verificação da assimilação do conteúdo trabalhado na SD

Para verificar a aprendizagem, elaboramos uma atividade (Anexo 3) relacionada ao conteúdo que foi abordado no decorrer da SD. Esta atividade foi composta por questões fechadas, que visaram contemplar as competências e habilidades cobradas em provas do Enem e em outros vestibulares. A realização da atividade ocorreu através de uma plataforma *online*. Os dados referentes às questões e os resultados são especificados na Tabela 14.

TABELA 14. Atividade de Verificação de Aprendizagem.

Questão	Competência/ Habilidade	Especificação da Questão	AP correto	AR correto	Total (AP e AR)
01	(EM13CNT303) Interpretar textos de divulgação científica que tratem de temáticas das Ciências da Natureza, disponíveis em diferentes mídias, considerando a apresentação dos dados, tanto na forma de textos como em equações, gráficos e/ou tabelas, a consistência dos argumentos e a coerência das conclusões, visando construir estratégias de seleção de fontes confiáveis de informações.	Reconhecer como os principais causadores da chuva ácida, ácido sulfúrico e ácido nítrico, são formados a partir dos seus óxidos.	4/5	5/8	9/13
02	EM13CNT309 Analisar questões socioambientais, políticas e econômicas relativas à dependência do mundo atual em relação aos recursos não renováveis e discutir a necessidade de introdução de alternativas e novas tecnologias energéticas e de materiais, comparando diferentes tipos de motores e processos de produção de novos materiais.	Identificar as principais consequências causadas pela chuva ácida.	5/5	8/8	13
03	EM13CNT309 Analisar questões socioambientais, políticas e econômicas relativas à dependência do mundo atual em relação aos recursos não renováveis e discutir a necessidade de introdução de alternativas e novas tecnologias energéticas e de materiais, comparando diferentes tipos de motores e processos de produção de novos materiais.	Reconhecer consequências da chuva ácida em objetos de carbonato de cálcio e metálicos.	5/5	7/8	12/13
04	(EM13CNT105) Analisar os ciclos biogeoquímicos e interpretar os efeitos de fenômenos naturais e da interferência humana sobre esses ciclos, para promover ações individuais e/ ou coletivas que minimizem consequências nocivas à vida.	Reconhecer fontes geradoras dos óxidos ácidos e reações envolvidas na formação da chuva ácida.	4/5	8/8	12/13
05	(EM13CNT105) Analisar os ciclos biogeoquímicos e interpretar os efeitos de fenômenos naturais e da interferência humana sobre esses ciclos, para promover ações individuais e/ ou coletivas que minimizem consequências nocivas à vida.	Reconhecer o nome dos compostos formados a partir da reação do ácido Sulfúrico (H_2SO_4) um dos ácidos presente na chuva ácida com o carbonato de cálcio ($CaCO_3$) que é encontrado em monumentos históricos.	5/5	7/8	12/13
06	(EM13CNT210) Reconhecer as leis da natureza, identificar suas ocorrências, avaliar suas aplicações em processos tecnológicos e elaborar hipóteses de procedimentos para a exploração do Cosmos e do planeta Terra.	Reconhecer a fórmula molecular todos os ácidos causadores da chuva ácida.	3/5	6/8	9/13

Fonte: Dados da pesquisa (2021). Elaborado pelo autor.

A partir das informações levantadas na Tabela 13, constatamos que a metodologia SD favoreceu a aprendizagem, uma vez que a quantidade de acertos sempre foi maior em relação ao número de erros em todas as questões. Ao compararmos o percentual de acertos entre os AP e AR, constatamos que não houve diferenças significativas, sendo os resultados quantitativos muito semelhantes e próximos em todas as competências/habilidades da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) que foram averiguadas. Tal comparação impacta de forma positiva na avaliação das tecnologias virtuais, uma vez que os resultados observados não demonstraram divergências na aprendizagem, consideramos ainda que as tecnologias virtuais são instrumentos importantes a serem ainda mais aprimorados pelos professores.

5.5 Avaliação dos resultados da abordagem metodológica da SD

Conforme relatamos no decorrer do texto, existe uma tendência para utilização de metodologias ativas, que têm por característica a mudança na postura do aluno, que passa a assumir o papel de protagonista no seu processo de aprendizagem. Partindo desta premissa, procuramos trazer algo novo a esta pesquisa. Propusemos aos alunos realizarem uma análise da metodologia SD, pois acreditamos que este objeto é de grande importância para aprimorar a metodologia utilizada neste trabalho para aplicações futuras. Diante do exposto, aplicamos um questionário aberto (Anexo 6), para os alunos avaliarem a metodologia SD. A primeira pergunta realizada a respeito da SD foi para diagnosticar se os alunos gostaram da maneira como o tema Chuva Ácida foi abordado. Na Tabela 15, temos as considerações dos alunos.

TABELA 15. Análise dos estudantes em relação à maneira que o conteúdo foi abordado.

EXEMPLOS DE RESPOSTAS
<i>Gostei bastante da maneira como a matéria foi retratada, de forma didática e informativa, facilitando assim muito a memorização. (AP1)</i>
<i>Sim, porque foi uma maneira mais dinâmica e colocou na prática tanto a experiência e a teoria. (AP5)</i>
<i>Sim, é simples e objetivo, mas eficiente. (AR2)</i>
<i>Sim. Foi bom, pelo que vi, este assunto cai muito nas provas do Enem. As questões que fizemos foram tudo o que foi estudado. (AR5)</i>

A partir das respostas dos alunos apresentadas na Tabela 15, percebemos que a aceitação dos alunos em relação à metodologia SD foi satisfatória, uma vez que todos que participaram do questionário, responderam de forma favorável. De acordo com as informações apresentadas

na Tabela 15, os alunos consideraram que o conteúdo foi transmitido de forma objetiva, dinâmica e possibilitou a participação de todos durante as aulas.

Andrade e Viana (2017) ensinaram que o aluno deve participar do processo de avaliação das atividades experimentais. Esse tipo de avaliação do aluno é importante para que o professor redirecione o trabalho em atividades futuras, além de considerar a inclusão de outros conteúdos que podem ser abordados.

A partir do momento em que se trabalha um determinado conteúdo em sala de aula, sempre existe algum assunto que poderia ter sido abordado durante as discussões. Com isso, procuramos verificar com os alunos se eles tinham interesse em aprofundar em algum assunto específico, para o qual ainda não haviam conseguido formular uma explicação baseado nos conhecimentos já abordados. Na Tabela 16, temos as considerações trazidas pelos alunos.

TABELA 16. Análise dos estudantes em relação à maneira que o conteúdo foi abordado.

EXEMPLOS DE RESPOSTAS

Sim, na parte das reações químicas únicas de cada óxido com diferentes substâncias. (AP1)

Sim, como o prego se tornou normal e sua ferrugem saiu. (AP5)

Não, tudo foi bem explicado de acordo com nosso nível. (AR2)

Nos efeitos que a chuva ácida provoca nos rios e no solo. (AR5)

Diante das colocações dos alunos na Tabela 16, verificamos que a pesquisa gerou alguns questionamentos entre os alunos, como os AP5 e AR5, ao levantarem dúvidas que não foram esclarecidas durante a SD. Consideramos como algo positivo e a partir destes questionamentos o professor irá planejar novas intervenções. O aluno AR2 considerou que, em relação ao conteúdo desenvolvido na pesquisa todas as dúvidas foram esclarecidas a partir das abordagens que foram utilizadas.

Auler e Delizoicov (2001), ao discutirem sobre o processo de alfabetização científica, destacaram que ele se trata de algo processual e que, somente a médio e longo prazo, podem ser dadas considerações mais profundas sobre o processo. Desta maneira, é natural que, em se tratando de alunos do primeiro ano do Ensino Médio, dúvidas apareçam mesmo para fenômenos com explicações relativamente simples no meio científico. É importante ressaltar que, as experiências realizadas demonstraram o impacto positivo que possuem no processo de alfabetização científica dos estudantes e o potencial que esse tipo de atividade representa na aprendizagem significativa de conteúdos de Química.

O aluno AP1 sugeriu a abordagem de outras reações químicas que os óxidos participam. Verificamos também que, mesmo sendo o tema da pesquisa, tivemos alunos como o AR5, que se interessa em estudar mais sobre a Chuva Ácida, suas características e outros fatores que levam a sua formação e consequências aos rios e solo. Uma das principais expectativas dos professores na educação é a aprendizagem do conteúdo que está sendo trabalhado. Com isso perguntamos aos alunos se eles consideraram que a aprendizagem ocorreu de forma satisfatória a partir da metodologia SD.

TABELA 17- Considerações dos alunos acerca da sua aprendizagem.

EXEMPLOS DE RESPOSTAS
<i>Sim, eu particularmente achei que a Sequência Didática ajuda e facilita muito na rápida memorização da matéria, que era algo que eu tinha bastante dificuldade. (AP1)</i>
<i>Satisfatória e foi um bom debate sobre o assunto. (AP4)</i>
<i>Sim. Eu apenas tive dificuldade em escrever as fórmulas dos compostos quando fez o segundo experimento. (AR7)</i>

Conforme respostas apresentadas na Tabela 17, AP e AR consideraram que a aprendizagem do conteúdo a partir da SD ajudou na compreensão do conteúdo, no entanto o aluno AR7 relatou que ainda apresentava dificuldade em fazer a representação das reações que foram trabalhadas durante a pesquisa. Esta afirmação foi observada nas atividades que envolveram a realização destas representações.

A Química é essencial para a sociedade, uma vez que ela está presente em transformações que são essenciais à vida e a sobrevivência do planeta. Entendemos que esta situação é desconhecida pela maior parte do conhecimento presente no senso comum. Uma forma para mudar esta situação nas próximas gerações é trabalhar o conteúdo de forma contextualizada. Ao abordar o tema Chuva Ácida nesta pesquisa, queríamos chamar a atenção da importância da química em todas as áreas à nossa volta, quer sejam positivas ou negativas.

Com isso, a quarta pergunta da atividade (Anexo 6) teve objetivo de verificar se os alunos reconhecem a importância da química para a sociedade. A Tabela 18 contém as considerações trazidas pelos alunos.

TABELA 18- Levantamento dos Aspectos positivos e negativos da Química.

EXEMPLOS DE RESPOSTAS

Acredito que a química seja algo de extrema importância para a sociedade. Um mundo sem química seria um mundo sem materiais sintéticos, isso significa um mundo sem alimentos, medicamentos, energia, telefones, computadores, cinema, entre vários outros. (AP1)

A química é muito importante para a sociedade, porque possibilita avanços tecnológicos, avanços na medicina, na fabricação de medicamentos e muitos outros. (AP3)

Nos ajuda a compreender os fenômenos da natureza e processos químicos. (AR1)

Com as informações levantadas na Tabela 18, verificamos que, todos os alunos reconhecem a importância da química para a sociedade, alguns até citam exemplos do quanto ela é importante para a síntese de substâncias como medicamentos, produção de energia, medicina, fenômenos atmosféricos etc. Conforme colocação do AP1 *“Um mundo sem química seria um mundo sem materiais sintéticos, isso significa um mundo sem alimentos, medicamentos, energia, telefones, computadores, cinema, entre vários outros”*.

Um ponto importante a ser aqui ressaltado refere-se às discussões feitas por Andrade e Viana (2017) sobre o processo de contextualização do ensino de Química por meio de experimentos. De acordo com essas pesquisadoras, o professor além de conduzir um experimento deve proporcionar que os alunos tenham autonomia frente às discussões que se estabelecem. O objetivo maior da contextualização é o de oportunizar tanto a interação entre os alunos, quanto dos alunos com o professor e possibilitar que hipóteses sejam testadas, comprovadas ou refutadas.

Considerando ainda a importância da contextualização, uma das maneiras mais utilizadas pelos educadores para contextualizar o conteúdo é utilizar aspectos sociais e ambientais. A presente pesquisa, ao trabalhar o conteúdo dos ácidos, considerou esta premissa. Questionamos aos alunos sobre a importância de abordar os fatores sociais e ambientais para ajudar na aprendizagem. As considerações trazidas pelos alunos a este respeito estão presentes na Tabela 19.

EXEMPLOS DE RESPOSTAS

Sim, muitos estudantes pensam dessa forma por terem dificuldade no aprendizado da matéria, então acredito que novos meios didáticos atrairiam a atenção de não só jovens estudantes, mas sim de todos. (AP1)

Sim, pois traz uma ideia mais atual e do dia a dia dos alunos. (AR2)

Com certeza quando se sabe porque está estudando a matéria é bom saber pra que serve. (AR7)

Sim. As aulas ficam mais interessantes. (AR8)

As considerações levantadas pelos alunos caminham em consonância com o que é defendido pelo PCN (BRASIL, 1998), este documento afirma que “*contextualizar significa assumir que todo conhecimento envolve uma relação entre sujeito e objeto*”, a partir das respostas dos alunos percebemos que, eles só veem sentido estudar um conteúdo quando há alguma relação com o seu dia a dia. Afirmaram ainda que a contextualização é essencial para saber o motivo de estudar a matéria. Consideramos que os argumentos vão de encontro com a necessidade de se criar nos alunos uma postura crítica. Isto representa a aplicação dos saberes aprendidos na escola, na vida individual. Essa postura é essencial para termos na sociedade cidadãos que assumam a posição de protagonismo em assuntos relevantes, como é o caso da questão ambiental.

De acordo com a concepção que embasa o estudo aqui desenvolvido, a educação deve buscar a quebra de hierarquia prevalecente nas salas de aula, pois na maioria das situações, o que se vê é o professor expondo o conteúdo e os alunos tendo que assimilar de forma passiva, sendo as interações um mecanismo a ser adotado para diminuir essa situação. Mathias (2020) afirmou que a aprendizagem ocorre de forma mais consistente quando existe troca de saberes entre professor/aluno e aluno/aluno, mundo material e o conhecimento científico, isso confirma a necessidade de se estabelecer interações entre todos os envolvidos. Diante do exposto, perguntamos aos alunos se a pesquisa proporcionou estes momentos de interações. A Tabela 20 contém as considerações trazidas pelos alunos.

EXEMPLOS DE RESPOSTAS

Sim. Foi realizado um diálogo bastante didático e interessante entre alunos e professores a cerca da matéria. (AP1)

Cada aluno teve a oportunidade de se aprofundar no assunto e expressar seus conhecimentos adquiridos ao professor e vice-versa. (AP3)

Sim, porque encontramos em um ambiente de comunicação, perguntas e respostas”. (AP5)

Sim, nós discutimos e abordamos o tema de forma bem amigável e entrosada. (AR2)

Não, pois a maioria não se sente seguro a respeito dessa temática. (AR3)

Por meio das respostas dos alunos, percebemos que a grande maioria entendeu que a pesquisa proporcionou momentos de interação. Tivemos afirmações como a do AP3, afirmando que “*cada aluno teve a oportunidade de se aprofundar no assunto e expressar seus conhecimentos adquiridos ao professor e vice-versa*”. Em outro argumento apresentado, AP1 afirmou “o diálogo realizado foi bastante didático e interessante entre alunos e professores a cerca da matéria”.

Contudo, AR3 considerou que muitos alunos não interagem mais, por não sentirem confortáveis em expressar o que pensam. Consideramos que essa colocação é importante para que o professor proporcione situações que aproximem as aulas da realidade dos alunos, a fim de deixá-los mais motivados a participarem ativamente das atividades. O processo de avaliação das atividades de uma forma global é importante para que o professor busque estratégias para superar este tipo de problema.

Andrade e Viana (2017), ao descrever sobre o processo de avaliação em atividades experimentais, enfatizaram que elas devem ir além de aspectos quantitativos que somente envolvem conteúdos escolares em si. Devem, assim, contemplar aspectos qualitativos da aprendizagem, envolvendo verificação da subjetividade dos alunos e como eles apresentaram progressos ao longo das atividades. Ainda de acordo com os pressupostos de Andrade e Viana (2017) sobre as atividades experimentais, o processo de avaliação também contempla o trabalho do próprio professor no redirecionamento das atividades futuras, de modo a corrigir os pontos falhos e buscar maior efetividade da aprendizagem.

Para finalizar, o questionário de avaliação de SD (Anexo 6), verificamos com os alunos qual conteúdo dentro do componente curricular de química eles tinham curiosidade em estudar em outro momento. Na Tabela 21 estão as considerações trazidas pelos alunos.

EXEMPLOS DE RESPOSTAS

Tenho vários em mente, mas especialmente interações intermoleculares e solubilidade, equilíbrios químicos e radioatividade. (AP1)

Algo relacionado a magnetismo. (AP3)

Uma coisa mais voltada para o prático, nada de especial. (AR2)

Bomba Atômica, algo relacionado com as reações nucleares. (AR6)

A partir destes dados da Tabela 21, constatamos que os conteúdos mais citados foram aqueles que apresentam alguma relação com o meio ambiente. O conteúdo de radioatividade foi o mais lembrado, também estão presentes conteúdos ligados aos fenômenos climáticos, entre eles, temos o aquecimento global, a destruição da camada de ozônio e o ciclo do nitrogênio e até mesmo a Chuva Ácida. Entre as colocações, AP5 e AR8 não citaram conteúdo específico, mas sim aulas que envolvam a realização de atividades experimentais.

Andrade e Viana (2017) ressaltam sobre a importância que as atividades experimentais têm para a aprendizagem de Química, porém ensinam que a experiência por si só, não agrega qualidade à aprendizagem quando o ensino está preso a moldes tradicionais. Esses pesquisadores descrevem sobre a necessidade de criar um ensino de Química, baseado em experimentação e que reforce a capacidade crítica do aluno em relação ao mundo.

Destacamos ainda a afirmação do aluno AR2 “*Uma coisa mais voltada para o prático, nada de especial*”. O que se pode observar com essa análise é o fato de como as atividades experimentais se tornam relevantes para a consolidação de uma aprendizagem significativa e se constituem como pontes entre o conhecimento conceitual e o conhecimento prático e aplicável ao dia a dia.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pesquisa realizada propôs a elaboração e aplicação de uma SD com o conteúdo de Química de modo a construir um produto educacional que possa ser desenvolvido por professores e que contribua com o aprendizado de Química na escola.

Ao elaborar o projeto de pesquisa, delineamos os passos a serem seguidos, sendo o primeiro a escolha do tema “Chuva Ácida”, a apresentação do tema, realização de problematizações, espaço para pesquisa sobre o assunto e explanação de conceitos gerais. Nesse momento inicial, observamos que questionamentos simples como o fato de lacrimejarmos ao

cortar cebola, podem dar uma ignição à uma onda de pesquisas que permitem compreender eventos que afetam diretamente a vida dos alunos e sua qualidade de vida.

Um aspecto importante verificado com a SD foi que o aluno não é reduzido a um expectador no processo de ensino, mas assume uma postura de pesquisador, lendo e aprofundando-se naquilo que lhe causa interesse. Por sua vez, o papel do professor ao longo desse processo é atuar como alimentador dessa motivação para que o processo de pesquisa e aprendizagem tenha continuidade. Contudo, a pesquisa inicial é apenas um momento de criar um repertório conceitual, após isso, é necessário partir para aspectos mais práticos.

Em uma segunda etapa, trouxemos os experimentos práticos que contribuiram para que os alunos pudessem utilizar dos conhecimentos já trabalhados em situações concretas, bem como ampliar sua visão para questões globais que envolvem o assunto. Após a realização dos experimentos, consideramos importante avaliar os resultados a partir da verificação da aprendizagem dos estudantes e, nesse ponto, foi possível perceber que, ao explicar um fenômeno observado durante o experimento, os alunos utilizaram-se da aplicação de conceitos que haviam aprendido na etapa de pesquisa.

Assim, o trabalho desenvolvido alcançou resultados positivos consideráveis a partir da contextualização do ensino de Química na escola, agregando aos alunos a possibilidade de um aprendizado mais significativo, duradouro e que repercuta de forma positiva sobre sua formação cidadã. Verificamos ainda, que esta metodologia favoreceu a alfabetização científica dos alunos, uma vez que a partir da contextualização do conteúdo, os alunos puderam fazer uso dos conceitos trabalhados na sala de aula, para explicar de forma científica situações observadas em seu dia a dia.

No decorrer deste estudo, aprendemos que SD é uma metodologia que além de possibilitar uma alfabetização científica dos alunos, verifica a possibilidade de aplicação daquilo que estudam, também gera possibilidades de construção de competências para a vida cidadã, uma vez que os estudantes compreendem seu papel social quanto à manutenção da qualidade de vida e meio ambiente saudável.

No decorrer de todo o processo o que se observou foi a ampliação de conhecimentos, que se iniciaram com apenas um conceito e, em seguida, foi utilizado para explicar um fenômeno experimental que, por sua vez, permitiu a compreensão de como esse fenômeno (Chuva Ácida) acontece em forma global e, por sua vez, qual o papel do homem (e do cidadão, no qual se inclui o estudante propriamente) na atuação sobre as causas do problema.

Há que salientar que o estudo foi desenvolvido em período de pandemia adequando-se às necessidades contextuais, por meio de um ensino híbrido, no qual alguns estudantes acompanharam de forma presencial e outros, acompanharam de forma remota, por meio do uso de tecnologias digitais. A avaliação da aprendizagem realizada ao final do estudo não evidenciou diferenças significativas em relação à aprendizagem de alunos que acompanharam de forma presencial e de alunos que acompanharam as atividades de forma remota.

Por fim, é importante salientar sobre a importância do *feedback dos* alunos que participaram do estudo. Observamos que eles tiveram uma percepção muito positiva sobre a metodologia de ensino utilizada, considerando que esse tipo de intervenção deveria ser utilizada em outros conteúdos, no futuro.

Em relação ao produto educacional, o material didático desenvolvido sugere a utilização de uma Metodologia Ativa de Aprendizagem (MAA), Júri Simulado como parte de uma SD. A contextualização recomendada envolve os frequentes debates sobre a possibilidade da remoção dos “Doze profetas de Aleijadinho”, que constituem parte do Conjunto Arquitetônico e Paisagístico, presentes no Santuário Bom Jesus de Matosinhos, na cidade de Congonhas, no estado de Minas Gerais.

7 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Este trabalho apresentou resultados positivos, porém o desenvolvimento das atividades pautou-se exclusivamente dentro do contexto das aulas de Química. Portanto, para trabalhos futuros que tenham em vista o desenvolvimento de produtos educacionais a fim de facilitar o ensino de Química, faz-se necessário que haja um trabalho interdisciplinar envolvendo outras áreas de conhecimento, de modo a possibilitar a construção de um conhecimento globalizado e que, ao mesmo tempo, permita aplicações práticas em busca da melhoria da qualidade de vida.

Nessa terceira década do século XXI, os alunos estão cada vez mais imersos em ambientes tecnológicos e gradativamente elementos virtuais estão presentes em sua aprendizagem. É importante que a tecnologia também seja trazida para o contexto da escola e possibilite a criação de novos produtos educacionais para os professores.

Propõe-se para novas pesquisas que sejam desenvolvidas com esse tema, a criação de um aplicativo para avaliação do nível de conservação ambiental e presença de fatores de degradação, entre eles a ocorrência não só da Chuva Ácida, como também de outros eventos que possam causar algum efeito ambiental negativo. Esse tipo de produto poderá envolver o

trabalho de professores, técnicos, estudantes e outros profissionais de modo a criar um produto educacional que leve a aprendizagem para além dos muros escolares e que também possa transformar o estudante em um protagonista de seu aprendizado.

Com esse tipo de dispositivo, os alunos poderão aplicar em seu contexto, conceitos que aprenderam na escola e, ao obterem resultados, poderão refletir sobre o que pode ser feito para evitar consequências negativas de degradação ambiental em sua comunidade.

Ainda seria interessante aplicar o presente estudo com a participação de maior número de alunos e todos, se possível, de forma presencial. Ressaltamos que as informações foram coletadas em um período atípico de nossas vidas, durante a pandemia da COVID-19, quando era permitido a participação do aluno nas modalidades remota ou presencial, embora que, neste trabalho, para a amostra trabalhada, não tenha percebido diferença significativa.

REFERÊNCIAS

ANASTASIOU, L. G. C. in **Temas e Textos da Educação Superior**. Metodologia de ensino na Universidade Brasileira: elementos de uma trajetória. Campinas: Papirus, 2001.

ANDRADE, R. S.; VIANA, K. S. L. **Atividades experimentais no Ensino de Química: distanciamentos e aproximações da avaliação de quarta geração**. *Ciência e Educação*, v. 23, n. 2, p. 507-522, 2017.

AULER, D. **Alfabetização científico-tecnológica: um novo “paradigma”?** *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 5, n. 1, p. 68-83, 2003.

AULER, D.; DELIZOICOV, D. **Alfabetização científico-tecnológica para quê?** *Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 3, n. 2, p. 122-134, 2001.

AZEVEDO, M. C. P. S. de. **Ensino por investigação: problematizando as atividades em sala de aula**. In: CARVALHO, A. M. P. *Ensino de ciências: unindo a pesquisa e a prática*. São Paulo. Thomson, 2006.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Lisboa: Edições 70, 1977.

BOUZON, J. D.; BRANDÃO, J. B.; SANTOS, T. C.; CHRISPINO, A. **O ensino de Química no ensino CTS Brasileiro: revisão bibliográfica de publicação em periódicos**. *Química Nova Escola*, v. 20, p. 1-12, 2018. Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/artigos/CP-69-17.pdf> . Acesso em 27 mar. 2022.

BRASIL. **Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional, LDB**. 9394/1996.

BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio, Bases Legais**. Brasília: MEC, 1998.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. (SEMTEC). **Parâmetros Curriculares Nacionais Ensino Médio: Ciências da Natureza, matemática e suas tecnologias. v. 3.** Brasília, DF: MEC/SEMTEC, 1999.

BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio, Bases Legais.** Brasília: MEC, 2002.

BRASIL. MEC. **Base Nacional Comum Curricular.** Brasília, DF, 2018. Disponível em: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_site.pdf. Acesso em: 23 de maio de 2022.

BROWN, T. B, et al. **Química: A Ciência Central.** Tradução Eloísa Lopes, Thiago Jonas, Sônia Midori Yamamoto; Revisão técnica Antônio Gerson Bernardo da Cruz. 13ª Ed. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2016.

CHASSOT, A.I. **Alfabetização Científica: uma possibilidade para inclusão social.** Revista Brasileira de Educação, nº 22, p.89-100, 2003.

CHASSOT, A.I. **Catalisando transformações na educação.** Ujuí: Ed. Unijuí, 1993.

CHASSOT, A. **Alfabetização Científica: questões e desafios para a educação.** Ijuí, Editora Unijuí, 2003.

FOUREZ, G. **A construção das ciências: introdução à filosofia das ciências.** São Paulo: UNESP, 1995.

G1. **Cetesb confirma que Chuva Ácida atingiu Cubatão após vazamento.** G1 Santos. 2015. Disponível em: <https://g1.globo.com/sp/santos-regiao/noticia/2015/01/cetesb-confirma-que-chuva-acida-atingiu-cubatao-apos-vazamento.html>. Acesso em 02 de dez.2021.

HISING, E.; LINJARDI, F. **Chuva ácida e poluição matam peixes no Rio Pirapó, em Maringá, diz IAP .** G1 Paraná. Maringá. 2017. Disponível em: <https://g1.globo.com/pr/norteenoroeste/noticia/chuva-acida-e-poluicao-matam-peixes-no-rio-pirapo-diz-iap.ghtml>. Acesso em 02 de dez.2021.

MATIAS, E. F. **Proposta e análise de uma Sequencia Didática Investigativa com foco no estudo das questões químicas e sociais relacionadas às bebidas alcoólicas.** Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa como parte das exigências do Programa de Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional (PROFQUI), para obtenção do título de *Magister Scientiae*. 2020

MOTOKANE, M. T. **Sequências Didáticas Investigativas e Argumentação no Ensino de Ecologia.** Revista Ensaio, Belo Horizonte, v. 17, p.115-137, nov. 2015.

MUNFORD, D.; LIMA, M. E. **Ensinar Ciências por Investigação: o que estamos de acordo?** Revista ensaio. v.9, n.1, p. 98-11, jan.2007.

NÉRICE, I. **Didática geral dinâmica.** 10 ed., São Paulo: Atlas, 1987.

OLIVEIRA, M. M. de. **Sequência didática interativa no processo de formação de professores**. Petrópolis, RJ: Vozes, 2013.

PAIS, L. C. **Didática da Matemática: uma influência francesa**. Belo Horizonte: Autêntica, 2002.

SANTOS, W. L. P. dos; MÓL, G. de S. **Química Cidadã 1º ano Ensino Médio**. 2. ed. São Paulo: Editora AJS, 2013.

SANTOS, W. L. P. dos; SCHNETZLER, R. P. **Educação em Química: Compromisso com a cidadania**. Ijuí: Ed. Unijuí. 2010, 160 p.

SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. **Alfabetização Científica: uma revisão bibliográfica**. *Investigação em Ensino de Ciências*. v.16. p. 59-77, 2011.

SILVA, E. B.; RODRIGUES, M. A. **Abordagem de temáticas ambientais no ensino de química: um olhar sobre o estudo de óxidos**. *O professor PDE e os desafios da escola pública paranaense*. SEP. v.1, 2012.

SOUSA, R. **Chuva ácida; Brasil Escola**. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/geografia/chuvaacida.htm>. Acesso em 10 de agosto de 2022.

SUART, R. C. **Formação inicial de professores de química: o processo de reflexão orientada visando o desenvolvimento de práticas educativas no ensino médio**. São Paulo, 2016.

THENÓRIO, I. **Faça chuva ácida em casa! Manual do Mundo**. 2014. Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=IEMjO01xm_4. Acesso em 02 de dez.2021.

THENÓRIO, I. **Por que cebola faz chorar?** Vlog Manual do Mundo. 2014. Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=MfIU1w8zP_0&t=4s. Acesso em 30 de nov.2021.

TOMASI, S. S. **Ciência explica: Por que choramos ao cortar cebola?** *Ciência Explica*, Departamento de Química da UFLA. 2019. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=PZDPFU0Fdzo&t=2s>. Acesso em 30 de nov.2021.

VAILLANT, D.; MARCELO, C. **Ensinando a ensinar. As quatro etapas de uma aprendizagem**. Curitiba: Ed. UTFPR, 2012.

VIANA, K. S. L. **Avaliação da experiência: uma perspectiva de avaliação para o ensino das ciências da natureza**. 2014. 202 f. Tese (Doutorado em Ensino das Ciências) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2014.

WOLKE, R. L. **O que Einstein disse ao seu cozinheiro**. V. 2, Ed. Zahar, 2005.

ZABALA, A. **A prática Educativa: Como Ensinar**. Porto Alegre, Artmed, 1998.

ANEXO 1

Roteiro de Atividade Experimental: Produção da Chuva Ácida

OBJETIVOS

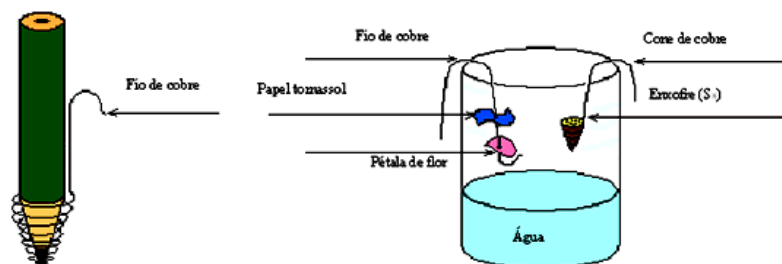
Conscientizar o aluno de sua participação na emissão de gases poluentes que aumentam a acidez da atmosfera e, conseqüentemente, da chuva. Demonstrar a contribuição do SO_2 para o aumento da acidez na água de chuva e discutir sobre a formação da chuva ácida, os malefícios da emissão de SO_2 , o transporte desse gás, os prejuízos que a chuva ácida causa e como cada um pode contribuir para minimizar a acidez da chuva.

MATERIAS

- 1 vidro com tampa (como os de maionese ou café solúvel)
- enxofre em pó (1 colher de chá cheia)
- 4 fitas de papel tornassol azul (3 cm cada uma)
- 2 pétalas de flor colorida
- 1 colher de plástico
- 2 pedaços de fios de cobre (15 cm cada um)
- 1 caixa de fósforos
- 1 caneta

PROCEDIMENTO

- Coloque uma fita de papel tornassol e uma pétala de flor na parte de dentro da tampa do vidro. Utilizando a colher de plástico, polvilhe um pouco do enxofre em pó sobre a fita e sobre a pétala (não utilize todo o enxofre, apenas o suficiente para manchar parte do papel tornassol e da pétala de flor). Anote suas observações na tabela de resultados.
- Coloque cerca de 5 cm de água da torneira no vidro e com o auxílio da colher (limpa), retire um pouco de água e coloque sobre o enxofre que está sobre a pétala e o papel tornassol. Observe o que acontece com a água em contato com o enxofre e se houve alteração na cor do papel tornassol e na pétala. Anote suas observações. Jogue no lixo o material sólido da tampa e lave a tampa.
- Pegue uma nova fita de papel tornassol e o umedeça com água. Anote suas observações.
- Monte o seguinte esquema, coloque em uma das extremidades do fio de cobre uma nova pétala e um pouco separado coloque um novo papel tornassol azul. Na outra extremidade do fio, faça um pequeno gancho e pendure por dentro do vidro que já tem um pouco de água. Tome cuidado para que a pétala ou fita não entrem em contato com a água. Veja a ilustração.



Fonte: @expto.gif(555x192) usp.br

- Pegue o outro fio de cobre e enrole parte deste na ponta da caneta, formando um pequeno cone de cerca de 1 cm. Faça um pequeno gancho na outra ponta do fio, retire a caneta e encha o cone com enxofre em pó, com cuidado (use a colher). Pendure o fio de cobre por dentro do vidro (sem atingir a água).
- Posicione um fósforo aceso abaixo do cone para iniciar a queimar o enxofre e rapidamente retire o fósforo e tampe o vidro. Observe se o enxofre está realmente queimando. Aguarde 5 minutos e anote na tabela de resultados se houve mudança na coloração do papel e da pétala.
- Retire os fios de cobre de dentro do vidro rapidamente. Feche o vidro e agite a solução cuidadosamente.
- Umedeça nova fita de papel tornassol na água e anote suas observações.

OBS: O papel tornassol azul é de cor azul em meio neutro e básico e se torna rosa em meio ácido.

	OBSERVAÇÕES
Pétala + enxofre em pó	
Papel tornassol + enxofre em pó	
Pétala + enxofre em pó + água	
Papel tornassol + enxofre + água	
Papel tornassol + água	
Dióxido de enxofre + pétala	
Dióxido de enxofre + papel de tornassol	
Dióxido de enxofre + água	

ANEXO 2**QUESTÕES PARA DISCUSSÃO DA ATIVIDADE EXPERIMENTAL PRODUÇÃO DA CHUVA ÁCIDA**

- 01)** Por que houve alteração na cor da pétala de rosa dentro do recipiente após a queima do enxofre?
- 02)** Escreva a equação da reação de combustão do enxofre (S) e a reação entre o gás produzido com a água.
- 03)** Por que após a combustão do enxofre o papel tornassol mudou de cor?
- 04)** O que vem causando o excesso de acidez na chuva de grandes cidades?
- 05)** Cite um problema ambiental devido a emissão de óxidos ácidos na atmosfera.
- 06)** O que pode ser feito em termos de governo federal para diminuir a acidez, ou a poluição da atmosfera como um todo?
- 07)** O que você pode fazer para contribuir para minimizar a sua emissão de contaminantes para a atmosfera?

ANEXO 3

ROTEIRO DA ATIVIDADE EXPERIMENTAL REAÇÃO ENTRE ÁGUA DE BATERIA DIFERENTES MATERIAIS

OBJETIVOS

Realizar a reação entre solução de bateria (ácido sulfúrico diluído a 30%) e objetos de carbonato de cálcio e de metais. Demonstrar para os alunos os efeitos ocasionados aos objetos compostos por carbonato de cálcio, feitos de mármore. Apresentar as reações ocorridas durante a realização do experimento. Discutir com os alunos os prejuízos que a chuva ácida causa ao meio ambiente e à sociedade.

MATERIAIS

- Solução de bateria 30%
- Objetos feitos de mármore
- Objetos feitos de metal
- Béqueres de 300 mL

PROCEDIMENTO

- Coloque em cada béquer 150 mL de solução de bateria.
- Tire uma foto de cada objeto antes de colocado dentro da solução.
- Insira os objetos dentro do recipiente com a solução de bateria.
- Deixe o objeto no recipiente por um dia.
- Retire o objeto tire novamente uma foto.

OBJETO	OBSERVAÇÕES

ANEXO 4**QUESTÕES PARA DISCUSSÃO DA ATIVIDADE EXPERIMENTAL REAÇÃO ENTRE A ÁGUA DE BATERIA E MATERIAIS DE MÁRMORE E FERRO**

- 01)** O que ocorreu com os objetos de mármore ao serem colocados na solução de bateria (H_2SO_4)?
- 02)** Escreva a equação da reação que ocorre entre a solução de bateria (H_2SO_4) e objeto de mármore (CaCO_3) e dê o nome dos produtos formados.
- 03)** Escreva a equação da reação que ocorre entre a solução de bateria (H_2SO_4) e objeto de metal e dê o nome dos produtos formados.
- 04)** De acordo com os resultados observados no experimento cite as principais características dos ácidos.

ANEXO 5

ATIVIDADE APLICADA AOS ESTUDANTES DO PRIMEIRO ANO DO ENSINO MÉDIO APÓS REALIZAÇÃO DA SDI

Nesta atividade, iremos verificar o nível de assimilação do conteúdo trabalhado nas aulas anteriores. Faça com calma e com muito cuidado, pois suas respostas serão importantes para identificar a eficácia da metodologia que foi desenvolvida.

A seguir tem-se algumas questões que foram aplicadas na prova do ENEM e outros vestibulares.

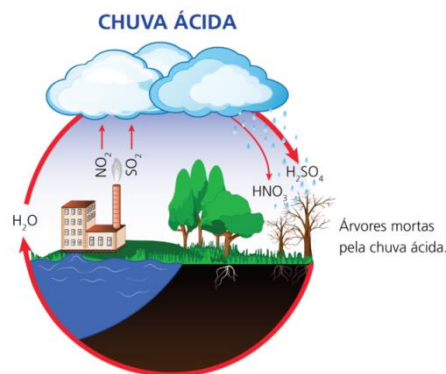
01) (STD)

CHUVA ÁCIDA

A chuva ácida é um fenômeno causado pela poluição da atmosfera. Ela pode acarretar muitos problemas para as plantas, animais, solo, água, construções e, também, às pessoas. A chuva ácida reage com metais e carbonatos, atacando muitos materiais usados na construção civil, como mármore e calcários. Os óxidos de enxofre (SO_2 e SO_3) e de nitrogênio (N_2O , NO e NO_2) presentes na atmosfera formam ácidos fortes, aumentando a acidez da água da chuva.

MAIA, D. J. et al. Chuva ácida: um experimento para introduzir conceitos de equilíbrio químico e acidez no Ensino Médio. *Revista Química Nova na Escola*, nº 21, maio, 2005, p. 44-46. Disponível em: <<https://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc21/v21a09.pdf>> Acesso em: 28 jun. 2019.

A figura mostra esquematicamente como ocorre a formação da chuva ácida:



©Designua/Shutterstock.

Considerando que os principais ácidos da chuva ácida são o ácido sulfúrico (H_2SO_4) e o ácido nítrico (HNO_3), esses ácidos são formados pela reação entre os óxidos ácidos citados no texto com:

- moléculas de água presentes na atmosfera como, por exemplo, nas nuvens.
- carbonatos presentes nas estruturas (mármore) que são corroídas pela chuva ácida.
- metais que estão presentes nas construções e nos monumentos, corroendo essas estruturas.
- vapores de substâncias ácidas que são eliminadas pelas chaminés das indústrias.
- com hidróxido de sódio utilizado, principalmente, em indústrias que produzem sabões.

02) (ENEM 2011) “Em 1872, Robert Angus Smith criou o termo “chuva ácida”, descrevendo precipitações ácidas em Manchester após a Revolução Industrial. Trata-se do acúmulo demasiado de dióxido de carbono e enxofre na atmosfera que, ao reagirem com compostos dessa camada, formam gotículas de chuva ácida e partículas de aerossóis. A chuva ácida não necessariamente ocorre no local poluidor, pois tais poluentes, ao serem lançados na atmosfera, são levados pelos ventos, podendo provocar a reação em regiões distantes. A água de forma pura apresenta pH 7, e, ao contatar agentes poluidores, reage modificando seu pH para 5,6 e até menos que isso, o que provoca reações, deixando consequências”.

Disponível em: <http://www.brasile scola.com>. Acesso em: 18 maio 2010 (adaptado).

O texto aponta para um fenômeno atmosférico causador de graves problemas ao meio ambiente: a chuva ácida (pluviosidade com pH baixo). Esse fenômeno tem como consequência:

- A) a corrosão de metais, pinturas, monumentos históricos, destruição da cobertura vegetal e acidificação dos lagos.
- B) a diminuição do aquecimento global, já que esse tipo de chuva retira poluentes da atmosfera.
- C) a destruição da fauna e da flora, a redução dos recursos hídricos, com o assoreamento dos rios.
- D) as enchentes, que atrapalham a vida do cidadão urbano, corroendo, em curto prazo, automóveis e fios de cobre da rede elétrica.
- E) a degradação da terra nas regiões semiáridas, localizadas, em sua maioria, no Nordeste do nosso país.

03) (ENEM 1998) Um dos problemas ambientais decorrentes da industrialização é a poluição atmosférica. Chaminés altas lançam ao ar, dentre outros materiais, o dióxido de enxofre (SO₂), que pode ser transportado por muitos quilômetros em poucos dias. Dessa forma, podem ocorrer precipitações ácidas em regiões distantes, causando vários danos ao meio ambiente (chuva ácida).

Um dos danos ao meio ambiente diz respeito à corrosão de certos materiais. Considere as seguintes obras:

I. Monumento Itamarati – Brasília (mármore). **II.** Esculturas de Aleijadinho – MG (pedra sabão, contém carbonato de cálcio). **III.** Grades de ferro ou alumínio de edifícios.

A ação da chuva ácida pode acontecer em:

- A) I apenas.
- B) I e II apenas.
- C) I e III apenas.
- D) II e III apenas.
- E) I, II, e III.

04) (PUC-PR) A emissão de óxidos ácidos para a atmosfera vem crescendo cada vez mais nas últimas décadas. Eles podem ser emitidos através de fontes naturais, tais como a respiração vegetal e animal, erupções vulcânicas e decomposição de restos vegetais e animais. No entanto,

o fator agravante é que alguns óxidos ácidos são liberados também na combustão de combustíveis fósseis, como os derivados do petróleo (gasolina, óleo diesel etc.).

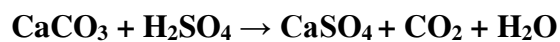
FOGAÇA, J. Óxidos e chuva ácida. Brasil Escola. Disponível em:

<https://brasilecola.uol.com.br/o-que-e/quimica/o-que-e-chuva-acida.htm>. Acesso: 20 de novembro 2021.

Sobre óxidos ácidos e suas implicações ambientais, é **CORRETO** afirmar que:

- A) óxidos ácidos são substâncias formadas principalmente, pelo enxofre e pelo nitrogênio e que, ao entrarem em contato com a água, reagem formando ácidos, por exemplo, sulfuroso, sulfúrico, nítrico e nitroso.
- B) O gás carbônico (CO₂) e o monóxido de carbono (CO) são exemplos de óxidos que reagem com a água, formando ácidos.
- C) óxidos ácidos são substâncias iônicas, formadas pela ligação de metais (principalmente alcalinos e alcalinos terrosos) com o oxigênio.
- D) O trióxido de enxofre neutraliza o hidróxido de sódio na proporção molar de 1:1.
- E) A chuva ácida é a responsável direta pelo fenômeno conhecido como efeito estufa, cujo agravamento eleva as temperaturas médias de nosso planeta.

05) (UNAMA-PA) Um dos problemas causados pela chuva ácida é o dano causado nos monumentos históricos. O ácido sulfúrico, presente na chuva ácida, age sobre os monumentos de mármore, provocando uma reação química na qual se forma gesso, gás carbônico e água. Como o gesso é solúvel em água, as chuvas subsequentes provocam a erosão desses monumentos danificando-os. A equação química abaixo representa graficamente este processo químico. Observe-o e assinale a alternativa que apresenta as nomenclaturas científicas do mármore e do gesso, respectivamente.



- A) Carbonato de cálcio e sulfato de cálcio.
- B) Carbonato de cálcio e sulfeto de cálcio.
- C) Carbonito de cálcio e sulfato de cálcio.
- D) Carbetto de cálcio e sulfito de cálcio.
- E) Carbonato de carbono e sulfato de enxofre

06) A presença na atmosfera de óxidos como CO_{2(g)}, NO_{2(g)}, SO_{2(g)} e SO_{3(g)} pode ser responsável pela acidez da água da chuva, contribuindo para o fenômeno da chuva ácida. Os ácidos formados respectivamente com a interação desses óxidos com água são:

- A) H₂CO₃, HNO₃, H₂SO₃ e H₂SO₄.
- B) HCO₂, HNO₃, H₂SO₃ e H₂SO₄.
- C) H₂CO₂, HNO₂, H₂SO₃ e H₂S.
- D) H₂CO₃, HNO₃, HSO e HSO₂.
- E) HCO, HNO₃ e HSO e H₂SO₅.

ANEXO 6**AVALIAÇÃO DA ABORDAGEM METODOLÓGICA**

O conteúdo de Chuva Ácida foi trabalhado a partir de uma Sequência Didática Investigativa (SDI), a respeito desta metodologia responda o questionário a seguir. Desde já agradeço pela sua participação no desenvolvimento deste estudo

- 01)** Você gostou da maneira como o tema foi abordada o tema da Chuva ácida? Sim () Não () Justifique.
- 02)** Você gostaria de conhecer com mais profundidade alguns dos assuntos abordados? Em caso afirmativo, descreva qual assunto mais lhe interessou?
- 03)** O entendimento do conteúdo ocorreu de forma satisfatória a partir da Sequência Didática desenvolvida durante as aulas e da temática de chuva ácida?
- 04)** Na sua opinião, qual a importância da Química para a sociedade?
- 05)** Por muitas vezes, os conteúdos de Química são considerados pelos estudantes fora de seus contextos e distantes de sua realidade. De acordo com esse diagnóstico, você considera importante abordar fatores sociais e ambientais para ajudar na aprendizagem?
- 06)** Uma das características do ensino nas escolas é o estabelecimento de hierarquia por parte dos professores em relação aos alunos, quando somente o professor expõe o conteúdo e os alunos os assimilam. Um dos pressupostos metodológicos na atualidade é a quebra deste paradigma, onde são considerados os saberes trazidos pelos estudantes. A abordagem adotada durante a exposição do conteúdo de ácidos foi capaz de proporcionar momentos de trocas de saberes entre professor/aluno e aluno/aluno? Sim () Não () Justifique.
- 07)** O que você sugeriria como novos temas de investigação para próximas aulas?

ANEXO 7

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Prezado (a) pai ou responsável,

Convidamos o/a seu/sua filho/a para participar da pesquisa “**CONTEXTUALIZAÇÃO ABORDANDO A CHUVA ÁCIDA NO ENSINO DE QUÍMICA POR MEIO DE UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA**”, desenvolvida pelo prof. Fábio Domingos da Silva, mestrando do PROFQUI – Programa de Mestrado Profissional em Química, sob a orientação da professora Deusanilde de Jesus Silva e do coorientador professor Vinícius Catão de Assis Souza. Nesta pesquisa serão discutidas questões conceituais com o foco na alfabetização científica, tendo relevância social por abordar temáticas relacionadas à Química Ambiental, em um diálogo direto com o conteúdo de Ácidos. Assim, propõe-se elaborar uma sequência didática investigativa sobre Chuva Ácida para ser discutido com os estudantes do CTPM-BD, 1º ano do Ensino Médio. A análise das respostas permitirá a verificação das principais dificuldades acerca deste conteúdo, considerando que será aferido se eles conseguiram compreender com mais clareza o conteúdo de Ácidos após a discussão da sequência didática e se essa atividade favoreceu a promoção da alfabetização científica por meio de questões ambientais abordadas no material elaborado.

Os riscos envolvidos nesta pesquisa são mínimos e acreditamos que possam estar relacionados apenas a possibilidade de o(a) estudante se sentir constrangido(a) ou obrigado(a) a participar das atividades propostas que serão gravadas. Para minimizar esses riscos, todos(as) serão instruídos a escolher participar ou não da discussão, sem qualquer tipo de perda quanto a essa decisão. Além disso, vale ressaltar que a pesquisa será respeitosa e guiada pelos princípios éticos que se fazem necessários, evitando qualquer tipo de constrangimento que possa ser causado pela temática abordada. Serão tomados os devidos cuidados para que a estratégia usada no levantamento dos dados seja uma experiência relevante, que efetivamente acrescente na formação dos(as) estudantes. Ressaltamos que não haverá qualquer tipo de identificação dos participantes, que terão o absoluto sigilo quanto as suas identidades. Ainda, não teremos o propósito de aferir se os questionamentos levantados estarão corretos ou errados, de modo a não fazermos julgamentos de valor sobre os posicionamentos.

Nesse sentido, informamos que os(as) participantes da pesquisa poderão se amparar em um trabalho que busca aprimorar os modos/metodologias para abordar o conhecimento científico nas aulas de Química e que os resultados da pesquisa fomentarão reflexões sobre as dinâmicas estabelecidas em salas de aula com estudantes da Educação Básica, sobretudo nas formas de abordar temas sociocientíficos que se mostram essenciais à formação de cidadãos críticos, reflexivos e atuantes na sociedade.

Portanto, destacamos que os seguintes aspectos serão observados e respeitados nesta investigação: (i) liberdade para se recusar a participar ou retirar o consentimento em qualquer momento da pesquisa, sem qualquer tipo de penalização; (ii) garantia de sigilo quanto aos dados confidenciais envolvidos na pesquisa; e (iii) participação voluntária, sem ônus algum para o participante. Destaca-se também que o(a) participante desta pesquisa terá direito à indenização em caso de danos decorrentes do estudo.

Este termo de consentimento encontra-se disponível em duas vias originais assinadas, sendo que uma será arquivada pelos pesquisadores responsáveis e a outra será fornecida a você. Informamos ainda que o consentimento será expresso por vocês antes da entrevista ou do grupo focal e registrado em áudio e vídeo. Os dados e instrumentos utilizados na pesquisa ficarão guardados com os pesquisadores por um período de 5 (cinco) anos após o término da pesquisa. Depois desse tempo, os mesmos serão descartados.

Os pesquisadores tratarão a identidade dos licenciandos(as) professores(as) com padrões profissionais de sigilo, ética e confidencialidade, atendendo à legislação brasileira, em especial a Resolução 466/2012 do Conselho Nacional de Saúde, e utilizarão as informações somente para fins acadêmicos e científicos.

Nesses termos, eu, _____, declaro ter sido informado(a) sobre a pesquisa e concordo em participar voluntariamente, fornecendo as informações necessárias para contribuir com a proposta de pesquisa apresentada anteriormente.

Responsável pela pesquisa: Fábio Domingos da Silva

E-mail: profquimicafabio@hotmail.com

Telefone: (37) 99165-2741

Professores Orientadores da UFV: Deusanilde de Jesus Silva / Vinícius Catão de Assis Souza

E-mail:deusanilde@ufv.br**Telefone:** (31) 3612-6628

E-mail:vcasouza@ufv.br**Telefone:** (31) 3612-6613

Em caso de discordância ou irregularidades sob o aspecto ético desta pesquisa, você poderá consultar: CEP/UFV – Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos.

Universidade Federal de Viçosa
Edifício Arthur Bernardes, piso inferior
Av. PH Rolfs, s/n – Campus Universitário
Cep: 36570-900 Viçosa/MG
Telefone: (31) 3612-2316
Email: cep@ufv.br
www.cep.ufv.br

Bom Despacho, ____ de _____ de 2021.

Assinatura para a obtenção do consentimento

ANEXO 8**TERMO DE ANUÊNCIA DA ESCOLA PARA REALIZAÇÃO DA PESQUISA**

Prezada Diretora Pedagógica _____ e
 _____ Comandante da unidade Colégio Tiradentes da Polícia Militar de
 Bom Despacho- MG (CTPM-BD).

O presente trabalho é parte da pesquisa intitulada “**CONTEXTUALIZAÇÃO ABORDANDO A CHUVA ÁCIDA NO ENSINO DE QUÍMICA POR MEIO DE UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA**”, desenvolvida pelo prof. Fábio Domingos da Silva, mestrando do PROFQUI – Programa de Mestrado Profissional em Química, sob a orientação da professora Deusanilde de Jesus Silva e do coorientador professor Vinícius Catão de Assis Souza. Nesta pesquisa, serão discutidas questões conceituais com o foco na alfabetização científica, tendo relevância social por abordar temáticas relacionadas à Química Ambiental, em um diálogo direto com o conteúdo de Ácidos. Assim, propõe-se elaborar uma sequência didática investigativa sobre Chuva Ácida para ser discutido com os estudantes do CTPM-BD.

A análise das respostas permitirá verificar as principais dificuldades acerca do conteúdo de Ácidos, considerando que será aferido se eles conseguiram compreendê-lo com mais clareza após a discussão da sequência didática e se essa atividade favoreceu a promoção da alfabetização científica por meio de questões ambientais abordadas no material elaborado. Dessa forma, pretende-se desenvolver esta pesquisa com os estudantes da 1ª Série do Ensino Médio. Serão utilizados como instrumento de coleta dos dados questionários estruturados. Neste sentido, esperamos contar com a valiosa colaboração e apoio da Direção Pedagógica e Administrativa desta escola para autorizar o desenvolvimento da referida pesquisa no CTPM-BD. Aproveitamos a oportunidade para esclarecer que, durante a pesquisa, serão adotados todos os procedimentos éticos necessários, garantindo, assim, o ANONIMATO a todos(as) os(as) participantes. Declaramos, também, que as informações obtidas serão utilizadas somente para fins científicos. Desde já agradecemos a colaboração e parceria.

Bom Despacho, _____ de _____ de 2021.

 Assinatura para a obtenção da anuência

 Assinatura para a obtenção da anuência

Nome da responsável pela pesquisa: Fábio Domingos da Silva

E-mail: profquimicafabio@hotmail.com

Telefone: (37) 99165-2741

Professores Orientadores da UFV: Deusanilde de Jesus Silva / Vinícius Catão de Assis Souza.

E-mail: deusanilde@ufv.br

Telefone: (31) 3612-6628

E-mail: vcasouza@ufv.br

Telefone: (31) 3612-6613

ANEXO 9

TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (ALUNO)

Eu, _____, aluno do 1º ano do Ensino Médio do Colégio Tiradentes da Polícia Militar de Bom Despacho Minas Gerais (CTPM/BD), fui convidado pelo Profº Fábio Domingos da Silva, aluno do Programa de Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional (PROFQUI) a participar da pesquisa intitulada “**CONTEXTUALIZAÇÃO ABORDANDO A CHUVA ÁCIDA NO ENSINO DE QUÍMICA POR MEIO DE UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA**”.

Estou ciente de que a pesquisa está sob a orientação da Professora Dra. Deusanilde de Jesus Silva e coorientação do Professor Dr. Vinícius Catão de Assis Souza, tem por objetivo desenvolver uma Sequência Didática Investigativa (SDI) sobre Chuva Ácida. Espera-se que esse estudo contribua para que os pesquisadores, professores e formadores de professores conheçam melhor o contexto de desenvolvimento de assuntos com relevância social, além de contribuir para desenvolver formas de abordar temas sociocientíficos que se mostram essenciais à formação de cidadãos críticos, reflexivos e atuantes na sociedade.

Fui informado (a) de que a participação é voluntária e não obrigatória, não havendo nenhum tipo de pagamento ou gratificação financeira pela participação. Em qualquer momento, ao longo da pesquisa os alunos poderão retirar sua participação, se julgar necessário. Estou consciente de que a pesquisa poderá ser interrompida por avaliação insuficiente das atividades propostas tendo em vista o nível da turma, por problemas nos equipamentos ou por incapacidade do pesquisador.

Foi assegurada a privacidade dos sujeitos quanto aos dados confidenciais envolvidos na pesquisa. Os nomes dos alunos, dos professores, de funcionários ou da escola não serão citados em nenhum documento produzido na pesquisa. O pesquisador solicitou permissão para registrar em diário de campo, fotografar, filmar e gravar em áudio alguns momentos em sala de aula. Apoio tal pedido desde que os alunos e/ou seus responsáveis legais (para o caso de menores de 18 anos) também manifestem seu consentimento.

A minha participação e a dos outros participantes não envolverá qualquer natureza de gastos. O pesquisador assumiu os riscos e danos que porventura vierem a acontecer com os equipamentos e incidentes com os alunos em sua companhia, durante o processo. Proponho-me a acompanhá-la na condução das atividades que serão desenvolvidas em sala. Fui informado(a) sobre a indenização em casos de eventuais danos, comprovadamente decorrentes da participação na pesquisa, conforme decisão judicial ou extrajudicial.

Embora saibamos que qualquer projeto pode oferecer algum incômodo – tal como sentir-se constrangido com a presença do pesquisador nas aulas – o pesquisador se propôs a corrigir eventuais desconfortos, procurando propiciar situações em que todos se sintam à vontade para se expressarem. Deixou bem claro que os participantes têm direito a esclarecimentos adicionais, antes, durante e depois da pesquisa.

Ao final, os resultados serão apresentados para todos os participantes do projeto e demais interessados, em dia e local definidos pela direção e uma cópia da dissertação e o livreto de orientação pedagógica serão entregues à Escola para fins de subsídio a novas atividades pedagógicas nesta ou em outra escola.

Caso ainda tenha alguma dúvida, poderei consultar o pesquisador e seus orientadores.

Sinto-me esclarecido(a) em relação à proposta e concordo em participar voluntariamente desta pesquisa.

Responsável pela pesquisa: Fábio Domingos da Silva

E-mail: profquimicafabio@hotmail.com

Telefone: (37) 99165-2741

Professores Orientadores da UFV: Deusanilde de Jesus Silva / Vinícius Catão de Assis Souza.

E-mail: deusanilde@ufv.br

Telefone: (31) 3612-6628

E-mail: vcasouza@ufv.br

Telefone: (31) 3612-6613

Em caso de discordância ou irregularidades sob o aspecto ético desta pesquisa, você poderá consultar: CEP/UFV – Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos.

Universidade Federal de Viçosa
Edifício Arthur Bernardes, piso inferior
Av. PH Rolfs, s/n – Campus Universitário
Cep: 36570-900 Viçosa/MG
Telefone: (31) 3612-2316
Email: cep@ufv.br
www.cep.ufv.br

Bom Despacho, _____ de _____ de 2021.

Aluno (a)

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA

FÁBIO DOMINGOS DA SILVA

**JÚRI SIMULADO COMO PARTE DE UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA DISCUTIR A
CHUVA ÁCIDA E SUAS REAÇÕES AFINS**

VIÇOSA- MINAS GERAIS

2022



Profeta Joel – Santuário Bom Jesus do Matosinhos- Congonhas/MG

(Foto cedida por Deusanilde de Jesus Silva)

SUMÁRIO

1 APRESENTAÇÃO	03
2 CONCEITOS BÁSICOS SOBRE CHUVA ÁCIDA.....	05
2.1 Conceitos Gerais	05
2.2 Principais reações.....	05
2.3 Metodologias Ativas de Aprendizagem – Utilizando o Júri Simulado.....	19
3 ORGANIZAÇÃO DIDÁTICA	08
4 SEQUÊNCIA DIDÁTICA.....	09
4.1 1º Encontro – Conceitos Gerais de Ácidos, Óxidos, Sais e Reações Químicas	09
4.2 2º Encontro Atividade Experimental- Produção da Chuva Ácida e Reação entre água de bateria com materiais de mármore e pedra sabão.....	13
4.3 3º Encontro – Introdução ao Júri Simulado	13
4.4 4º Encontro- Visita ao Santuário Bom Jesus de Matosinhos e ao Museu de Congonhas	19
4.5 5º Encontro – Encenação do Júri Simulado	20
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	22
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	23
ANEXO 1: Roteiro de atividade experimental: produção da chuva ácida.....	25
ANEXO 2: Roteiro da atividade experimental reação entre água de bateria diferentes materiais	27
ANEXO 3: Atividades complementares	28
ANEXO 4: Pesquisa de opinião	31

1 APRESENTAÇÃO

Esta proposta didática resulta de uma pesquisa desenvolvida no trabalho de Dissertação apresentado à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional (PROFQUI), para obtenção do título de *Magister Scientiae*, do aluno Fábio Domingos da Silva. Sugerimos aqui, a utilização de uma Metodologia Ativa de Aprendizagem (MAA), o Júri Simulado, como parte de uma Sequência Didática (SD). A contextualização recomendada envolve os frequentes debates sobre a possibilidade da remoção dos “Doze profetas de Aleijadinho”, que constituem parte do Conjunto Arquitetônico e Paisagístico, presentes no Santuário Bom Jesus de Matosinhos, na cidade de Congonhas, no estado de Minas Gerais.

As obras, construídas entre 1757 e início do século XIX, foram esculpidas em pedra-sabão pelo famoso escultor Francisco Antônio Lisboa, O Aleijadinho, o maior representante do estilo Barroco mineiro.

Em 1985, o conjunto arquitetônico foi considerado pela Organização das Nações Unidas para Educação, Ciência e Cultura (UNESCO) como um Patrimônio Cultural Mundial.

Em 2015, com o apoio da UNESCO, do Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN) e da Prefeitura dessa cidade, foi inaugurado o Museu de Congonhas. Desde então, passou-se a considerar a possibilidade de levar os Profetas de Aleijadinho para este Museu. De acordo com o IPHAN, não existe nenhuma relação de dependência entre a retirada das esculturas do espaço público para abrigá-las no museu. No entanto, consideram que, caso esta medida seja recomendada no futuro, o Museu de Congonhas seria a melhor alternativa para apresentá-las ao público.

Diante da deterioração natural, ação de bactérias, fungos e vandalismo, acredita-se que o local recomendado para os Profetas não seria o Santuário. Estes poderiam ser substituídos por réplicas, garantindo assim a sua preservação. No entanto, não há uma posição definitiva entre especialistas, defensores e a população da cidade acerca das discussões a este respeito. Os favoráveis consideram que guardar as obras no museu é uma maneira de protegê-las contra danos naturais irreversíveis, sendo o museu um atrativo para turistas e romeiros do Brasil e do mundo. Os contrários em retirar as obras originais do Santuário consideram que a ligação afetiva e religiosa dos moradores representa um valor imaterial, quando comparado com a representatividade das obras originais permanecerem no Santuário.

Diante do contexto apresentado, uma Sequência Didática utilizando um Júri Simulado constitui uma alternativa para tirar os alunos de uma postura passiva. Nesta metodologia, o professor tem o papel de orientar e mediar um debate sobre esse impasse para, ao final, chegar a um veredito que se pauta nos argumentos apresentados ao longo do júri e na deliberação dos jurados responsáveis por avaliá-los e chegar a uma decisão.

As Metodologias Ativas de Aprendizagem (MAA) têm como objetivo envolver os alunos como protagonistas no processo de ensino e aprendizagem durante a realização das atividades. Espera-se ainda que o debate promova nos alunos o desenvolvimento de habilidades como argumentação, senso crítico e a conscientização de seu papel como cidadãos atuantes na sociedade.

Para a aplicação da SD proposta na citada dissertação, sugere-se ao docente uma abordagem metodológica contextualizada do conteúdo de Ácidos, que engloba conceitos sobre reações químicas, principalmente as reações entre os ácidos presentes na Chuva Ácida e os objetos que são formados por carbonato de cálcio (mármore) e carbonato de sódio (pedra-sabão), material empregado para produzir as esculturas dos Doze Profetas de Aleijadinho.

A proposta a ser desenvolvida em turmas da 1ª Série do Ensino Médio, por meio de atividades envolvendo a realização de quatro encontros de 1 hora e 40 minutos cada, totalizando 8 aulas de 50 minutos. Sugirimos ainda a realização de um quinto encontro, visita de campo, uma viagem à cidade de Congonhas, de modo a ser possível cumprir um cronograma que envolva a visita ao Museu e ao Santuário, onde estão localizados os Profetas de Aleijadinho. Recomendamos que, na visita de campo seja realizado uma pesquisa de opinião com os moradores de Congonhas, abordando a possibilidade de retirar as obras do Santuário para levá-las para o Museu, os dados desta pesquisa podem ser utilizados durante a realização do Júri.

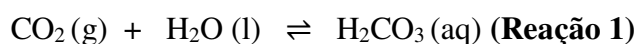
2 CONCEITOS BÁSICOS SOBRE CHUVA ÁCIDA

2.1 Conceitos Gerais

A chuva ácida é uma das consequências da poluição atmosférica com óxidos ácidos que reagem com a água da chuva. Este termo foi usado pelo inglês Robert Angus Smith ao perceber a destruição de monumentos históricos na cidade de Londres na Inglaterra. Assim, pode ser referida a precipitação mais ácida que a chuva natural que é relativamente ácida devido à presença de dióxido de carbono atmosférico dissolvido na forma ácido carbônico. É importante ressaltar que a chuva ácida produz ácidos como o sulfúrico, H₂SO₄, e o ácido nítrico, HNO₃ (TEIXEIRA, 2016).

2.2. Principais Reações

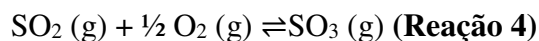
Entre as reações presentes na formação da Chuva Ácida, a primeira a ser abordada é entre o dióxido de carbono e a água (Reação 1). Esse gás tem aumentado sua concentração na atmosfera de forma considerável, principalmente pela utilização de combustíveis fósseis em indústrias para gerar energia e movimentar equipamentos na fabricação de produtos industrializados e em automóveis, e por processos industriais que liberam gás carbônico como, por exemplo, a decarbonatação do calcário na indústria de cimentos.



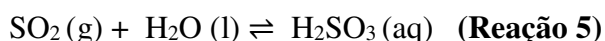
Com o aumento da produção industrial, também houve aumento da emissão de óxidos de nitrogênio na atmosfera. Essas substâncias são formadas durante a queima do carvão mineral usado, principalmente, como fonte de energia e de carbono redutor nas usinas siderúrgicas a coque. Outras fontes seriam a sua queima em caldeiras, em usinas termoelétricas para geração de vapor e energia e pelos motores movidos a combustíveis oriundos do petróleo que tenham compostos de nitrogênio em sua composição. Os produtos desta reação são o ácido nitroso e o ácido nítrico, respectivamente, conforme representado pela Reação 2.



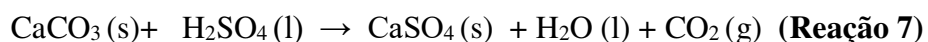
Os óxidos de enxofre (SO₂ e SO₃) são considerados os grandes vilões na formação da chuva ácida. O dióxido de enxofre é lançado na atmosfera a partir da queima de combustíveis fósseis (Reação 3), utilizados como fonte de energia em atividades industriais, automóveis, etc. Ao ser emitido, o dióxido de enxofre pode reagir com o oxigênio e formar trióxido de enxofre (Reação 4).



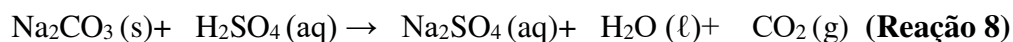
O dióxido de enxofre também pode reagir diretamente com a água e formar o ácido sulfuroso (Reação 5). A reação de formação do ácido sulfúrico, ácido mais forte que o sulfuroso, irá ocorrer quando o trióxido de enxofre reage com a água (Reação 6). As reações citadas são representadas a seguir:



Entre as reações da chuva ácida, tem-se a reação de corrosão do carbonato de cálcio, responsável pela corrosão de monumentos históricos e construções. Nesta reação (Reação 7), ocorre a formação do sulfato de cálcio, substância presente no giz escolar.



Outra reação que ocorre a partir da Chuva Ácida é a corrosão de objetos de carbonato de sódio (Na₂CO₃), encontrados principalmente em uma rocha conhecida como pedra-sabão. Este tipo de material foi utilizado por Antônio Francisco Lisboa, o Aleijadinho, para construir muitas obras de arte, entre as quais pode ser citado a dos “Doze Profetas de Aleijadinho”. As obras fazem parte do conjunto arquitetônico e paisagístico, presente no Santuário Bom Jesus de Matosinhos na cidade de Congonhas, Minas Gerais. A seguir, temos a representação da reação entre o ácido sulfúrico principal constituinte da Chuva Ácida com o carbonato de sódio (Reação 8).



2.3. Metodologias Ativas de Aprendizagem – Utilizando o Júri Simulado

De acordo com a Base Nacional Comum Curricular-BNCC, quando utilizamos as Metodologias Ativas de Aprendizagem (MAA), somos capazes de promover a maior participação dos nossos alunos e assim potencializar a aprendizagem, bem como, cativar os estudantes e contribuir para que alcancem um melhor desenvolvimento no processo de ensino aprendizagem (BRASIL, 2018a). Neste contexto, as MAA são consideradas como um modelo educacional em que os docentes deixam de ser protagonistas para serem mediadores ao levarem a reflexão e discussão dos temas propostos, ou seja, levar os alunos a se tornarem responsáveis pela sua própria aprendizagem (ROCHA; CARDOSO; MOURA, 2020).

Contudo, alguns estudos feitos por Mitre e colaboradores (2008) afirmam que as MAA são um verdadeiro alicerce com bases sólidas que promovem a autonomia e a independência na aprendizagem dos estudantes. Assim, esses novos métodos contribuem para a problematização de assuntos, com isso, promovem para que os alunos se sintam estimulados a assumirem uma postura ativa no seu próprio processo de ensino aprendizagem (PAIVA *et al.*, 2016).

Deste modo, segundo Barbosa e Moura (2013), a MAA tem como ideia descentralizar aquele foco de aula expositiva onde o professor tem um papel fundamental de tomada de iniciativa para o aprendizado individual de cada aluno. Assim, o professor assume o papel de responsável por encorajar os seus discentes a criarem experiências sejam elas: cognitivas, estéticas, sociais e pessoais (BRASIL, 2018 b).

Neste contexto, muitas destas novas metodologias de estratégias de ensino podem ser adotadas para se fazer um estudo mais atraente. Desta forma, esses métodos contribuem para que os alunos possam trabalhar em grupo e, conseqüentemente, possam desenvolver habilidades as quais promovem a reconstrução de saberes. Além disso, podem aprimorar a sua capacidade para trabalhar em equipe, diferentemente se fosse de maneira individual (LEÃO; QUARTIERI; MARCHI, 2013). Assim, a nova metodologia de ensino pode ser desenvolvida de forma coletiva, pois possibilita soluções de problemas como: promover debates, levantar hipóteses e buscar informações sobre aquele objeto a ser estudado.

Portanto, o Júri Simulado é um método ativo no qual os discentes partem de problemas reais ou fictícios mediante argumentos de defesa e acusação, em que avaliam fatos com decisão e aptidão, possibilitando o desenvolvimento de argumentação como análise de senso crítico, levantamento de hipótese e tomada de decisões (ANASTASIOU, 2009). De acordo com Barbosa e Rosse (2010), a construção da argumentação possibilita ao aluno adquirir conhecimento científico do conteúdo, reconhecimento entre afirmações contraditórias, identificação de evidências e o confronto de evidências com as teorias. Segundo Stumpf e Oliveira (2016), o júri é um método alternativo para abordar determinados temas em sala de aula no qual se possibilita debater um posicionamento crítico dos discentes frente ao assunto e colabora para que os estudantes percebam que a ciência pode transcender em conteúdos específicos discutidos em aula. Assim, o

Júri Simulado permite que os alunos tenham uma vivência prática e científica uma vez que propicia debater, posicionar-se e defender suas ideias mediante a argumentação (OLIVEIRA; SOARES, 2005).

Assim, considerando a importância de retratar o conceito e conteúdo de Chuva Ácida na disciplina de Química, propomos a utilização de uma metodologia interessante de MAA, o Júri Simulado, tendo como objetivo demonstrar uma proposta de SD para o ensino da Chuva Ácida e suas principais causas e reações. Desta forma, a sequência didática é demonstrada a seguir.

3. ORGANIZAÇÃO DIDÁTICA

DISCIPLINA: Química

SÉRIE: 1ª Série

TEMA: Chuva Ácida e Reações Afins

CONTEÚDOS TRABALHADOS

- Ácidos, Óxidos, Sais e Reações Químicas

HABILIDADES E COMPETÊNCIAS

- Reconhecer o conceito de ácido de acordo com a definição de Arrhenius.
- Identificar ácidos a partir de fórmulas moleculares e suas principais propriedades.
- Identificar os principais ácidos utilizados pela indústria.
- Reconhecer os óxidos ácidos e fórmulas moleculares.
- Reconhecer que as ações antrópicas são responsáveis pela maior parte da emissão dos óxidos que levam à formação da Chuva Ácida.
- Identificar as reações que levam à formação da Chuva Ácida.
- Identificar reações entre ácidos causadores da Chuva Ácida com materiais como o carbonato de cálcio e carbonato de sódio.
- Reconhecer as principais consequências que a Chuva Ácida traz para o meio ambiente.

DURAÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA

- Quatro encontros de com duração de 100 minutos (2 horas/aula, cada)
- Visita ao Santuário Bom Jesus de Matosinhose ao Museu, duração 200 minutos (4 horas/aula)

MATERIAIS E RECURSOS UTILIZADOS

- Quadro e giz
- Livro didático
- Computador com projetor de multimídia e/ou sala de vídeo
- Reportagens

4. SEQUÊNCIA DIDÁTICA

PRIMEIRO ENCONTRO

4.1 Título: Conceitos Gerais de Ácidos, Óxidos, Sais e Reações Químicas

TEMPO DE DURAÇÃO: 100 minutos (2 aulas de 50 minutos cada)

CONTEÚDO ABORDADO

- Ácidos de Arrhenius
- Principais Propriedades dos Ácidos
- Óxidos ácidos
- Reações Químicas de formação da Chuva Ácida
- Reações entre Ácido Sulfúrico diluído com objetos de Carbonato de Cálcio e Carbonato de Sódio

Objetivo

- Identificar que ácidos são corrosivos.
- Reconhecer o conceito de ácido segundo Arrhenius.

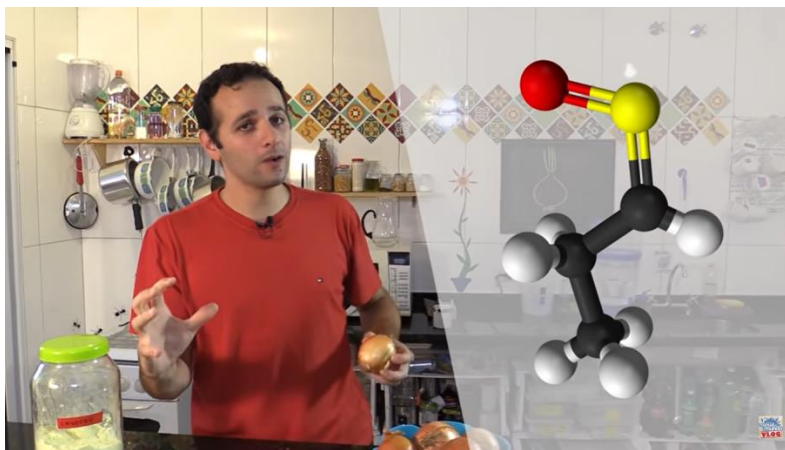
- Identificar fórmulas moleculares dos ácidos presentes na Chuva Ácida.
- Identificar os óxidos ácidos e as principais fontes geradoras de óxidos ácidos.
- Representar as reações de formação da Chuva Ácida.
- Representar as reações do ácido sulfúrico (H_2SO_4) principal constituinte da Chuva Ácida com materiais de carbonato de cálcio (CaCO_3) e carbonato de sódio (Na_2CO_3).

RECURSOS DIDÁTICOS E MATERIAIS UTILIZADOS

- Computador com projetor de multimídia e/ou sala de vídeo
- Quadro
- Livro didático.
- Laboratório Científico

ESTRATÉGIAS METODOLÓGICAS

ETAPA 1: A aula poderá ser iniciada com o professor levantando os conhecimentos prévios dos alunos. A estratégia inicial será a utilização da pergunta investigativa: *Por que ao cortar a cebola os nossos olhos lacrimejam?* Em seguida, o professor pode iniciar a discussão a partir das considerações apresentadas pelos alunos. De acordo com as respostas, o professor pode introduzir as propriedades dos ácidos, como a corrosão. Após este diálogo inicial, o professor pode apresentar um vídeo disponível no YouTube, Canal Manual do Mundo (*Por que cebola faz chorar?*).

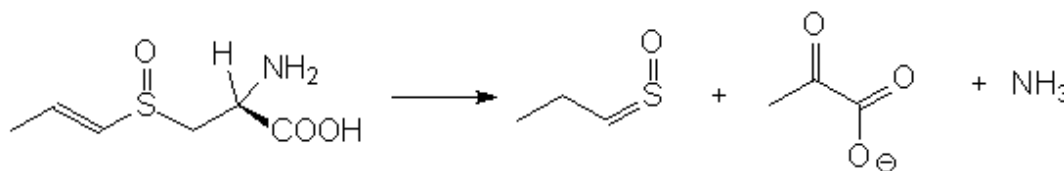


Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=MfIU1w8zP_0&t=4s

De acordo com o Wolke (2005), a substância contida na cebola, que produz o lacrimejar é um composto que contém enxofre, chamado de sulfóxido de tiopropanal. Wolke (2005) afirmou que este gás, assim como outras substâncias, é formado quando a cebola é cortada, destacando que:

Tanto o gás da lágrima quanto os compostos responsáveis pelo ardor existem como tais na cebola não cortada. Eles se formam quando as células são abertas ao serem cortadas ou mastigadas, ocasião em que a enzima aliinase (A) e um grupo de compostos conhecidos como sulfóxidos S-alquenilcisteína (S), que até então permaneciam isolados um do outro em diferentes partes das células da cebola, é liberado. Eles reagem então entre si e formam o gás da lágrima. (WOLKE, 2005, p. 99).

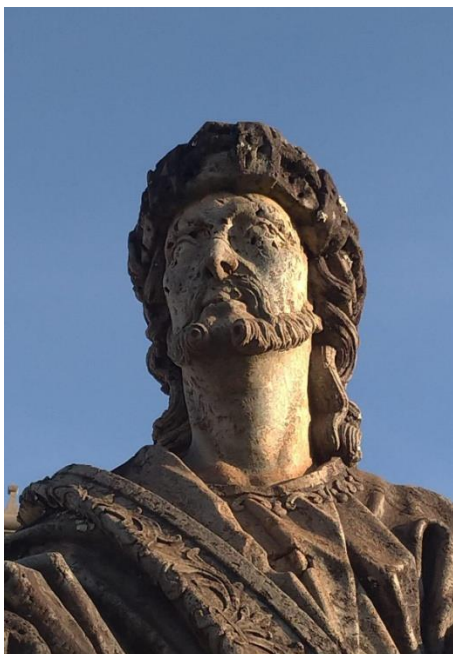
A título de ilustração, a reação de formação do gás da lágrima está apresentada a seguir:



Trans (+) -S-(1-propenil)-sulfóxido de tiopropanalpiruvato
L- cisteínasulfóxido

Amônia

Fonte: uv.es/~jaguilar/curioso/cebolla1.gif



Fonte: Foto cedida por Deusanilde de Jesus Silva.

Figura 2: Vegetação afetada pela Chuva Ácida na região de Cubatão/SP.



Fonte: <<https://g1.globo.com/sp/santos-regiao/noticia/2015/01/cetesb-confirma-que-chuva-acida-atingiu-cubatao-apos-vazamento.html>> Acesso: 27 de março de 2022.

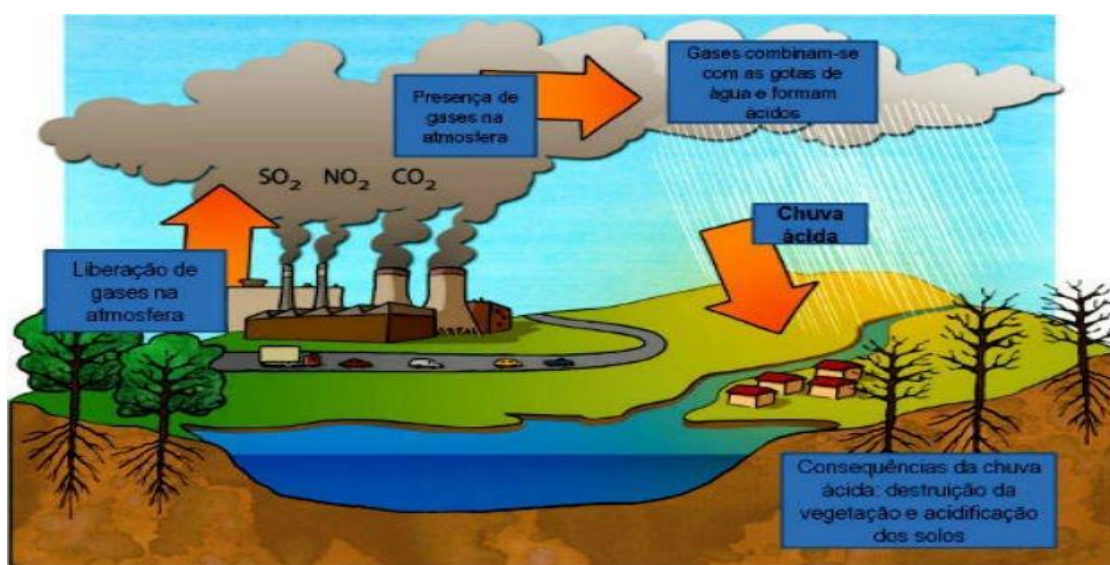
Figura 3: Mortalidade de peixes no Rio Pirapó, em Maringá (PR), devido à Chuva Ácida.



Fonte: <<https://g1.globo.com/pr/norte-noroeste/noticia/chuva-acida-e-poluicao-matam-peixes-no-rio-pirapodiz-iap.ghtml>> Acesso: 27 de março de 2022.

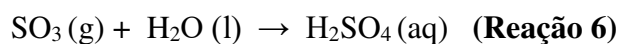
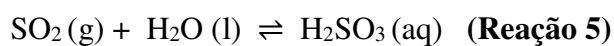
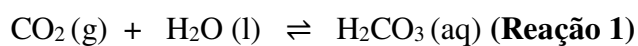
Etapa 3: Nesta etapa, o professor pode apresentar o conceito de óxidos, identificação a partir de fórmulas moleculares, informar aos alunos que as atividades industriais que utilizam combustíveis fósseis são as principais fontes de emissão de óxidos ácidos para a atmosfera. Entre os quais destacam-se, dióxido de carbono (CO_2), dióxido de enxofre (SO_2), trióxido de enxofre (SO_3) e o dióxido de nitrogênio (NO_2), conforme representado na ilustração (Figura 4).

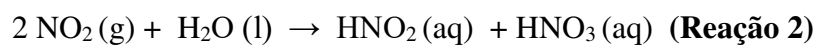
Figura 4: Esquema de formação da Chuva Ácida.



Disponível em: <<http://www.todamateria.com.br/chuva-acida/>> Acesso em: 12 de jun. 2022.

ETAPA 4: Nesta etapa, o professor pode representar as reações dos óxidos ácidos com a água, reações envolvidas na formação da Chuva Ácida.





SEGUNDO ENCONTRO

4.2. TÍTULO: Atividade experimental produção da chuva ácida; Atividade experimental reação entre água de bateria com materiais de mármore e pedra sabão

TEMPO DE DURAÇÃO: 100 minutos (2 aulas de 50 minutos cada)

CONTEÚDO ABORDADO

- Ácidos, óxidos e reações químicas

Objetivo

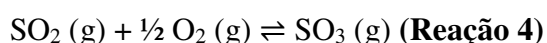
- Representar as reações de formação dos óxidos ácidos
- Representar as reações de formação da Chuva Ácida.
- Representar as reações do ácido sulfúrico (H_2SO_4) principal constituinte da Chuva Ácida com materiais de carbonato de cálcio (CaCO_3) e carbonato de sódio (Na_2CO_3).

RECURSOS DIDÁTICOS E MATERIAIS UTILIZADOS

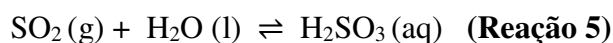
- Laboratório Científico

ESTRATÉGIAS METODOLÓGICAS

ETAPA 1: Nesta etapa, sugerimos a realização de duas atividades experimentais (Anexo 1 e 2). Na primeira, o objetivo é conscientizar os alunos que a emissão de gases industriais poluem a atmosfera. Com esta atividade experimental é possível demonstrar a participação do enxofre (S) em uma série de reações que levam a formação de ácidos, presentes na Chuva Ácida. Recomenda-se ainda debater com alunos os prejuízos provocados, como cada cidadão pode contribuir para reduzir os impactos causados pela elevada acidez da água da chuva. Nesta atividade experimental o professor pode fazer a demonstração das reações envolvidas na formação da Chuva ácida, a partir da reação da queima do enxofre, conforme reações representadas a seguir:



O ácido sulfuroso (H_2SO_3) e ácido sulfúrico (H_2SO_4) estão entre os principais ácidos presentes na chuva ácida. As reações de formação destes ácidos podem ser representadas durante o primeiro experimento, conforme apresentadas nas reações 5 e 6.



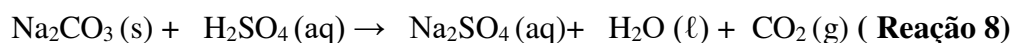
ETAPA 2: O objetivo da segunda atividade experimental (Anexo 2) é desenvolver nos alunos a capacidade de associar as reações entre a água de bateria (solução de ácido sulfúrico diluído a 30%), objetos de carbonato de cálcio (mármore), carbonato de sódio (pedra sabão) com as consequências provocadas nesses tipos de materiais pela Chuva Ácida. A partir dessa atividade experimental, pretendemos que os alunos consigam identificar e representar a reação do ácido sulfúrico, presente na Chuva Ácida com materiais de carbonato de cálcio (CaCO_3) e carbonato de sódio (Na_2CO_3). Essas reações são representadas na reação 6 e 7.

Reação entre ácido sulfúrico e carbonato de cálcio (mármore)



Nessa reação, ocorre a formação do sulfato de cálcio, que é o gesso ou giz escolar, e do ácido carbônico, que se converte em água e gás carbônico.

Reação entre ácido sulfúrico e pedra-sabão



Nessa reação, são formados o sulfato de sódio, que é um sal, e o ácido carbônico, que se converte em água e gás carbônico. O sal formado é bastante solúvel em água, assim, quando chove, o monumento é degradado ainda mais.

ETAPA 3: Após a realização das atividades experimentais, recomenda-se a aplicação de uma atividade de consolidação de aprendizagem (Anexo 3) com questões cobradas no Enem e/ou outros vestibulares, o conteúdo abordado nesta atividade envolve os ácidos, óxidos, reações presentes na formação da Chuva Ácida e as reações de ácidos com objetos formados de carbonato de cálcio e carbonato de sódio.

TERCEIRO ENCONTRO

4.3 TÍTULO: Introdução ao Júri Simulado

TEMPO DE DURAÇÃO: 100 minutos (2 aulas de 50 minutos cada)

CONTEÚDO ABORDADO

- Funcionamento do Tribunal de Júri

Objetivo

Propor uma atividade lúdica, o Júri Simulado, que possibilite aos alunos contextualizarem com a discussão a respeito da Remoção dos Doze Profetas de Aleijadinho, do Santuário Bom Jesus de Matosinhos, na cidade de Congonhas, Minas Gerais. As obras possuem o estilo Barroco, construídas em pedra-sabão pelo escultor Antônio Francisco Lisboa, O Aleijadinho.

RECURSOS DIDÁTICOS E MATERIAIS UTILIZADOS

- Computador

- Projetor de multimídia e/ou sala de vídeo

ESTRATÉGIAS METODOLÓGICAS

ETAPA 1: Inicialmente, recomenda-se ao professor apresentar um vídeo disponível no YouTube, produzido pelo Ministério Público Federal, “Conheça como funciona o tribunal de júri”.



Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=BDyOOTT1uAo>. Acesso em 21 de jun.2022

ETAPA 2: Após os estudantes se familiarizarem com o formato de um tribunal, sugere-se ao professor apresentar o tema que será debatido, mostrando duas reportagens envolvendo a Remoção dos Doze Profetas de Aleijadinho.



Disponível em: <https://g1.globo.com/jornal-nacional/noticia/2016/01/museu-em-congonhas-mg-vai-abrigar-acervo-de-aleijadinho.html>



Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=SLICVrYO2GY>

Após assistirem às reportagens, recomenda-se que o professor faça perguntas aos alunos a respeito de sua opinião.

ETAPA 3: Realização do sorteio para repartir as funções dos alunos durante a realização do Júri Simulado. O professor deve explicar aos alunos que o exercício de cada função no júri é de extrema importância, sendo que, o Juiz será o responsável por conduzir todo o roteiro da sessão. O professor deve orientar os participantes para elaborar um roteiro e fundamentar as falas que serão utilizadas durante o júri, levando em consideração a contextualização do conteúdo, fundamentação teórica e os experimentos realizados. Todos os alunos devem estar engajados na realização do Júri, uma vez que, os argumentos constituem às estratégias para convencer os jurados no momento da votação.

OBS: O professor deve observar a quantidade de alunos que iram participar do Tribunal de Júri, uma vez que, a quantidade de participantes pode variar de acordo com o número de alunos da turma.

A seguir temos um quadro com os principais envolvidos durante a realização do Júri Simulado.

Papel	Função
Juiz	Conduzir o Julgamento
Promotor	Defender o que acredita ser melhor para a sociedade
Advogado Favorável à Remoção dos Profetas	Apresentar argumentos favoráveis à remoção dos Profetas de Aleijadinho
Advogado Contrário à Remoção dos Profetas	Apresentar argumentos contrários à remoção dos Profetas de Aleijadinho
Testemunho Favorável à Remoção dos Profetas	Representar um cidadão de Congonhas que é a favor da remoção dos Profetas
Testemunho Contrário à Remoção dos Profetas	Representar um cidadão de Congonhas que é contrário à remoção dos Profetas
Jurados	Decidir se aceitam ou não pela remoção dos Profetas do Santuário
Plenária	Assistir ao Tribunal
Escrivão	Redigir tudo que ocorreu no tribunal

QUARTO ENCONTRO

4.4. TÍTULO: Visita ao Santuário Bom Jesus de Matosinhos e ao Museu de Congonhas

TEMPO DE DURAÇÃO: 200 minutos (6 aulas de 50 minutos cada)

CONTEÚDO ABORDADO

- Remoção dos Profetas de Aleijadinho do Santuário

Objetivo

- Realizar uma visita ao Santuário Bom Jesus de Matosinhos.

- Fazer com que os alunos estejam engajados nas discussões relacionadas aos Patrimônios Materiais e Imateriais da humanidade.

RECURSOS DIDÁTICOS E MATERIAIS UTILIZADOS

- Trabalho de Campo

ESTRATÉGIAS METODOLÓGICAS

ETAPA 1: Recomenda-se que antes da realização do Júri Simulado seja planejado uma visita de campo na cidade de Congonhas, no Santuário Bom Jesus de Matosinhos, entendemos que é importante para os alunos conhecerem as obras dos Doze Profetas de Aleijadinho. Durante esta visita, sugerimos que os alunos façam uma pesquisa para levantar informações a ser utilizadas durante o Tribunal de Júri. Nesta pesquisa, os alunos e/ou professor podem elaborar um questionário com perguntas para os moradores, apresentamos uma sugestão de questionário (Anexo 4). O foco do questionário é verificar o posicionamento dos habitantes da cidade, se

os mesmos são favoráveis ou não à remoção dos Profetas para abrigá-los no Museu. Outro cronograma da viagem é a visita ao Museu de Congonhas para conhecer o acervo ali presente.

QUINTO ENCONTRO

4.5. Título: Encenação do Júri Simulado

TEMPO DE DURAÇÃO: 100 minutos (2 aulas de 50 minutos cada)

CONTEÚDO ABORDADO

- Encenação Júri Simulado

Objetivo

Desenvolvimento de uma atividade lúdica que possibilite aos alunos desenvolver o pensamento crítico, tomada de decisões, possibilitando a argumentação e contra-argumentação.

RECURSOS DIDÁTICOS E MATERIAIS UTILIZADOS

- Computador
- Projetor de multimídia e/ou sala de vídeo

ESTRATÉGIAS METODOLÓGICAS

ETAPA 1: Recomenda-se ao professor iniciar o encontro apresentando as regras do Júri Simulado, objetivos da atividade.

ETAPA 2: O professor deve organizar a turma e autorizar o início do júri simulado.

ROTEIRO DO JÚRI SIMULADO

- Abertura do Tribunal do Júri pelo juiz, com a presença do promotor, advogados e escreventes.
 - O juiz pede aos assessores que proceda à chamada dos jurados que estão presentes.
 - Com a palavra, o promotor terá direito a ser favorável ou não a remoção dos Profetas.
 - Em seguida, é dada a palavra ao advogado favorável à remoção dos Doze Profetas do Santuário, para serem levados para o Museu.
 - Testemunho do morador favorável à remoção dos Profetas do Santuário para substituí-las por réplicas.
 - Em seguida, é dada a palavra do advogado contrário à remoção dos Profetas do Santuário.
 - Testemunho do morador contrário à remoção dos Profetas do Santuário.
 - O promotor e os advogados têm direito a réplica e tréplica.
 - O juiz passa a ler os quesitos que serão postos em votação.
 - Após ler os quesitos, o juiz indagará à acusação e à defesa se há algum requerimento ou reclamação a fazer, e se os jurados querem alguma explicação sobre os quesitos.
 - Se não houver nenhum pedido de explicação, o juiz convida os jurados, o escrivão, os assessores e os defensores a se dirigirem com ele à sala secreta.
 - Os jurados vão para a votação.
 - Após o encerramento da votação, o juiz lavrará a sentença.
 - Terminada a leitura da sentença, o juiz encerra a sessão com as seguintes palavras: “Agradeço aos senhores jurados a presença e o cumprimento do dever. Os senhores jurados estão dispensados. Agradeço também ao Dr. Promotor de Justiça, aos Drs. Defensores e aos serventuários da Justiça aqui presentes”. Finalmente, o juiz dirá: “Declaro encerrada a sessão”.
-

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este produto educacional tem como objetivo propor uma sequência didática para o ensino da Chuva Ácida e suas consequências quando em contato com monumentos. Sendo assim, foi utilizado como metodologia ativa o Júri Simulado adaptado à disciplina de Química do Ensino Médio, na qual essa discussão socioambiental poderá permitir que os discentes desenvolvam o senso crítico, a capacidade de argumentação, de debate, gerando assim a tomada de decisões durante o processo de construção do conhecimento científico. Tudo isso acontece com o aluno ao assumir seu lugar como protagonista no processo de aprendizagem, permitindo a formação de um sujeito ativo e atuante.

A fim de complementar os conteúdos e conhecimentos abordados nesta SD, recomenda-se a leitura dos artigos: “ *Gases ácidos na atmosfera: fontes, transporte, deposição e suas consequências para o ambiente*”; “*Estudos de Ácidos e Bases e o desenvolvimento de um experimento sobre a força dos Ácidos*”.

6 REFERÊNCIAS

ANASTASIOU, L. G. C. **Desafios da docência universitária em relação às bases teórico-metodológicas do ensino de graduação**. In: CUNHA, M. I., SOARES, R. S. e RIBEIRO, M. L. (orgs.). *Docência Universitária: profissionalização e práticas educativas*. Feira de Santana: UEFS Editora. p. 151-169. 2009.

BARBOSA, E. F.; MOURA, D. G. de. **Metodologias ativas de aprendizagem na educação profissional e tecnológica**. Boletim técnico do Senac. v. 39. n. 2. p. 48-67. 2013.

BARBOSA, E. A. O; ROSSE, C. G. **Júri simulado: prática de sensibilização de Educação Ambiental em sala de aula**. Revista Educação Pública, v. 20, nº 34, 8 de setembro de 2020. Disponível em: <https://educacaopublica.cecierj.edu.br/artigos/20/34/juri-simulado-pratica-de-sensibilizacao-de-educacao-ambiental-em-sala-de-aula>. Acesso em 13 de junho de 2022.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular Ensino Médio**. Brasília. 2018.

CARDOSO, R. K. O. A; SLINGARDI, H. M. T; CARDOSO, A. A. **Gases ácidos na atmosfera: fontes transporte, deposição e suas consequências para o meio ambiente**. Química Nova na Escola. v. 42. nº 4. p. 382- 385. nov. 2020. Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc42_4/12-EEQ-64-19.pdf> Acesso em 13 de jun. 2022.

FREITAS, W. P. S. E MÜNCHEN, S. **A proibição das sacolas plásticas: uma problemática desenvolvida em um júri simulado no ensino médio**. Revista Ciências e Ideias. v. 11. n. 1. p. 192-204. 2020.

G1. **Cetesb confirma que Chuva Ácida atingiu Cubatão após vazamento**. G1 Santos. 2015. Disponível em: <https://g1.globo.com/sp/santos-regiao/noticia/2015/01/cetesb-confirma-que-chuva-acida-atingiu-cubatao-apos-vazamento.html>. Acesso em 13 de jun.2022.

HISING, Ederson; LINJARDI, Fábio. **Chuva ácida e poluição matam peixes no Rio Pirapó, em Maringá, diz IAP** . G1 Paraná. Maringá. 2017. Disponível em: <https://g1.globo.com/pr/norte-noroeste/noticia/chuva-acida-e-poluicao-matam-peixes-no-rio-pirapo-diz-iap.ghtml>. Acesso em 02 de dez.2021.

LEÃO, M. F.; QUARTIERI, M. T.; MARCHI, M. I. **Julgamento simulado sobre aditivos alimentares como estratégia para aprofundar os conceitos químicos**. Destaques Acadêmicos. v. 5. n. 4. p. 105-113. 2013.

MITRE, S. M.; BATISTA, R.S.; MENDONÇA, J. M. G.; PINTO, N. M. M.; MEIRELLES, C. A. B.; PORTO, C. P.; MOREIRA, T.; HOFFMANN, L. M. A. **Metodologias ativas de ensino-aprendizagem na formação profissional em saúde: debates atuais**. Ciência e Saúde Coletiva. v. 12. n. 2. 2008.

OLIVEIRA, A.S.; SOARES, M.H.F.B. **Simulação de um júri para discussão de um problema ambiental**. Revista Química Nova na Escola. n. 21. 2005.

PAIVA, M. R. F.; PARENTE, J. R. F.; BRANDÃO, I. R.; QUEIROZ, A. H. B. **Metodologias ativas de ensino-aprendizagem: revisão integrativa**. Sanare. v. 15. n. 2. p. 145-153. 2016.

ROCHA, R. S.; CARDOSO, I. M. D.; MOURA, M. A. E. **O uso da gallerywalk como metodologia ativa em sala de aula: uma análise sistemática no processo de ensino- aprendizagem**. Revista Sítio Novo. v. 4. n. 1. 2020.

STUMPF, A.; OLIVEIRA, L. D. **Júri simulado: o uso da argumentação na discussão de questões sociocientíficas envolvendo radioatividade**. Experiências em Ensino de Ciências. v. 11. n. 2. 2016.

THENÓRIO, I. **Por que cebola faz chorar?** Vlog Manual do Mundo. 2014. Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=MfIU1w8zP_0&t=4s. Acesso em 30 de Nov.2021.

TEIXEIRA, M. A. C. **O Tema da Chuva Ácida Como Estratégia Para o Ensino de Ácidos e Bases**. (Monografia). Universidade de Brasília Instituto de Química. 2016.

WOLKE, R. L. **O que Einstein disse ao seu cozinheiro**. V. 2, Ed. Zahar, 2005.

ZAPP, E. *etal.* **Estudos de Ácidos e Bases e o desenvolvimento de um experimento sobre a força dos Ácidos**. Química Nova Escola. São Paulo-BR. v.37. n°4, p.278- 284, novembro de 2015. Disponível em: <http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc37_4/07-RSA-181-12.pdf> Acesso em: 13 de junho de 2022.

ANEXO 1

Roteiro de Atividade Experimental: Produção da Chuva Ácida

OBJETIVOS

Conscientizar o aluno de sua participação na emissão de gases poluentes que aumentam a acidez da atmosfera e, conseqüentemente, da chuva. Demonstrar a contribuição do SO_2 para o aumento da acidez na água de chuva e discutir sobre a formação da chuva ácida, os malefícios da emissão de SO_2 , o transporte desse gás, os prejuízos que a chuva ácida causa e como cada um pode contribuir para minimizar a acidez da chuva.

MATERIAS

- 1 vidro com tampa (como os de maionese ou café solúvel)
- enxofre em pó (1 colher de chá cheia)
- 4 fitas de papel tornassol azul (3 cm cada uma)
- 2 pétalas de flor colorida
- 1 colher de plástico
- 2 pedaços de fios de cobre (15 cm cada um)
- 1 caixa de fósforos
- 1 caneta

PROCEDIMENTO

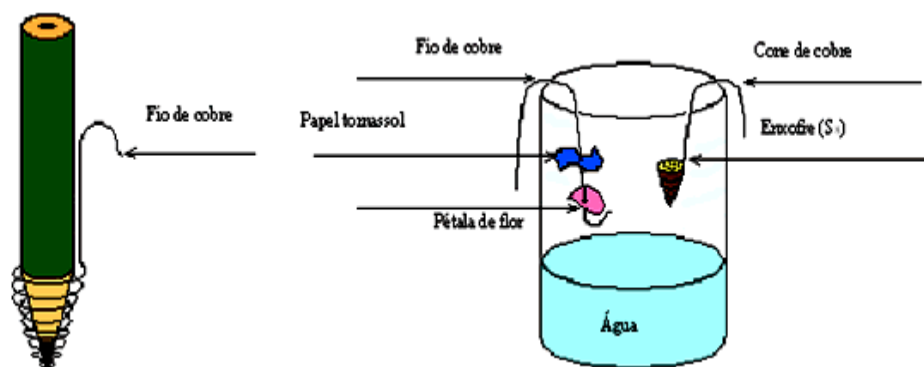
- Coloque uma fita de papel tornassol e uma pétala de flor na parte de dentro da tampa do vidro. Utilizando a colher de plástico, polvilhe um pouco do enxofre em pó sobre a fita e sobre a pétala (não utilize todo o enxofre,

apenas o suficiente para manchar parte do papel tornassol e da pétala de flor). Anote suas observações na tabela de resultados.

- Coloque cerca de 5 cm de água da torneira no vidro e com o auxílio da colher (limpa), retire um pouco de água e coloque sobre o enxofre que está sobre a pétala e o papel tornassol. Observe o que acontece com a água em contato com o enxofre e se houve alteração na cor do papel tornassol e na pétala. Anote suas observações. Jogue no lixo o material sólido da tampa e lave a tampa.

- Pegue uma nova fita de papel tornassol e o umedeça com água. Anote suas observações.

- Monte o seguinte esquema, coloque em uma das extremidades do fio de cobre uma nova pétala e um pouco separado coloque um novo papel tornassol azul. Na outra extremidade do fio, faça um pequeno gancho e pendure por dentro do vidro que já tem um pouco de água. Tome cuidado para que a pétala ou fita não entrem em contato com a água. Veja a ilustração.



Fonte: @expto.gif(555x192) usp.br

- Pegue o outro fio de cobre e enrole parte deste na ponta da caneta, formando um pequeno cone de cerca de 1 cm. Faça um pequeno gancho na outra ponta do fio, retire a caneta e encha o cone com enxofre em pó, com cuidado (use a colher). Pendure o fio de cobre por dentro do vidro (sem atingir a água).

- Posicione um fósforo aceso abaixo do cone para iniciar a queimar o enxofre e rapidamente retire o fósforo e tampe o vidro. Observe se o enxofre está realmente queimando. Aguarde 5 minutos e anote na tabela de resultados se houve mudança na coloração do papel e da pétala.

- Retire os fios de cobre de dentro do vidro rapidamente. Feche o vidro e agite a solução cuidadosamente.

- Umedeça nova fita de papel tornassol na água e anote suas observações.

OBS: O papel tornassol azul é de cor azul em meio neutro e básico e se torna rosa em meio ácido.

	OBSERVAÇÕES
Pétala + enxofre em pó	
Papel tornassol + enxofre em pó	
Pétala + enxofre em pó + água	
Papel tornassol + enxofre + água	
Papel tornassol + água	
Dióxido de enxofre + pétala	
Dióxido de enxofre + papel de tornassol	
Dióxido de enxofre + água	

QUESTÕES PARA DISCUSSÃO DA ATIVIDADE EXPERIMENTAL PRODUÇÃO DA CHUVA ÁCIDA

- 01)** Por que houve alteração na cor da pétala de rosa dentro do recipiente após a queima do enxofre?
- 02)** Escreva a equação da reação de combustão do enxofre (S) e a reação entre o gás produzido com a água.
- 03)** Por que após a combustão do enxofre o papel tornassol mudou de cor?
- 04)** O que vem causando o excesso de acidez na chuva de grandes cidades?
- 05)** Cite um problema ambiental devido a emissão de óxidos ácidos na atmosfera.
- 06)** O que você pode fazer para contribuir para minimizar a sua emissão de contaminantes para a atmosfera?

ANEXO 2

ROTEIRO DA ATIVIDADE EXPERIMENTAL REAÇÃO ENTRE ÁGUA DE BATERIA DIFERENTES MATERIAIS

OBJETIVOS

Realizar a reação entre solução de bateria (ácido sulfúrico diluído a 30%) e objetos de carbonato de cálcio e carbonato de sódio. Demonstrar para os alunos os efeitos ocasionados aos objetos compostos por carbonato de cálcio, feitos de mármore. Apresentar as reações ocorridas durante a realização do experimento. Discutir com os alunos os prejuízos que a chuva ácida causa ao meio ambiente e à sociedade.

MATERIAIS

- Solução de bateria 30%
- Objetos feitos de mármore
- Objetos feitos de metal
- Béqueres de 300 mL

PROCEDIMENTO

- Coloque em cada béquer 150 mL de solução de bateria
- Tire uma foto de cada objeto antes de colocado dentro da solução
- Insira os objetos dentro do recipiente com a solução de bateria
- Deixe o objeto no recipiente por um dia
- Retire o objeto tire novamente uma foto.

OBJETO	OBSERVAÇÕES

\

QUESTÕES PARA DISCUSSÃO DA ATIVIDADE EXPERIMENTAL REAÇÃO ENTRE A ÁGUA DE BATERIA E MATERIAIS DE MÁRMORE E FERRO

- 01)** O que ocorreu com os objetos de mármore ao serem colocados na solução de bateria (H_2SO_4)?
- 02)** Escreva a equação da reação que ocorre entre a solução de bateria (H_2SO_4) e objeto de mármore (CaCO_3) e dê o nome dos produtos formados.
- 03)** Escreva a equação da reação que ocorre entre a solução de bateria (H_2SO_4) e objeto de pedra sabão e dê o nome dos produtos formados.
- 04)** De acordo com os resultados observados no experimento cite as principais características dos ácidos.

ANEXO 3

ATIVIDADES COMPLEMENTARES

A seguir são apresentadas sugestões de questões que podem ser utilizadas para resolução com os alunos durante a SD.

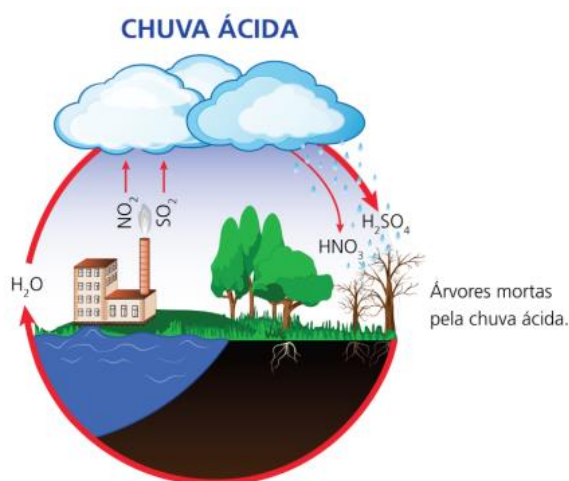
- 01)** (STUDOS)

CHUVA ÁCIDA

A chuva ácida é um fenômeno causado pela poluição da atmosfera. Ela pode acarretar muitos problemas para as plantas, animais, solo, água, construções e, também, às pessoas. A chuva ácida reage com metais e carbonatos, atacando muitos materiais usados na construção civil, como mármore e calcários. Os óxidos de enxofre (SO_2 e SO_3) e de nitrogênio (N_2O , NO e NO_2) presentes na atmosfera formam ácidos fortes, aumentando a acidez da água da chuva.

MAIA, D. J. et al. Chuva ácida: um experimento para introduzir conceitos de equilíbrio químico e acidez no Ensino Médio. *Revista Química Nova na Escola*, nº 21, maio, 2005, p. 44-46. Disponível em: <<https://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc21/v21a09.pdf>> Acesso em: 28 jun. 2021.

A figura mostra esquematicamente como ocorre a formação da chuva ácida:



©Designua/Shutterstock.

Considerando que os principais ácidos da chuva ácida são o ácido sulfúrico (H_2SO_4) e o ácido nítrico (HNO_3), esses ácidos são formados pela reação entre os óxidos ácidos citados no texto com

- A) moléculas de água presentes na atmosfera como, por exemplo, nas nuvens.
- B) carbonatos presentes nas estruturas (mármore) que são corroídas pela chuva ácida.
- C) metais que estão presentes nas construções e nos monumentos, corroendo essas estruturas.
- D) vapores de substâncias ácidas que são eliminadas pelas chaminés das indústrias.

E) com hidróxido de sódio utilizado, principalmente, em indústrias que produzem sabões.

02) (ENEM 2011) “Em 1872, Robert Angus Smith criou o termo “chuva ácida”, descrevendo precipitações ácidas em Manchester após a Revolução Industrial. Trata-se do acúmulo demasiado de dióxido de carbono e enxofre na atmosfera que, ao reagirem com compostos dessa camada, formam gotículas de chuva ácida e partículas de aerossóis. A chuva ácida não necessariamente ocorre no local poluidor, pois tais poluentes, ao serem lançados na atmosfera, são levados pelos ventos, podendo provocar a reação em regiões distantes. A água de forma pura apresenta pH 7, e, ao contatar agentes poluidores, reage modificando seu pH para 5,6 e até menos que isso, o que provoca reações, deixando consequências”.

Disponível em: <http://www.brasilecola.com>. Acesso em: 18 maio 2010 (adaptado).

O texto aponta para um fenômeno atmosférico causador de graves problemas ao meio ambiente: a chuva ácida (pluviosidade com pH baixo). Esse fenômeno tem como consequência:

A) a corrosão de metais, pinturas, monumentos históricos, destruição da cobertura vegetal e acidificação dos lagos.

B) a diminuição do aquecimento global, já que esse tipo de chuva retira poluentes da atmosfera.

C) a destruição da fauna e da flora, a redução dos recursos hídricos, com o assoreamento dos rios.

D) as enchentes, que atrapalham a vida do cidadão urbano, corroendo, em curto prazo, automóveis e fios de cobre da rede elétrica.

E) a degradação da terra nas regiões semiáridas, localizadas, em sua maioria, no Nordeste do nosso país.

03) (ENEM 1998) Um dos problemas ambientais decorrentes da industrialização é a poluição atmosférica. Chaminés altas lançam ao ar, dentre outros materiais, o dióxido de enxofre (SO_2), que pode ser transportado por muitos quilômetros em poucos dias. Dessa forma, podem ocorrer precipitações ácidas em regiões distantes, causando vários danos ao meio ambiente (chuva ácida).

Um dos danos ao meio ambiente diz respeito à corrosão de certos materiais. Considere as seguintes obras:

I. monumento de Itamatari- Brasília (mármore).

II. esculturas de Aleijadinho- MG (pedra sabão, contém carbonato de cálcio).

III. grades de ferro ou alumínio de edifícios.

A ação da chuva ácida pode acontecer em:

- A) I apenas.
- B) I e II apenas.
- C) I e III apenas.
- D) II e III apenas.
- E) I, II e III.

04) (PUC-PR) A emissão de óxidos ácidos para a atmosfera vem crescendo cada vez mais nas últimas décadas. Eles podem ser emitidos através de fontes naturais, tais como a respiração vegetal e animal, erupções vulcânicas e decomposição de restos vegetais e animais. No entanto, o fator agravante é que alguns óxidos ácidos são liberados também na combustão de combustíveis fósseis, como os derivados do petróleo (gasolina, óleo diesel etc.). FOGAÇA. J. Óxidos e chuva ácida. Brasil Escola.

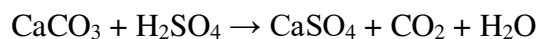
Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/o-que-e/quimica/o-que-e-chuva-acida.htm>. Acesso: 20 de novembro 2021.

Sobre óxidos ácidos e suas implicações ambientais, é CORRETO afirmar que:

- A) óxidos ácidos são substâncias formadas principalmente, pelo enxofre e pelo nitrogênio e que, ao entrarem em contato com a água, reagem formando ácidos, por exemplo, sulfuroso, sulfúrico, nítrico e nitroso.
- B) O gás carbônico (CO_2) e o monóxido de carbono (CO) são exemplos de óxidos que reagem com a água, formando ácidos.
- C) óxidos ácidos são substâncias iônicas, formadas pela ligação de metais (principalmente alcalinos e alcalinos terrosos) com o oxigênio.
- D) O trióxido de enxofre neutraliza o hidróxido de sódio na proporção molar de 1:1.
- E) A chuva ácida é a responsável direta pelo fenômeno conhecido como efeito estufa, cujo agravamento eleva as temperaturas médias de nosso planeta.

05) (UNAMA-PA) Um dos problemas causados pela chuva ácida é o dano causado nos monumentos históricos. O ácido sulfúrico, presente na chuva ácida, age sobre os monumentos de mármore, provocando uma reação química na qual se forma gesso, gás carbônico e água. Como o gesso é solúvel em água, as chuvas

subsequentes provocam a erosão desses monumentos danificando-os. A equação química abaixo representa graficamente este processo químico. Observe-o e assinale a alternativa que apresenta as nomenclaturas científicas do mármore e do gesso, respectivamente.



- A) Carbonato de cálcio e sulfato de cálcio.
- B) Carbonato de cálcio e sulfeto de cálcio.
- C) Carbonito de cálcio e sulfato de cálcio.
- D) Carbeto de cálcio e sulfito de cálcio.
- E) Carbonato de carbono e sulfato de enxofre

06) A presença na atmosfera de óxidos como $\text{CO}_2(\text{g})$, $\text{NO}_2(\text{g})$, $\text{SO}_2(\text{g})$ e $\text{SO}_3(\text{g})$ pode ser responsável pela acidez da água da chuva, contribuindo para o fenômeno da chuva ácida. Os ácidos formados respectivamente com a interação desses óxidos com água são:

- A) H_2CO_3 , HNO_3 , H_2SO_3 e H_2SO_4 .
- B) HCO_2 , HNO_3 , H_2SO_3 e H_2SO_4 .
- C) H_2CO_2 , HNO_2 , H_2SO_3 e H_2S .
- D) H_2CO_3 , HNO_3 , HSO e HSO_2 .
- E) HCO , HNO_3 e HSO e H_2SO_5 .

ANEXO 4**PESQUISA DE OPINIÃO**

01) Quantos anos você têm?

- () Maior que 20 anos
- () Entre 20 e 30 anos
- () Entre 30 e 40 anos
- () Entre 40 e 50 anos
- () Acima de 50 anos

02) Você mora em Congonhas.

Não () Sim () Há quantos anos _____.

03) Com frequência surgem debates nas mídias considerando a possibilidade de remover os Profetas de Aleijadinho do Santuário e abrigá-los no Museu de Congonhas. Diante da deterioração natural, ação de bactérias, fungos e vandalismo, acredita-se que o local recomendado para os Profetas não seria o Santuário. Estes poderiam ser substituídos por réplicas, garantindo assim a sua preservação.

Você é a favorável à remoção dos Profetas? Por quê?

04) Você considera que a religiosidade e o turismo seriam afetados se os Profetas fossem levados para o Museu de Congonhas? Por quê?

05) Você considera que o Patrimônio histórico e cultural deve ser preservado para gerações futuras. Por quê?