



FORMAÇÃO DA CHUVA ÁCIDA: UMA PROPOSTA EXPERIMENTAL PARA O ENSINO DA FUNÇÃO ÁCIDO EM QUÍMICA INORGÂNICA¹

ACID RAIN FORMATION: AN EXPERIMENTAL PROPOSAL FOR THE TEACHING OF ACID FUNCTION IN INORGANIC CHEMISTRY

Leandro José Dias Gonçalves de Oliveira²

Submetido em: 16/04/2021

e24206

Aprovado em: 15/05/2021

RESUMO

A chuva ácida é um fenômeno químico recorrente em grandes centros industriais e com tráfego intenso, capaz de alterar significativamente os ecossistemas e causar deterioração tanto em estruturas quanto em espécies vegetais. No entanto, é um ótimo tema para se introduzir o conceito de ácidos em química inorgânica e trabalhar de forma concomitante as questões ambientais. O presente estudo tem como objetivo descrever os resultados observados em uma aula da disciplina de química inorgânica realizada em uma escola técnica do Médio-Piracicaba, onde utilizou-se a experimentação como recurso para a introdução do conteúdo proposto. Os resultados permitiram confirmar que a experimentação baseada em uma questão do mundo real, pode contribuir para uma melhor contextualização e, também, permitir uma formação conceitual mais sólida. Além disso, trabalhar o tema proposto possibilitou a formação de opinião crítica e senso de responsabilidade ambiental dos estudantes. Após a aula, eles foram capazes de identificar a origem e formação da chuva ácida, bem como as principais reações envolvidas no processo.

PALAVRAS-CHAVE: Experimentação. Chuva ácida. Ácidos. Meio ambiente. Poluição atmosférica.

ABSTRACT

Acid rain is a recurrent chemical phenomenon in large industrial centers with heavy traffic, capable of significantly altering ecosystems and causing deterioration in both structures and plant species. However, it is a great theme to introduce the concept of acids in inorganic chemistry and work concomitantly with environmental issues. The present study aims to describe the results observed in a class of the discipline of inorganic chemistry held in a technical school of the Middle-Piracicaba, where the experimentation was used as a resource for the introduction of the proposed content. The results allowed us to confirm that experimentation based on a real-world issue can contribute to a better contextualization and also allow a more solid conceptual formation. In addition, working on the proposed theme allowed the formation of critical opinion and a sense of environmental responsibility of the students. After class, they were able to identify the origin and formation of acid rain, as well as the main reactions involved in the process.

KEYWORDS: Experimentation. Acid rain. Acids. Environment. Air pollution.

¹ Artigo desenvolvido como requisito para cumprimento de créditos do Mestrado Internacional em Química – Integralize Corporation, 2021/1, sob orientação do professor Hélio Sales Rios.

² Discente do Programa de Integralização de Créditos Educacionais – Integralize Corporation. Graduado em Química pela UNIUBE. Especialista em Ensino de Química e em Gestão Ambiental pela UCAM. Especialista em Educação em Ciências pela UFMG.



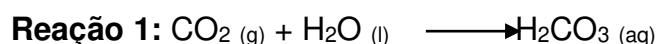
RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

FORMAÇÃO DA CHUVA ÁCIDA: UMA PROPOSTA EXPERIMENTAL PARA O ENSINO
DA FUNÇÃO ÁCIDO EM QUÍMICA INORGÂNICA
Leandro José Dias Gonçalves de Oliveira

INTRODUÇÃO

A todo momento estão acontecendo diversas reações químicas no meio ambiente que, além de interferirem nos ciclos biogeoquímicos, refletem na qualidade de vida do homem.

Decorrente da poluição atmosférica, a chuva ácida é uma precipitação com pH (potencial hidrogeniônico) mais baixo que o normal. Pires e Cruz (2011, p. 63) apontaram a precipitação ácida como tendo pH abaixo de 5,6, em decorrência da dissolução do dióxido de carbono, formando ácido carbônico (Reação 1). Já Callegaro (2015, p. 14), considerou ácida a precipitação com $\text{pH} < 5$.



“Os estudos sobre a acidez das chuvas têm sido aprofundados principalmente em regiões mais industrializadas (MARQUES, *et al.*, 2006). E, concomitantemente, há preocupação com o efeito estufa aumentando, que ocasiona o aquecimento global, uma vez que os mesmos gases formadores da chuva ácida, estão envolvidos nesse fenômeno.

“Apesar dos notáveis avanços obtidos nas últimas décadas em direção a um ambiente com ar mais limpo, [...], os atuais níveis de poluição [...] continuam a se mostrar danosos à saúde” (GOUVEIA, *et al.*, 2006).

As aulas de química inorgânica são uma excelente oportunidade para tratar sobre a poluição atmosférica, pois permitem estabelecer fronteiras intradisciplinares com a química ambiental e interdisciplinares com a biologia, por exemplo.

A realização de experimentos permite que o estudante estabeleça relações entre a teoria e a prática. O uso de recursos como a experimentação favorece o processo de ensino-aprendizagem, permitindo ao estudante melhor assimilação do conteúdo, o despertar de um senso crítico e, principalmente, a sistematização de conceitos relevantes de forma contextualizada.

Este artigo objetiva, justamente, apresentar os resultados de uma aula experimental em Química Inorgânica I, realizada por estudantes do Curso Técnico de Química de uma escola técnica do Médio-Piracicaba.

A aula visava introduzir o estudo sobre a função química “ácido”, despertando, ao final, um olhar crítico para a questão da poluição atmosférica e a conscientização ambiental dos estudantes, estratégia pela qual a teoria foi introduzida. Após a aula, os estudantes foram capazes de identificar a origem e formação da chuva ácida, bem como conhecer as principais reações envolvidas no processo.



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

FORMAÇÃO DA CHUVA ÁCIDA: UMA PROPOSTA EXPERIMENTAL PARA O ENSINO
DA FUNÇÃO ÁCIDO EM QUÍMICA INORGÂNICA
Leandro José Dias Gonçalves de Oliveira

METODOLOGIA

Trata-se de uma pesquisa exploratória qualitativa, de cunho experimental e investigativo, onde relatou-se o resultado de uma aula experimental da disciplina de Química Inorgânica I, realizada em uma escola técnica do Médio-Piracicaba /MG.

Como forma de introduzir o assunto pretendido, escolheu-se um experimento intitulado “Formação da Chuva Ácida”. Foi passado aos estudantes o roteiro dos procedimentos, sem muitas informações teóricas sobre o assunto que seria introduzido.

Em uma aula anterior foi pedido aos estudantes para que trouxessem alguns dos materiais que seriam utilizados na experimentação, sendo eles: um frasco de maionese limpo e com tampa, uma colher de chá de metal, um repolho roxo (um para a turma), uma rolha e um pedaço de arame (aproximadamente 30 cm). Os demais itens foram disponibilizados pela escola, sendo eles: palitos de fósforo, bico de Bunsen, fita indicadora universal e enxofre em pó.

O referencial teórico foi amparado por publicações científicas nacionais presentes nas bases SciELO e Google Scholar, e livros que abordavam o tema. O critério de exclusão para os artigos foi a leitura dos resumos e, para os livros, foi a busca pela citação do conteúdo através do índice. Assim, somente foram utilizados na composição do referencial os materiais mais ligados ao tema proposto.

Procedimento Experimental

Para a construção do aparato (Figura 1), foi entortada uma colher de metal de modo que a ponta arredondada e o cabo ficassem aproximadamente a 90° e, em volta do cabo enrolou-se o fio de arame. Fez-se um furo central na tampa do frasco, de modo a dar passagem ao arame. Através da outra extremidade do arame colocou-se uma rolha, para evitar projeções pelo buraco da tampa.



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

FORMAÇÃO DA CHUVA ÁCIDA: UMA PROPOSTA EXPERIMENTAL PARA O ENSINO
DA FUNÇÃO ÁCIDO EM QUÍMICA INORGÂNICA
Leandro José Dias Gonçalves de Oliveira



Figura 1 – Aparato experimental feito pelos estudantes. Fonte: Foto tirada pelo autor.

Foi colocado dentro do frasco, extrato de repolho roxo (pouco menos da metade) (Figura 2), que havia sido extraído previamente, por meio da fervura das folhas em água. Imergiu-se a fita indicadora universal na solução para constatar se o meio apresentava caráter ácido ou básico.



Figura 2 – Recipiente com extrato de repolho roxo. Fonte: Foto tirada pelo autor.

Colocou-se uma porção de enxofre em pó na colher (Figura 3). Aqueceu-se a colher no bico de Bunsen até que o enxofre começasse a liberar fumaça, proveniente do processo de combustão.



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

FORMAÇÃO DA CHUVA ÁCIDA: UMA PROPOSTA EXPERIMENTAL PARA O ENSINO
DA FUNÇÃO ÁCIDO EM QUÍMICA INORGÂNICA
Leandro José Dias Gonçalves de Oliveira



Figura 3 – Adição de enxofre em pó. Fonte: Foto tirada pelo autor.

Rapidamente, colocou-se a colher dentro do frasco e fechou-se a tampa. O restante do fio que sobrou além da rolha serviria para regular a altura da colher, pois a mesma não deveria esbarrar na solução de repolho roxo. Agitou-se o frasco em forma circular (sem molhar a colher) depois do aparecimento dos primeiros resultados. Após o término da reação, imergiu-se outra fita indicadora universal na solução para novamente constatar se a acidez ou basicidade do meio havia alterado.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Antes do experimento os estudantes já tinham conhecimento da função da fita indicadora universal de pH, utilizada também nas aulas de outras disciplinas do curso. No entanto, estavam acostumados apenas ao uso de fenolftaleína como forma de identificar o caráter ácido ou básico de uma solução. Portanto, o uso de repolho roxo como indicador universal foi algo novo para a maioria.

O conhecimento de ácidos e bases que os estudantes tinham era muito superficial, não sendo suficiente para compreender o conteúdo de maneira mais profundamente. Apenas tinham um conceito formado de que soluções ácidas apresentariam pH menor que 7 e, soluções básicas, acima de 7. Não sabiam nem mesmo como os ácidos eram formados.

Antes de introduzir o experimento, foram levantados os seguintes questionamentos: “porque em grandes centros industriais e urbanos nota-se a deterioração de estátuas, de carros e estruturas metálicas e, nas proximidades rurais, a destruição das plantações? São fenômenos



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

FORMAÇÃO DA CHUVA ÁCIDA: UMA PROPOSTA EXPERIMENTAL PARA O ENSINO
DA FUNÇÃO ÁCIDO EM QUÍMICA INORGÂNICA
Leandro José Dias Gonçalves de Oliveira

químicos? São fenômenos naturais? Há alguma solução para este problema?”

Alguns estudantes responderam de maneira acertada “– é por causa da chuva ácida”. Todos concordaram que era um fenômeno químico. Indagando-os de volta, “– então chovem ácidos? Há ácidos nas nuvens?” Os estudantes não sabiam explicar a origem do fenômeno ou como ele ocorria. E, partindo-se das lacunas conceituais, iniciou-se o experimento. Em primeiro lugar, utilizou-se a fita indicadora de pH para identificar-se o caráter acidobásico da solução.

A fita indicadora universal serve para apontar, de forma qualitativa, se um meio está ácido ou básico. Quando se imergiu uma tira da fita na solução de repolho roxo, a mesma revelou um caráter levemente básico. Procedeu-se, então, à queima do enxofre, cuja combustão liberou uma densa fumaça (Figura 4), reação essa decorrente da combustão do reagente em pó (Reação 2), onde houve formação de dióxido de enxofre.

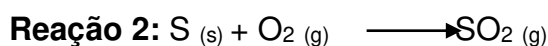


Figura 4 – Combustão do enxofre. Fonte: Foto tirada pelo autor.

A medida o denso gás tomava conta do frasco, a solução de repolho começou a ficar mais clara. Os estudantes ficaram focados, apreensivos, esperando para ver o que aconteceria em seguida. Inferiram que o gás liberado da combustão havia reagido com a solução aquosa de repolho, causando a descoloração gradual de roxo à uma tonalidade entre vermelho e rósea (Figura 5).



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

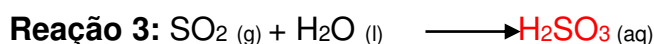
FORMAÇÃO DA CHUVA ÁCIDA: UMA PROPOSTA EXPERIMENTAL PARA O ENSINO
DA FUNÇÃO ÁCIDO EM QUÍMICA INORGÂNICA
Leandro José Dias Gonçalves de Oliveira

Questionou-se aos estudantes qual seria a possível reação. Alguns responderam “– o gás entrou na solução e reagiu.” A grosso modo, a resposta não estaria errada, mas notou-se a carência que tinham em termos de linguagem química. Era necessário construir conceitos químicos adequados. Então, à medida que o experimento caminhava, as reações eram escritas na lousa, para que, a partir delas, discussões pudessem ser geradas.



Figura 5 – Combustão do enxofre. Fonte: Foto tirada pelo autor.

Voltou-se à lousa, onde as reações estavam sendo esquematizadas com o andar do experimento. Partindo-se da resposta dada pela maioria, montou-se a equação da formação de ácido sulfuroso (Reação 3):



Agitou-se o frasco de maneira circular (sem chacoalhar) até que a fumaça densa “desaparecesse”, permitindo sua dissolução na solução, mantendo o descoro da mesma. Após “desaparecer” toda a fumaça, abriu-se o frasco para imergir uma nova fita indicadora de pH. A solução apresentava intensa coloração vermelha, cujo caráter ácido foi confirmado após a imersão da segunda fita de pH.

Notou-se que, mesmo vedado com a rolha, o frasco exalou um cheiro de “ovo/carne podres”, característico dos sistemas reacionais envolvendo enxofre, mas que se acentua



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

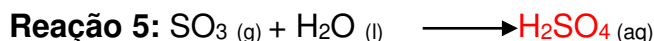
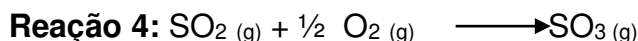
FORMAÇÃO DA CHUVA ÁCIDA: UMA PROPOSTA EXPERIMENTAL PARA O ENSINO
DA FUNÇÃO ÁCIDO EM QUÍMICA INORGÂNICA
Leandro José Dias Gonçalves de Oliveira

consideravelmente em reações onde há formação de ácido sulfídrico (H₂S). Como a reação foi feita utilizando-se pequena quantidade de enxofre e, em sistema fechado, não se utilizou a capela de exaustão.

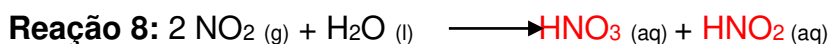
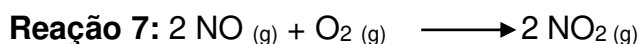
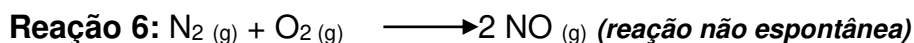
Os estudantes tiveram maior certeza de que o gás liberado havia reagido com a solução, pois não tinha como “desaparecer” dentro do frasco. A solução havia mudado de cor com o “desaparecimento” do gás e, também, a fita indicadora apontou para valores da escala ácida, o que permitiu dizerem que o produto formado da reação seria um ácido.

Foi explicado que o experimento realizado simularia a formação da chuva ácida que todos já tinham ouvido falar, onde o gás formado seria o mesmo presente na atmosfera e a solução de repolho representaria a água nela presente. O extrato de repolho, por sua cor, foi utilizado como alternativa à fenolftaleína para que os estudantes pudessem perceber a reação, uma vez que, na natureza, isso não era perceptível.

Buscando ampliar a visão dos estudantes quanto à formação de ácidos, explicou-se que a níveis atmosféricos acontecem um número maior de reações semelhantes e, conseqüentemente, maior produção de ácidos. O enxofre, por exemplo, pode sofrer oxidação (Reação 4) e, reagindo com água, formar ácido sulfúrico (Reação 5).



Analogamente, os gases nitrogênio e oxigênio moleculares podem reagir formando monóxido de nitrogênio (Reação 6), que, por sua vez, pode ser oxidado na atmosfera, produzindo o dióxido de nitrogênio (Reação 7). O gás final reage com moléculas de água do ar, produzindo ácidos nítrico e nitroso (Reação 8).



À medida que as reações eram escritas na lousa, os ácidos eram marcados em cor vermelha. Ao final, questionou-se aos estudantes o que as substâncias gravadas em vermelho tinham em comum e, ainda, o que havia de semelhante nas reações que formaram aquelas substâncias.

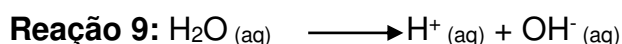
Alguns responderam que eram ácidos, mas sem conseguirem ir além disso. Houve alunos que disseram “– toda fórmula que começa com H é ácido”. Explicou-se, que aquele



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

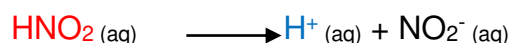
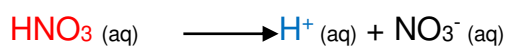
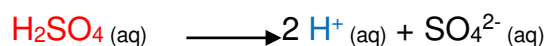
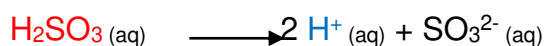
FORMAÇÃO DA CHUVA ÁCIDA: UMA PROPOSTA EXPERIMENTAL PARA O ENSINO
DA FUNÇÃO ÁCIDO EM QUÍMICA INORGÂNICA
Leandro José Dias Gonçalves de Oliveira

conceito precisava ser desfeito, pois não poderiam generalizar essa afirmação. Por exemplo, a equação iônica simples da água, H_2O , (Reação 9), apresenta tanto o íon H^+ quanto o íon OH^- . Porém, ela não é um ácido nem uma base.



Existem substâncias anfóteras, ou seja, neutras, mas com capacidade de reagir tanto com ácidos quanto com bases e, ainda, apresentar comportamento tanto de ácidos quanto de bases, dependendo do meio reacional.

Sugeriu-se, então, que separassem os íons dessas substâncias em equações iônicas, onde grifaram-se os íons H^+ de azul.



Feito isso, todos perceberam que, em comum, com base nas reações iônicas e, em meio aquoso, as substâncias formadas liberavam íons H^+ , o que é característico das substâncias ácidas, uma vez que é a quantidade desses íons presentes na solução que determina o pH da mesma. Em seguida, fazendo comparação com as reações que originaram essas substâncias, percebeu-se que, em todas, os ácidos foram formados a partir da reação entre um óxido e água.

Neste momento, vários estudantes fizeram uma rápida assimilação entre a observação das reações e o experimento realizado. Assim, compreenderam que foi a reação entre o gás formado e a água presente na solução que originou um dos ácidos de enxofre que ocorre na chuva ácida.

Foi indagado aos estudantes “– o que acontece quando jogamos ácido em alguma coisa, principalmente se forem fortes?”. Os estudantes responderam “– vai corroer.” Eles perceberam, então, que os fenômenos de corrosão apontados no início da aula eram decorrentes da ação desses ácidos presentes na chuva. E, se a ocorrência desse fenômeno químico é maior em grandes centros, deduziram que esses gases são provenientes, na maior parte, das atividades industriais e uso de automóveis, apontando que eram gases poluentes.

“A chuva ácida é um fenômeno químico provocado por grandes quantidades de óxidos ácidos poluentes” (SANTOS *et al.*, 2019). As precipitações ácidas podem ser fenômenos naturais ou antropogênicos (CARMO *et al.*, 2016, p. 394). E Cardoso, Silingardi e Cardoso (2020, p. 383) destacaram que “a composição da atmosfera está sendo modificada pelo aumento dos gases



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

FORMAÇÃO DA CHUVA ÁCIDA: UMA PROPOSTA EXPERIMENTAL PARA O ENSINO
DA FUNÇÃO ÁCIDO EM QUÍMICA INORGÂNICA
Leandro José Dias Gonçalves de Oliveira

ácidos, principalmente devido à ação humana”.

“A chuva ácida é o resultado de um processo atmosférico de solubilização de gases e partículas com caráter ácido pelas gotículas de água que formam as nuvens. Como resultado, ocorre um aumento da concentração de íons H^+ dissolvidos nas gotículas de água das nuvens” (CARDOSO, SLLINGARDI & CARDOSO, 2020, p. 382).

Os principais gases com propriedades ácidas são: SO_2 , NO_2 e CO_2 . Em geral, quanto maior o caráter ácido de um óxido, mais será sua solubilidade em água (CARDOSO, SLLINGARDI & CARDOSO, 2020, p. 383).

Portanto, apontou-se para os estudantes que a ocorrência deste fenômeno também existe de forma natural, através dos ciclos biogeoquímicos, mas em menor proporção do que por meio da ação humana. Cònsul *et al.*, (2004, p. 432) ressaltaram que desmatamentos, queima de biomassa, atividades vulcânicas e, até mesmo atividades bacterianas, também são responsáveis pela liberação de gases de nitrogênio na atmosfera.

Corroborando, Pires e Cruz (2011, pp. 52-62) apontaram que uma parte do CO_2 encontrado na atmosfera é proveniente da decomposição de moléculas orgânicas dos seres vivos e, também, dos processos de fotossíntese. Já o nitrogênio, pode ser encontrado na natureza na forma de nitratos, sendo fixados por bactérias, cianobactérias e fungos. E, no caso do enxofre, por de ser liberado na atmosfera em decorrência de atividades vulcânicas, por exemplo.

Silva e Vieira (2017, p. 170) destacaram as queimadas de combustíveis fósseis na geração de energia e processos extrativistas como potenciais geradores de efluentes atmosféricos. Dentre os gases emitidos na atmosfera podemos destacar CFCs, monóxido de carbono (CO), dióxidos de carbono e enxofre (CO_2 e SO_2) e os diversos óxidos de nitrogênio.

Martin e Martin (2020 p. 88) chamaram a atenção, para os materiais particulados, que são “todo tipo de material que esteja suspenso na atmosfera, ou seja, poeiras, fumaças, neblina e aerossóis”, também provenientes de automóveis e indústrias.

“[...] o lançamento de poluentes no ambiente promove implicações sociais e econômicas de curto prazo. Os vários poluentes contribuem para desequilíbrios ambientais, mas a poluição atmosférica assume o protagonismo [...]” (SILVA & VIEIRA, 2017, p. 168).

Segundo Dapper, Spohr e Zanini (2016, p. 84) a poluição advinda da intensa atividade industrial e automobilística não provocam danos somente ao meio ambiente e na agricultura, “mas na saúde da população, gerando impactos negativos nas perspectivas econômica e social”.

Martin e Martin (2020, pp. 88-9) destacam alguns prejuízos causados pela chuva ácida, como “a erosão de monumentos, corrosão de metais, alteração da composição dos solos e desestabilização das cadeiras alimentares, já que destroem também florestas e lavouras”.

Para Atkins e Jones (2012, p. 423) ácidos e bases são as funções mais importantes da química, uma vez que “participam de um número imenso de reações e procedimentos analíticos



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

FORMAÇÃO DA CHUVA ÁCIDA: UMA PROPOSTA EXPERIMENTAL PARA O ENSINO
DA FUNÇÃO ÁCIDO EM QUÍMICA INORGÂNICA
Leandro José Dias Gonçalves de Oliveira

nos laboratórios, na indústria, e nos organismos vivos”.

Frisou-se com os estudantes a importância de se conhecer as substâncias químicas e suas características, principalmente as que estão mais presentes em nossas vidas e que diretamente influenciam no meio ambiente.

“Classificar as substâncias como ácidos e bases é algo importante desde os tempos antigos. Um objetivo antigo da química é organizar as reações usando modelos que representam as tendências e fazer uma introspecção sobre quais propriedades dos reagentes são pré-requisitos para uma alteração química” (MIESSLER, FISCHER & TARR, 2014, p. 167).

Com objetivo análogo ao do experimento realizado por esta turma, há outras formas de apresentar o conteúdo, fazendo pequenas alterações no roteiro e utilizando outros materiais alternativos. Por exemplo, há experimentos que utilizam apenas flores, no lugar da solução de repolho roxo, com intuito de mostrar os efeitos da reação do gás formado quando em contato a água presente nelas, queimando-as; outros utilizam palitos de fósforo dentro de soluções de fenolftaleína, demonstrando que o gás liberado da queima da cabeça do palito (que contém enxofre) reage com a solução etc.

“Tradicionalmente, no ensino básico, os conteúdos químicos são reproduzidos de livros didáticos (quando o são), de uma forma desvinculada da realidade dos estudantes e com resoluções mecânicas de exercícios” (OLIVEIRA, SILVA & MELO, 2020, p. 109). E, na visão de Oliveira, Silva e Melo (2020, p. 110) “o ensino de química brasileiro ainda segue, em muitos casos, padrões tradicionalistas. Na maioria das vezes as aulas são expositivas”.

O que é interessante destacar, é a criatividade e a gama de possibilidades que a experimentação em química permite com a utilização de materiais alternativos. Problematizar o processo de ensino-aprendizagem é muito importante, principalmente no ensino de disciplinas relacionadas às ciências, pois ajuda a potencializar os resultados positivos desse processo. A problematização através do ensino investigativo desperta no estudante um olhar crítico voltado não somente para a disciplina em si, mas para a sociedade, para o ambiente e para si próprio.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os objetivos propostos para a atividade experimental foram exitosos e permitiram um aprendizado significativo e dinâmico. Além de iniciar o estudo dos ácidos em química inorgânica, a aula experimental proporcionou aos estudantes a interdisciplinaridade entre química inorgânica e química ambiental (uma vez que são subáreas de uma mesma disciplina), o desenvolvimento de um pensamento crítico voltado para a conscientização ambiental tangente à poluição atmosférica, a compreensão do reflexo de fenômenos como chuva ácida e efeito estufa na qualidade de vida do homem, o aprimoramento dos conceitos de acidez e basicidade, o uso de materiais alternativos



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

FORMAÇÃO DA CHUVA ÁCIDA: UMA PROPOSTA EXPERIMENTAL PARA O ENSINO
DA FUNÇÃO ÁCIDO EM QUÍMICA INORGÂNICA
Leandro José Dias Gonçalves de Oliveira

para montagem de aparatos experimentais e o conhecimento do repolho roxo como indicador ácido-base natural em alternativa à fenolftaleína.

Os resultados revelaram que a experimentação tem um impacto muito mais positivo na aprendizagem do estudante quando abordada antes da teoria. Notou-se o maior interesse dos estudantes no laboratório, assim como facilidade e engajamento em sala de aula no decorrer da teoria, o que confirmou o fato de que a prática facilita a contextualização e sistematização de conceitos essenciais à aprendizagem.

Espera-se que esta pesquisa possa abrir portas para futuros estudos que trabalhem contextualização e interdisciplinaridade envolvendo química com ênfase em experimentação. E, o mais importante, com caráter investigativo, visto que o ensino por investigação é capaz de auxiliar o estudante a todo tempo na construção, desconstrução e reconstrução de conceitos.

REFERÊNCIAS

ATKINS, P. W.; JONES, L. **Princípios de química**: questionando a vida moderna e o meio ambiente. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2012.

CALLEGARO, R. M. *et al.* Efeitos da chuva ácida em recursos florestais. **Cadernos de Pesquisa, série Biologia**, v. 27, n. 3, p. 13-20, 2015.

CARDOSO, R. K. O. A.; SLLINGARDI H. M. T.; CARDOSO, A. A. Gases ácidos na atmosfera: fontes, transporte, deposição e suas consequências para o ambiente. **Química Nova na Escola**, São Paulo, v. 42, n. 4, 382-385, nov. 2020.

CARMO, A. H. D. *et al.* Os efeitos da chuva ácida na fertilidade do solo e em cultivares agrícolas. **Meta**, Belo Horizonte, v. 1, n. 1, p. 393-399, 2016.

CÔNSIL, J. M. *et al.* Decomposição catalítica de óxidos de nitrogênio. **Química Nova**, v. 27, n. 3, p. 432-440, 2004.

DAPPER, S. N.; SPOHR, C.; ZANINI, R. R. Poluição do ar como fator de risco para a saúde: uma revisão sistemática no estado de São Paulo. **Estudos Avançados**, v. 30, n. 86, p. 83-97, 2016.

GOUVEIA, N. *et al.* Hospitalização por causas respiratórias e cardiovasculares associadas à contaminação atmosférica no município de São Paulo. **Cadernos de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 22, n. 12, p. 266-77, 2006.

MARQUES, R. *et al.* Ensaios preliminares para o monitoramento de acidez da chuva em Cuiabá-MT. **Caminhos de Geografia**, Uberlândia, v. 7, n. 1, p. 225-235, 2006.

MARTIN, M. C. C.; MARTIN, M. C. C. Condições atuais das emissões dos poluentes atmosféricos durante a quarentena da COVID-19 e as perspectivas futuras. **BOCA**, Boa Vista, ano II, v. 2, n. 5, 85-96, 2020.

MESSLER, G. L.; FISCHER, P. J.; TARR, D. A. **Química Inorgânica**. 5. ed. São Paulo: Pearson, 2014.



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR
ISSN 2675-6218

FORMAÇÃO DA CHUVA ÁCIDA: UMA PROPOSTA EXPERIMENTAL PARA O ENSINO DA FUNÇÃO ÁCIDO EM QUÍMICA INORGÂNICA
Leandro José Dias Gonçalves de Oliveira

OLIVEIRA, R. C. B.; SILVA, I. S.; MELO, C. C. Implicações do uso de situação-problema no ensino básico para compreensão de fenômenos associados à chuva ácida. **Ciências e Ideias**, v. 11, n. 1, p. 108-122, jan./abr. 2020.

PIRES, N. J.; CRUZ, S. F. Ciclo biogeoquímicos. *In.*: **A química e suas relações com o meio ambiente**. Uberaba: Pearson, 2011.

SANTOS, W. L. P. *et al.* Simulando a chuva ácida usando o conceito de indicadores ácido-base. *In.*: I Encontro de Iniciação à Docência UFS. **Scientia Plena Jovem**, ed. esp., jul., 2019.

SILVA, A. F.; VEIRA, C. A. Aspectos da poluição atmosférica: uma reflexão sobre a qualidade do ar nas cidades brasileiras. **Ciência e Sustentabilidade**, Juazeiro do Norte, v. 3, n. 1, p. 166-189, jan. 2017.