



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA  
INSTITUTO DE QUÍMICA

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO - TCC

**O TEMA DA CHUVA ÁCIDA COMO  
ESTRATÉGIA PARA O ENSINO DE ÁCIDOS E  
BASES**

CARLOS ALBERTO MACIEL TEIXEIRA

Brasília-DF  
Dezembro de 2016.



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA  
INSTITUTO DE QUÍMICA

**O Tema da Chuva Ácida Como Estratégia Para o Ensino de  
Ácidos e Bases**

Por

Carlos Alberto Maciel Teixeira

Trabalho de Conclusão de Curso em Ensino de Química apresentado ao Instituto de Química da Universidade de Brasília, como requisito parcial para a obtenção do título de Licenciado em Química.

ORIENTADOR:

Prof. ROBERTO RIBEIRO DA SILVA

Brasília-DF  
Dezembro de 2016.

# Dedicatória

Dedico este trabalho a todos os profissionais da área de ensino, os quais têm a difícil tarefa de educar nossa nação.

# Agradecimentos

Agradeço a todos que de alguma forma me ajudaram a concluir este trabalho: Deus que sempre esteve ao meu lado; minha amada esposa Rose pela força que me deu em todos os momentos; meus professores que me propiciaram alcançar o conhecimento necessário; e a meu orientador pela paciência em me ajudar a alcançar meus objetivos

# Resumo

Este trabalho de conclusão de curso inicia com o esclarecimento a respeito de alguns conceitos de ácido e base levantados pela ciência ao longo da história. Em seguida ele esclarece o que é a chuva ácida e cita seus efeitos na vida do homem, bem como sugere medidas para minimizar seu impacto na natureza. Continua tratando do tema da experimentação no ensino de química, já que este trabalho intenciona apresentar um experimento a ser empregado em sala de aula que facilite a compreensão por parte dos alunos dos conceitos de ácido e base. Dando continuidade são analisados alguns experimentos que visam reproduzir a chuva ácida em sala de aula, buscando empregar métodos diferentes. Por fim, este trabalho faz suas considerações finais levantando várias vantagens e desvantagens de cada experimento. Para isso analisa e indica um para ser empregado em sala de aula, o qual seja mais simples, não exija laboratório, não utilize reagentes perigosos ou tóxicos. Além disso seja de fácil aplicação, possibilitando, assim, um bom entendimento por parte dos alunos dos conceitos de ácido e base.

**Palavras-chaves:** ácido, base, chuva.

# Sumário

<b>1</b>	<b>Introdução</b>	<b>1</b>
1.1	Ácido e Base . . . . .	3
1.2	Chuva Ácida . . . . .	5
<b>2</b>	<b>A Experimentação no Ensino da Química</b>	<b>12</b>
<b>3</b>	<b>Metodologia</b>	<b>19</b>
<b>4</b>	<b>Resultados</b>	<b>21</b>
4.1	Experimento de chuva ácida com emprego do enxofre puro . . . . .	21
4.2	Experimento de chuva ácida com emprego do fósforo. . . . .	25
4.3	Experimento de chuva ácida com emprego do enxofre e fósforo. . . . .	28
4.4	Experimento de chuva ácida com emprego do gás carbônico. . . . .	31
4.5	Variante do Experimento de chuva ácida com emprego do gás carbônico. . . . .	34
<b>5</b>	<b>Considerações Finais</b>	<b>38</b>

# Lista de Figuras

1.1	Reação ácido-base. . . . .	5
1.2	Escala de pH. . . . .	11

# Capítulo 1

## Introdução

A chuva ácida é um tema bastante discutido nos dias atuais, seja na imprensa, seja nos encontros acadêmicos ou até mesmo no dia a dia na sociedade. Porém, segundo Tolentino, Rocha-Filho e Silva (2004), a presença de substâncias ácidas na chuva sempre foi uma realidade em nosso planeta desde a formação da atmosfera primária ocorrida há bilhões de anos. Portanto, não é algo novo que vem acontecendo no clima e que afeta o meio ambiente. O aumento da concentração de substâncias ácidas na chuva sim é um tema novo. As consequências deste aumento para a vida em nosso planeta são motivos de preocupação. Desta forma, surge a necessidade de uma investigação no sentido de buscar a origem deste aumento, suas causas e também as possíveis medidas a serem tomadas que visem a solucionar este problema e preservar não só o meio ambiente, mas toda a vida existente no planeta, incluída aí a vida humana.

O Ensino de Química faz parte de um processo educativo e como tal deve possuir um caráter social, o qual deve ser o objetivo da educação em todas as áreas de uma maneira geral. A chuva ácida, por ser assunto muito discutido na atualidade e afetar o meio ambiente em geral, deve fazer parte do Ensino de Química. Conhecer sua história e sua evolução é ainda mais importante, pois assim o aluno poderá ter uma visão global deste fenômeno. Desta forma, o aluno irá compreender melhor os



---

conceitos de ácido e base, os quais fazem parte de seu dia a dia, Além disso, terá condições de participar das discussões deste tema na sociedade em que vive e até influenciar em decisões que venham a ajudar sua comunidade e nosso planeta e a preservar o equilíbrio ecológico tão necessário à nossa sobrevivência.

Este trabalho faz uma pesquisa do conceito e do ensino de ácido e base nas escolas, particularmente nas escolas públicas de ensino médio de Brasília, e da própria chuva ácida e o citado aumento de seus efeitos, os quais têm sido percebidos pela humanidade nos últimos tempos. Tem o objetivo de propor experimentos que busquem reproduzir a chuva ácida em laboratório ou sala de aula, a fim de ampliar o conhecimento dos alunos de ensino médio, facilitado a compreensão dos conceitos de ácido e base e permitir-lhes utilizar esses conhecimentos na sociedade.

A valorização do experimento no ensino das disciplinas de ciências tem uma importância muito grande, particularmente na Química que é uma ciência que lida com fenômenos e com os aspectos teóricos relacionados, os quais necessitam da imaginação do aluno. Assim, por ser uma atividade real, o experimento deve ser sempre realizado antes do conteúdo e aqui propomos um experimento que vai embasar todo estudo de ácido e base, através da chuva ácida no ensino médio.

A valorização da história no ensino de Química também tem sua importância, pois a ciência não é estática e muda constantemente. Tendo uma visão da evolução dos conceitos ao longo do tempo, o aluno poderá compreender melhor a natureza do processo da aprendizagem pelo qual está passando e em consequência pode ter uma postura mais crítica daquilo que está aprendendo e participar efetivamente da construção dos conceitos científicos que está adquirindo.

A seguir iremos apresentar uma pesquisa documental com o intuito de reunir os conhecimentos adquiridos pela ciência no que diz respeito aos conceitos de ácido e base. Depois será abordado o tema da chuva ácida propriamente dita e posteriormente a experimentação no ensino de química. Por fim será proposto um

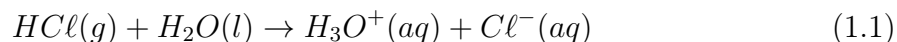
---

experimento para ser aplicado em sala de aula e que possa exemplificar de maneira prática o fenômeno da chuva ácida para os alunos do ensino médio.

## 1.1 Ácido e Base

Os termos ácido e base já eram conhecidos desde a antiguidade, embora que de forma incipiente. Segundo Igor Saburo Suga, formado em Química Ambiental pela Universidade de São Paulo, para os árabes tudo que era azedo era ácido e tudo que era base era ligado à cinza. Lavoisier propôs que todos os ácidos eram formados pela combinação de oxigênio, nome que tem origem pela combinação do prefixo grego oxy - picante ou acre - e o sufixo gen - formação ou produção. Além disso, naquela época as substâncias compostas eram conhecidas pelas substâncias simples que faziam parte de sua constituição e que eram reconhecidas, como é o caso do oxigênio. Era considerado ácido a substância que tivesse oxigênio. Isto porque até então só se conheciam ácidos que possuíam gás oxigênio em suas composições, como o ácido sulfúrico ( $H_2SO_4$ ), por exemplo. Mais tarde, foi descoberto um ácido que não possui o gás oxigênio: o ácido clorídrico, ( $HCl$ ) e aí esta teoria caiu por terra, levando muito tempo para encontrar uma que a substituísse, o que só veio a acontecer no século seguinte.

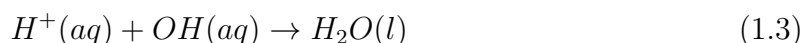
Os conceitos científicos de ácido e base são recentes e remontam ao século dezenove. Segundo Atkins (2012), o conceito de ácido e base dados por Arrhenius tentava explicar o comportamento ácido e o comportamento básico dentro de uma teoria da dissociação eletrolítica. As substâncias ácidas, quando dissolvidas em água, conseguem ser dissociadas e geram o íon hidrogênio ( $H^+$ ), o qual se associa de forma coordenada à molécula de água e se apresenta na solução na forma de um íon hidrônio ( $H_3O^+$ ), conforme mostra a equação química a seguir:



Segundo a mesma teoria, as substâncias básicas quando dissolvidas em água geram a hidroxila ( $OH^-$ ), conforme mostra a equação química a seguir:



Uma reação de neutralização, por sua vez, seria a formação de moléculas de água, partindo da reação entre o íon  $H^+$ , proveniente do ácido e o íon  $OH^-$ , proveniente da base, conforme a reação química a seguir:

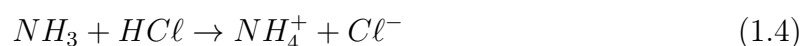


De lá para cá muitas outras teorias surgiram a respeito do assunto. Destacamos apenas as duas consideradas mais importantes.

Em 1923, segundo Fogaça (2012), Bronsted da Dinamarca e Lowry da Inglaterra propuseram a teoria protônica na qual as substâncias ácidas eram doadoras de prótons e as substâncias básicas eram receptoras de prótons. Esta teoria permitiu uma maior abrangência em relação à teoria de Arrhenius. As reações de neutralizações passaram a ser uma transferência de prótons entre um ácido e uma base.

Exemplo:

A amônia (base forte) reage com o ácido clorídrico (ácido forte), recebendo um próton ( $H^+$ ) e formando o íon amônio (ácido fraco) e o íon cloreto (base fraca):



Essa teoria atualmente resolve o problema da limitação da teoria de Arrhenius, porque com ela não há necessidade de haver a presença de água. No entanto,

ainda assim, ela também apresenta uma limitação: depende da presença de hidrogênio.

Salienta-se ainda que esta teoria contou com uma forte contribuição de Lewis dos Estados Unidos, o qual publicou outra teoria no mesmo ano. A teoria do par eletrônico que foi usada para explicar a ligação química. Segundo esta teoria, ácido é toda substância capaz de receber um par de elétrons e base a substância capaz de doar um par de elétrons, aumentando ainda mais a abrangência do conceito ácido e base e facilitando o seu entendimento.

Um exemplo desse tipo de reação:

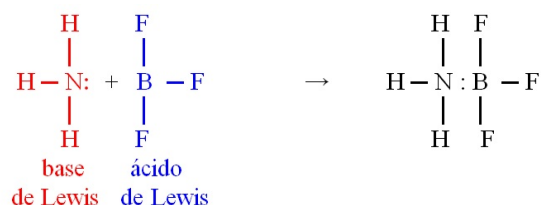


Figura 1.1: Reação ácido-base.

Nas escolas esses conceitos têm sido ensinados desde o século passado. A crítica que eu faço é que a maioria dos professores não os empregam dentro de um contexto histórico e sim os tratam matematicamente, na tentativa de fazer o aluno entender o fenômeno químico envolvido. Com isso o aluno perde a oportunidade de compreender como se dá a construção dos conceitos científicos e ampliar sua aplicação de maneira que ela possa ser empregada em benefício da comunidade em que vive. Perde também a visão global que envolve os fatos, ficando restrito à equação química que explica como neutralizar o ácido ou a base.

## 1.2 Chuva Ácida

Quanto à chuva ácida, este é um termo recente. Foi empregado pelo inglês

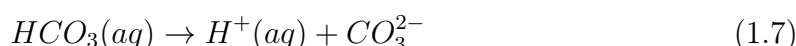
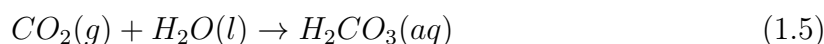
---

Robert Angus Smith há cerca de cem anos atrás quando percebeu a destruição de alguns monumentos históricos na cidade Londres na Inglaterra. Apenas em meados do século passado a chuva ácida começou a preocupar os ambientalistas. Esta demora se deve ao fato de a natureza, diferentemente dos monumentos aqui citados, ter a capacidade de neutralizar a ação desses ácidos. Porém esta capacidade é limitada e quando a concentração de ácidos na chuva aumentou muito, o meio ambiente não teve mais capacidade de reagir e também passou a ser afetado.

Segundo Marcelo Carlos Moreira - Bacharel em Geografia pela Universidade Federal de Mato Grosso: o solo foi afetado pela chuva ácida e com isso houve diminuição na produção de alimentos, pois com o aumento da acidez, metais tóxicos como alumínio, manganês e cádmio são solubilizados, causando graves problemas aos ecossistemas. O alumínio, por exemplo, diminui a habilidade das plantas em absorver nutriente e água do solo, afetando diretamente seu crescimento. As florestas sofreram desgastes e muitas foram devastadas. Os seres vivos que habitavam os lagos e lagoas também sofreram as conseqüências deste fenômeno. Um lago acidificado não contém vida, a acidez da água interfere diretamente no metabolismo dos peixes e de outros seres vivos. Em geral, à medida que a acidez da água aumenta, espécies de crustáceos, plânctons e insetos começam a desaparecer.

A própria natureza já faz com que a chuva seja ligeiramente ácida, segundo Tolentino, Rocha-Filho e Silva (2004). Ao cair, a água da chuva reage com algumas substâncias presentes na atmosfera e uma delas é o gás carbônico produzido pelos seres vivos em seu processo de respiração e a queima de matérias orgânicas. Assim, vai formando o ácido carbônico (Eq.1.5), o qual torna a chuva ligeiramente ácida (Eq.1.6 e Eq.1.7) em comparação com a substância água. Esta acidez é perfeitamente neutralizada pela natureza conforme citado anteriormente. Contudo, depois da revolução industrial, houve um aumento considerável da quantidade de gás carbônico lançado na atmosfera pelas máquinas e equipamentos utilizados na fabricação

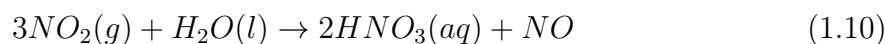
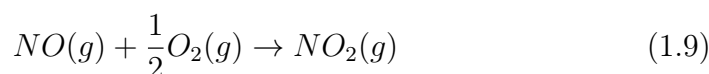
de produtos industrializados, sobretudo na Inglaterra onde foram observados os desgastes daqueles monumentos históricos.



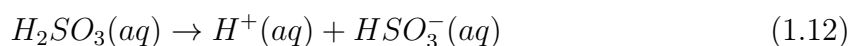
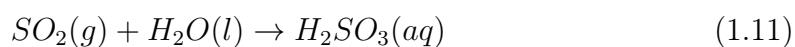
O nitrogênio presente na atmosfera também é responsável por uma parte da acidez da chuva ao ser oxidado pelo oxigênio do ar e formar os óxidos de nitrogênio (Eq.1.8) que reagem com a água e formam os ácidos nitroso e nítrico. Com o aumento da produção industrial, também houve o aumento da emissão de óxidos de nitrogênio na atmosfera gerados pela queima do carvão mineral usado nas caldeiras e nas usinas termoelétricas e pelos motores movidos a combustíveis oriundos do petróleo, além das inúmeras carvoeiras espalhadas por todo território Nacional.



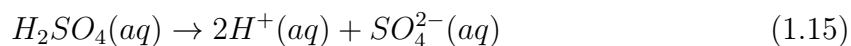
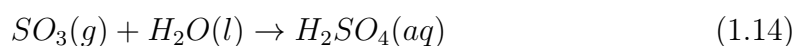
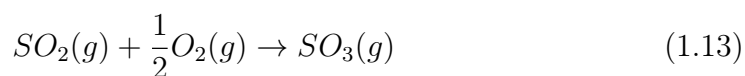
O monóxido de nitrogênio pode ser oxidado na atmosfera (que contém  $O_2$ ) e formar o dióxido de nitrogênio ( $NO_2$ ) que tem cor marrom. Muitas vezes, o fato do céu ter um tom marrom em cidades com tantos veículos como São Paulo, se deve à formação do  $NO_2$  na atmosfera (Eq.1.9), somado com a grande emissão de material particulado (incluindo a fuligem) que também escurece a atmosfera. O dióxido de nitrogênio pode sofrer novas reações e formar o ácido nítrico  $HNO_3$  (Eq.1.10), que contribui para aumentar a acidez da água de chuva. (TAVARES, 1983)



Outras substâncias presentes na atmosfera que também produzem ácido ao reagir com a água da chuva são os óxidos de enxofre. Presente na erupção de vulcões e em desprendimentos ocorridos em pântanos e na decomposição de vegetais e animais. O dióxido de enxofre reage com a água e forma o ácido sulfuroso e também o ácido sulfúrico que é muito forte e causa danos severos à natureza. Com a industrialização, as máquinas passaram a jogar na atmosfera uma quantidade muito grande de óxidos de enxofre. Isto veio a aumentar de maneira significativa aqueles efeitos danosos da chuva ácida na natureza. Afeta também as construções de maneira geral, trazendo um prejuízo muito grande não só para o ecossistema como também para o patrimônio histórico da humanidade. De forma equivalente a outros óxidos, o  $SO_2$  reage com a água formando o ácido sulfuroso (Eq.1.11 e Eq.1.12)



O dióxido de enxofre também pode sofrer oxidação na atmosfera e formar o trióxido de enxofre  $SO_3$  (Eq.1.13), que por sua vez, em contato com a água da chuva irá formar o ácido sulfúrico  $H_2SO_4$  (Eq.1.14 e Eq.1.15), que é um ácido forte



No Brasil em particular este problema é bastante acentuado em nossos principais centros industriais, segundo o sítio "Química Ambiental" da Universidade de São Paulo. Algumas pesquisas têm sido realizadas pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais com o intuito de se saber a abrangência deste problema em nosso

---

país, no entanto ainda não foi suficiente para se ter um diagnóstico completo. É preciso haver um incentivo para a continuação das pesquisas. A chuva ácida que ocorre na cidade de São Paulo já atinge um pH de 4,6, o que significa estar num patamar semelhante às cidades mais poluídas do mundo, como Los Angeles, por exemplo. As pesquisas revelaram também que a floresta da Tijuca no Rio de Janeiro já está bastante afetada pelos efeitos da chuva ácida, bem como a estátua do Cristo redentor.

As possíveis soluções para resolver os problemas causados pela chuva ácida, ou tentar evitar que eles aconteçam, segundo Saleh (2008), são caras e de aplicação complicada, pois envolvem aspectos técnicos, aspectos econômicos, políticos e também sociais. Do ponto de vista técnico, recomendam-se, como medidas principais:

- a purificação do carvão mineral, antes do seu uso;
- o emprego de caldeiras como sistemas de absorção do óxido de enxofre;
- o uso de petróleo de melhor qualidade e a purificação de seus derivados, visando à eliminação de compostos no enxofre, bem como a emissão de carbono puro no ar;
- nas cidades, o maior uso de transporte coletivo (metrô, trens suburbanos, ônibus, etc.) e o desencorajamento do uso de carros particulares, fornecendo bicicletas, por exemplo;
- a construção de carros menores, com motores mais eficientes e com escapamentos providos de catalisadores que “destruam” ou diminuam os gases nocivos;
- e muitas outras medidas, aplicáveis às indústrias, às residências, aos transportes e a nossa vida diária. (SALEH, 2008, p42).

Segundo Oliveira, Jacomine e Camargo (1992), o Brasil pelo fato de contar com um território onde predomina o clima tropical quente com a ocorrência de



chuvas e de temperaturas altas o ano inteiro, possui solos mais ácidos. Para corrigir a acidez do solo usa-se um processo denominado de calagem. O agricultor, em geral, aplica o calcário em solo úmido. O calcário (carbonato de cálcio) se incorpora ao solo pela ação da água da chuva e produz hidróxido de cálcio, que vai neutralizar a acidez do solo.

Existem algumas substâncias que podem ser usadas como Indicadores, ou seja: indicam a acidez ou a basicidade de um determinado meio. São substâncias que mudam de cor na presença de um ácido, porque se transformam em outra substância e mudam novamente na presença de uma base pela mesma razão. A maneira mais simples é utilizar substâncias denominadas indicadores de ácido e base, como o extrato de folha de repolho roxo ou indicadores comerciais produzidos por indústrias químicas. Além disso, os químicos contam com equipamentos que fornecem resultados mais precisos como os pHmetro digitais portáteis ou pHmetros microprocessados por exemplo.

Para isso, os químicos desenvolveram uma grandeza denominada pH( potencial de hidrogênio). Materiais que apresentam pH abaixo de 7 são ácidos, enquanto materiais com valores de pH acima de 7 são básicos e quando esse valor é igual a 7 diz-se que o material é neutro. A chuva naturalmente tem um pH abaixo de sete, mas que quando ultrapassa 5,7 é denominada chuva ácida e isso só ocorre em regiões que estejam sujeitas às emissões de gases indicados anteriormente neste texto.

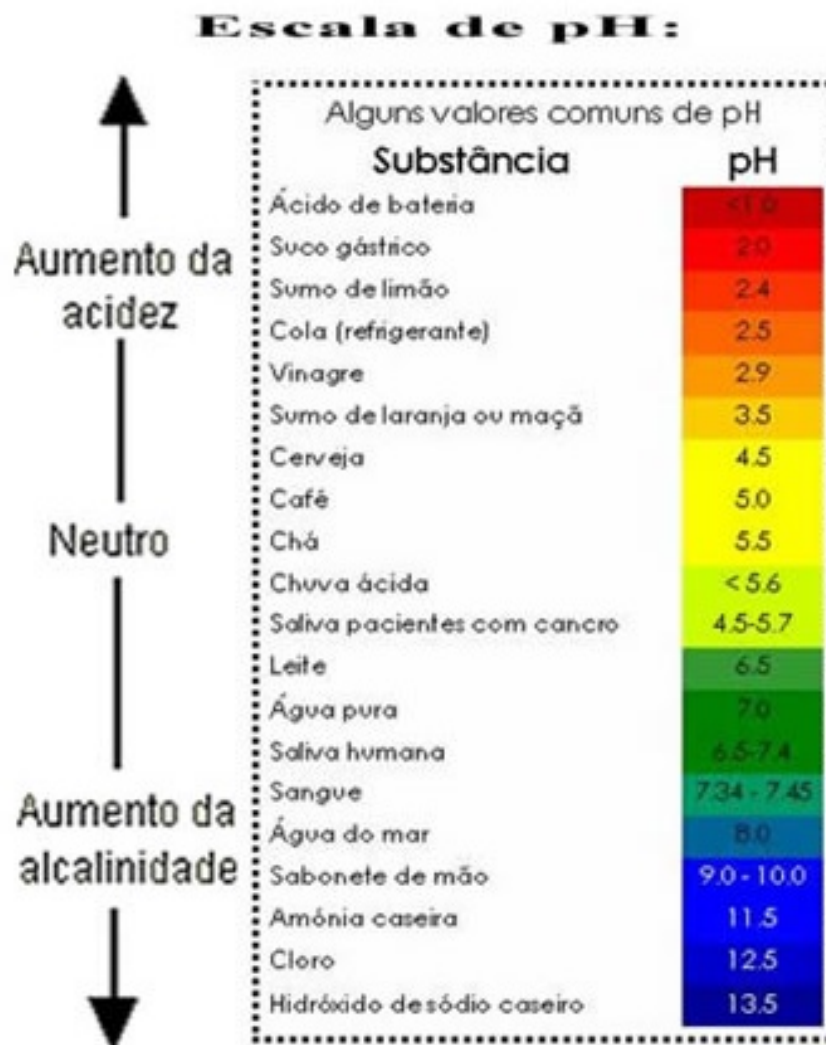


Figura 1.2: Escala de pH.

## Capítulo 2

### A Experimentação no Ensino da Química

A experimentação no ensino de Química é um recurso didático que facilita sobremaneira a aprendizagem por parte dos alunos que tem a oportunidade de ver os fenômenos ocorrerem antes de aprender a teoria. Por ser uma atividade prática, de início, a experimentação já é útil, pois tira o aluno da situação passiva de mero ouvinte como acontece em sala de aula para uma situação ativa de participante da aula em laboratório. Na experimentação o aluno necessita estar atento ao fenômeno que vai ser estudado, tem que observar e tirar suas conclusões ou até mesmo SUS dúvidas. Além disso, depois do experimento apresentado, tem que complementar a aprendizagem com pesquisas para preencher o relatório e chegar a sua própria conclusão sobre o experimento estudado, o que enriquece o processo ensino aprendizagem.

Na experimentação o aluno tem mais oportunidade de utilizar os conhecimentos anteriores que ele adquiriu antes de chegar na escola, por ser ela uma atividade real, palpável e não apenas uma teoria. Além disso, é possível contextualizar o experimento, facilitando assim, a aprendizagem. Este fato aumenta a curiosidade do aluno e torna a aula mais interessante. A experimentação permite a articulação entre a teoria e a prática observada nos fenômenos.

Ao planejar uma aula experimental o professor deve considerar o conhecimento prévio que o aluno deve possuir para ter condições de observar e tirar suas próprias conclusões. Além disso, o professor deve nortear o trabalho do aluno. O experimento não pode ser muito abrangente ou vago. O aluno deve tirar suas próprias conclusões, mas para facilitar isso, o experimento deve ser limitado no tempo e no espaço. O que não quer dizer que ele deve ser todo mapeado. O aluno deve ter liberdade para observar. Apenas deve ser dado a ele uma direção a seguir.

Dependendo do objetivo a ser alcançado pelo aluno ao final da aula, o experimento pode ocorrer de várias maneiras. Veremos agora os tipos de experimentos que podem ser empregados em uma aula de experimentação no Ensino de Química. Silva, Machado e Tunes (2010) classificaram as atividades experimentais segundo os seguintes tipos:

#### **Experimentos demonstrativos-investigativos:**

Neste tipo de experimento é o professor que realiza o experimento e os alunos observam. É empregado para introduzir uma teoria, mas antes o professor pede aos alunos para observarem o que ocorre no fenômeno apresentado. Somente depois disso o professor apresenta a teoria que está por traz do fenômeno observado durante a experimentação.

Esta atividade possibilita uma maior participação do aluno na aula. Permite também uma integração dos conhecimentos prévios dos alunos, de modo que um interaja com o outro e a teoria apresentada pelo professor os ajude a alcançar o entendimento do fenômeno, permitindo que os próprios alunos atualizem seus conhecimentos a cerca do fenômeno que foi estudado. Isto beneficia o aluno, não só em termos de aprendizagem do conteúdo, como na melhora de sua performance em termos de participação em aula, de tomada de atitude e de incorporação de valores científicos.

Uma boa estratégia de se iniciar uma experimentação do tipo demonstrativa-investigativa é formulando uma pergunta que aguce a curiosidade dos alunos, despertando assim o interesse pela aula. Depois disso o professor tem a oportunidade de explorar os três níveis de conhecimento químico: a observação macroscópica, na qual o aluno descreve aquilo que conseguiu visualizar durante o experimento; a interpretação microscópica, a qual está ligada exatamente à teoria a ser ensinada durante o experimento; e a expressão representacional que é o emprego da linguagem química através de fórmulas e equações que representem o fenômeno estudado. Neste último aspecto a que se considerar o nível de entendimento da turma.

No final da aula de experimentação demonstrativa-investigativa o professor retoma a pergunta inicial para que a mesma seja respondida e discutida pela turma. Além disso, ele não pode perder a oportunidade de fazer a interface do que foi aprendido com a ciência-tecnologia-sociedade-ambiente (CTSA), ou seja: as implicações do fenômeno para a ciência, para a sociedade na qual ele está inserido, para a cultura de sua gente, para a economia e para o meio ambiente, particularmente como ele é afetado. Se possível, utilizar casos reais do emprego daquele conhecimento na vida do aluno e na sociedade, possibilitando ao aluno adquirir um conhecimento crítico para futuras discussões em seu trabalho em sua vida em sociedade.

### **Experiências investigativas:**

São experiências que visam solucionar um problema a ser apresentado para os alunos através de um experimento ou mais de um se for necessário. Trata-se de um experimento mais complexo, o qual necessita de um laboratório e é dividido em várias partes que passaremos a estudar:

A primeira parte é semelhante à experimentação demonstrativa-investigativa. Trata-se da formulação de uma pergunta. A criação de um problema a ser solucionado com o experimento.

A segunda parte é a criação de hipóteses, por parte dos alunos, para resolver o problema criado. Nesta parte o professor deve estimular ao máximo o número de idéias, porém deve selecionar as hipóteses que sejam passíveis de serem experimentadas, considerando as condições da escola, do laboratório, dos meios existentes, etc.

A terceira parte é o planejamento do experimento. Como ele será realizado, quais os equipamentos serão necessários, quais os reagentes serão consumidos, como medir os resultados, etc.

A quarta parte é a realização do experimento propriamente dito. Cabe ao professor acompanhar a prática, bem como o devido lançamento dos resultados em caderneta própria, para serem utilizados na fase seguinte. Além disso, observar atentamente os aspectos de segurança e de descarte de reagentes.

A quinta parte é a fase de análise dos dados colhidos durante o experimento. É importante estimular a discussão desses resultados entre os alunos para uma posterior formulação de respostas às hipóteses criadas anteriormente.

Por fim, a última parte é quando se chega à resposta da pergunta formulada no início da aula e, em conseqüência, à solução do problema criado. Deve ter-se o cuidado de acompanhar para que os alunos não tirem conclusões errôneas a respeito do experimento realizado.

### **Simulações em computadores:**

Existem alguns experimentos que demandam reagentes caros ou que sejam tóxicos e que põe em risco a saúde do aluno. Outros demandam muito tempo para serem realizados, tendo em vista envolverem reações lentas. Nestes casos pode-se recorrer aos experimentos realizados em computador, os quais utilizam programas, os quais simulam o que acontece no laboratório. Assim é possível que ao final do experimento os alunos possam chegar às mesmas conclusões que chegariam se

---

tivessem feito o experimento real em laboratório.

### **Vídeos e filmes:**

As imagens de uma maneira geral despertam mais a atenção do aluno do que o som. Os vídeos educativos e até mesmo filmes têm esta capacidade. Além disso, permitem uma melhor idéia de contextualização dos assuntos abordados. Porém seu emprego deve ser planejado e ter um objetivo claro. Como nos experimentos reais deve iniciar com uma pergunta a ser respondida ao final da exibição. O professor deve fazer comentários ao longo da apresentação para aproveitar o melhor momento de explicar sua teoria. Deve também planejar a reexibição das partes que mais interessam para a aprendizagem. Por fim promover um debate entre os alunos sobre o tema e na busca de responder à pergunta formulada antes da exibição. Horta na escola:

Esta prática pode ser utilizada como experimentação com uma série de vantagens. A horta é mais familiar para o aluno. Geralmente faz parte de sua vida ou de seus vizinhos ou parentes. Necessita de poucos recursos para ser implementada numa escola. Nela pode se desenvolver vários projetos ao mesmo tempo e envolvendo várias disciplinas. Nela é possível se contextualizar vários assuntos não só de química como de outras disciplinas. É uma das melhores situações para se trabalhar a relação teoria-experimento. Visitas planejadas:

As visitas são atividades bastante ricas em termos de aprendizagem. Facilitam a contextualização do conhecimento e permitem o aluno ver em "loco" o que aprende na sala de aula. Devem envolver fábricas, museus, estações de tratamento de água, de produção de energia, etc. assim como a exibição de vídeos e filmes, as visitas também devem ser planejadas para serem bem sucedidas. Este planejamento deve iniciar com um agendamento ao órgão a ser visitado. Depois institucionalizar a visita na escola. Em seguida elaborar um questionário para ser respondido pelos

---

alunos após a visita. Dividir a turma em pequenos grupos para que haja um melhor aproveitamento da visita. Por fim, reunir os grupos e orientá-los de forma que cada grupo observe com melhor atenção uma das seguintes questões a respeito da instituição visitada: com o que se produz, quem produz, como se produz e para que se produz. Ao final os alunos devem fazer um relatório sobre a visita e apresentá-lo para outras turmas que não puderam ir à visita. Estudos de Espaços Sociais e Resgate de Saberes Populares:

Um outro recurso experimental, bastante útil e interessante é a visita a grupos sociais com o intuito de resgatar saberes populares que por muito tempo permitiram a produção de muitas utilidades, mesmo sem um embasamento científico. É a oportunidade para valorizar o conhecimento popular e fazer a ligação da teoria aprendida em sala de aula e desconhecida por essas pessoas com aquilo que eles produzem. Aqui também deve-se buscar respondera às perguntas: com o que se produz, quem produz, como se produz e para que se produz. Ao final os alunos também devem fazer um relatório sobre a visita e apresentá-lo para outras turmas que não puderam ir à visita. A visita a uma fábrica por exemplo ajuda ao aluno entender os processos de produção e ver em loco onde ele irá empregar o que está estudando no futuro. Apesar das grandes vantagens aqui apresentadas em se empregar a experimentação no ensino de Química, existem alguns obstáculos a sua inserção nas escolas. Segundo Silva, Machado e Tunes (2010) como a falta de laboratório nas escolas, sobretudo nas escolas públicas e em particular as escolas do interior que são mais pobres; a falta de equipamentos, vidrarias adequadas e reagentes em escolas que possuem laboratório; a inadequação de espaços destinados a atividades experimentais, bem como a falta de instalações de água, de energia elétrica e de gás necessários a realização dos experimentos; a inadequabilidade de laboratórios para uso em ensino médio, mas que foram construídos com projetos de laboratório universitário; o pouco tempo destinado às disciplinas de ciências cons-



tantes dos currículos escolares; os deslocamentos dos alunos entre as salas de aula e o laboratório perturbam o silêncio e geram insatisfações entre os demais professores; as atividades da escola geralmente não prevêm um tempo para planejamento e preparação do laboratório; a realização de atividades experimentais em turnos diferentes da aula regulamentar provoca a desarticulação entre a teoria e a prática; e a escassez de roteiros existentes na escola que completem claramente a relação teoria-experimento.

A par de todas essas dificuldades apresentadas acima é sempre possível realizar atividades experimentais. Para isso é necessário primeiro que haja boa vontade por parte do professor. Que ele perceba o ganho que seus alunos terão com as aulas experimentais. Acender uma vela e mostrar para a turma antes de dar uma aula teórica sobre combustão não é tão difícil assim e não exige tanta coisa, basta escolher o experimento que tenha a intenção de permitir que os alunos percebam no fenômeno apresentado aqueles conhecimentos que o professor irá explorar na aula.

Ao encerrar este capítulo estou convicto da utilidade das aulas experimentais. Além disso, também estou consciente da necessidade de se brigar por mais espaço físico adequado para esse tipo de atividade, por mais recursos materiais a serem empregados nelas e por mais espaço nas grades curriculares que nos permitam planejar e preparar aulas experimentais que venham à facilitar a aprendizagem por parte dos alunos.

## Capítulo 3

### Metodologia

Com o intuito de delinear a metodologia utilizada neste trabalho de conclusão de curso, inicialmente, veremos como foram realizados os experimentos a serem utilizados para simular chuva ácida e com isso trabalhar o tema ácido e base. Foram cinco experimentos. O primeiro empregando apenas enxofre. O segundo empregando apenas fósforos. O terceiro empregando uma mistura de enxofre e fósforo. O quarto empregando o gás carbônico proveniente dos pulmões humano, com participação dos alunos e o quinto um aperfeiçoamento deste último.

Em cada experimento os alunos realizaram a medida do pH da água utilizada no experimento antes de iniciá-lo. Depois inseriram o enxofre, ou os fósforos ou os dois em um cadinho que foram colocados em cima de um prato cheio de água (que já tem o pH medido). A seguir atearam fogo ao conteúdo do cadinho e tamparam o prato com um béquer. Registraram o tempo e no final realizaram novamente a medição do pH da água. Nos dois últimos experimentos apenas sopraram em um erlenmeyer contendo água e um indicador ácido e base, agitando-o para facilitar a reação.

O objetivo foi encontrar o experimento ideal a ser utilizado durante uma aula para demonstrar a variação do pH da água da chuva sem exigir lugar especial

ou equipamento especial ou reagentes de difícil aquisição. Assim, os alunos tiveram melhores condições de construir os conceitos de ácido e base e como eles estão presentes na nossa vida no dia a dia, bem como suas interferências.

## Capítulo 4

### Resultados

#### 4.1 Experimento de chuva ácida com emprego do enxofre puro

Pergunta: É possível tornar a água ácida usando enxofre?

**Materiais empregados:**

- água de torneira;
- enxofre em pó;
- indicador ácido base líquido (azul de bromotimol);
- cadinho de porcelana;
- vidro de relógio grande;
- béquer de 500 mL;

- acendedor a gás.

**Procedimentos:**

- chamar um aluno para medir o pH da água de torneira;
- colocar água no vidro de relógio;
- pingar o indicador ácido-base na água;
- colocar o cadinho no centro do vidro;
- colocar uma colher de chá de enxofre em pó no cadinho;
- aquecer o enxofre com o acendedor a gás;
- tampar o sistema com o béquer;
- aguardar um tempo;
- observar se haverá mudança de cor da água;
- no final chamar um aluno para medir o pH da água do vidro de relógio.

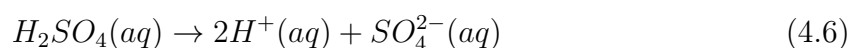
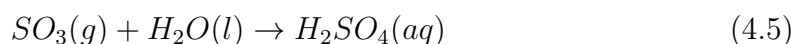
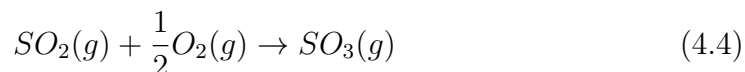
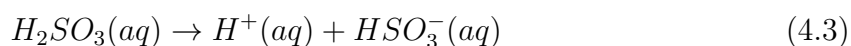
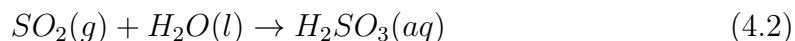
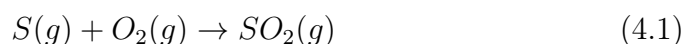
**Observações Macroscópicas:**

Inicialmente a água era incolor. Quando foi pingado o indicador ácido-base na água ela ficou com uma cor esverdeada. Passado cerca de vinte minutos depois que o experimento acabou e o sistema tinha sido tampado, a água mudou sua cor para amarelo claro.

**Interpretações submicroscópicas:**

A água ficou esverdeada com a adição de azul de bromotimol porque o pH da água de torneira é ligeiramente maior que 7 e 7 está no meio da faixa de viragem deste indicador que é um ácido orgânico fraco. Ele fica azul em soluções cujo pH está acima de 7,6. Fica amarelo em soluções cujo pH está abaixo de 6. Fica esverdeado

quando o pH da solução está no meio, ou seja na faixa de viragem, que foi o que aconteceu. Depois do experimento, o enxofre aquecido passou para a atmosfera no estado gasoso e reagiu com o oxigênio, formando o óxido de enxofre (4.1) que por sua vez reagiu com a água existente no ar e formou o ácido sulfuroso (4.2) e (4.3) e o ácido sulfúrico (4.4), (4.5) e (4.6) que aos poucos foram se dissolvendo na água do vidro de relógio fazendo que com o passar do tempo (no caso vinte minutos), a água fosse se tornando mais ácida, o que foi comprovado pela mudança de cor da água, a qual continha o indicador ácido base, que indica que uma solução é ácida quando sua cor é amarela. Além disso, a medição final do pH da água do vidro de relógio também comprovou que água ficou ácida pois mediu pH 5. Expressões representacionais:



### Interface CTSA

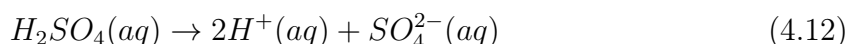
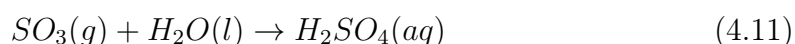
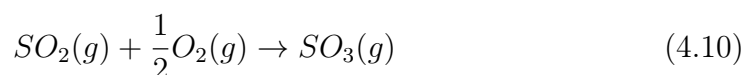
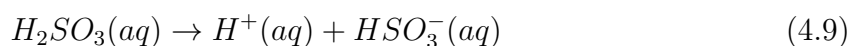
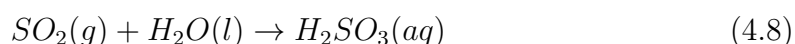
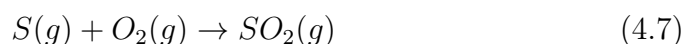
Os conceitos de ácido e base são importantes porque eles estão presentes em nossa vida. Dos vários exemplos que podemos dar, vamos utilizar um que é bastante discutido nos dias de hoje porque afeta muito o meio ambiente, como é o caso da chuva ácida. O experimento que acabamos de fazer é um exemplo do que acontece em lugares poluídos, onde as indústrias e os veículos jogam no ar uma quantidade muito grande de óxido de enxofre. O óxido de enxofre reage com a água e forma os ácidos sulfuroso e sulfúrico, fazendo com que a chuva se torne ácida (pH abaixo de

5,6) e caia no solo e em plantações causando danos á natureza.

Resposta à pergunta inicial: Sim é possível, conforme ficou demonstrado.

O experimento foi útil porque chegou ao fim desejado durante o tempo de uma aula, embora que apertado. Permitiu a participação de alunos no experimento. Aguçou a curiosidade de vários alunos que fizeram várias perguntas. Não envolve reagente tóxico e nem perigoso. Pode ser realizado em sala de aula, não necessitando de laboratório. Mostrou-se bastante eficiente para a compreensão dos conceitos de ácido e base, que era o objetivo do experimento, além de deixar os alunos em condições de discutir o tema da chuva ácida em sociedade, o qual é bastante atual.

Expressões representacionais:



### Interface CTSA

Os conceitos de ácido e base são importantes porque eles estão presentes em nossa vida. Dos vários exemplos que podemos dar, vamos utilizar um que é bastante discutido nos dias de hoje porque afeta muito o meio ambiente, como é o caso da chuva ácida. O experimento que acabamos de fazer é um exemplo do que acontece em lugares poluídos, onde as indústrias e os veículos jogam no ar uma quantidade muito grande de óxido de enxofre. O óxido de enxofre reage com a água e forma os ácidos sulfuroso e sulfúrico, fazendo com que a chuva se torne ácida ( pH abaixo de 5,6 ) e caia no solo e em plantações causando danos á natureza.

Resposta à pergunta inicial: Sim é possível, conforme ficou demonstrado.

O experimento foi útil porque chegou ao fim desejado durante o tempo de uma aula, embora que apertado. Permitiu a participação de alunos no experimento. Aguçou a curiosidade de vários alunos que fizeram várias perguntas. Não envolve reagente tóxico e nem perigoso. Pode ser realizado em sala de aula, não necessitando de laboratório. Mostrou-se bastante eficiente para a compreensão dos conceitos de ácido e base, que era o objetivo do experimento, além de deixar os alunos em condições de discutir o tema da chuva ácida em sociedade, o qual é bastante atual.

## 4.2 Experimento de chuva ácida com emprego do fósforo.

Pergunta: É possível tornar a água ácida usando fósforo?

### **Materiais empregados:**

- água de torneira
- uma caixa de palito de fósforo
- indicador ácido base líquido (azul de bromotimol)
- cadinho de porcelana
- vidro de relógio grande
- béquer de 500 mL
- acendedor a gás

### **Procedimentos:**

- Chamar um aluno para medir o pH da água de torneira



- Colocar água no vidro de relógio
- pingar o indicador ácido-base na água
- colocar o cadinho no centro do vidro
- colocar dez cabeças de palito de fósforo no cadinho
- acender as cabeças de fósforo com o acendedor a gás
- tampar o sistema com o béquer
- aguardar um tempo
- observar a mudança de cor da água
- Chamar um aluno para medir o pH da água do vidro de relógio

#### **Observações Macroscópicas:**

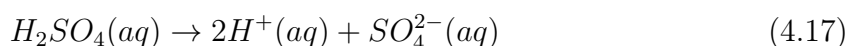
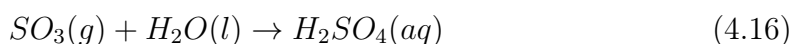
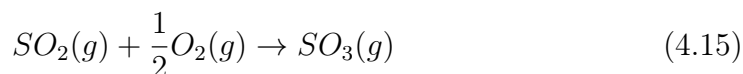
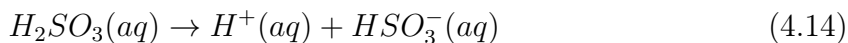
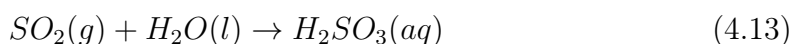
Inicialmente a água era incolor. Quando foi pingado o indicador ácido-base na água ela ficou com uma cor esverdeada. Passado uma hora depois que o experimento acabou e o sistema tinha sido tampado, a água não mudou sua cor. Então repetimos todo experimento outra vez, sendo que agora utilizando vinte cabeças de palito de fósforo ao invés de dez cabeças de palito de fósforo e depois de cerca de meia hora a água começou a mudar de cor de esverdeado para amarelo bem claro.

#### **Interpretações submicroscópicas:**

A água ficou esverdeada com a adição de azul de bromotimol porque o pH da água de torneira é ligeiramente maior que 7 e 7 está no meio da faixa de viragem deste indicador que é um ácido orgânico fraco. Ele fica azul em soluções cujo pH está acima de 7,6. Fica amarelo em soluções cujo pH está abaixo de 6. Fica esverdeado quando o pH da solução está no meio, ou seja na faixa de viragem, que foi

o que aconteceu. Depois do experimento, as cabeças de fósforo quando incendiadas liberaram óxido de enxofre que por sua vez reagiu com a água existente no ar e formou o ácido sulfuroso (4.13) e (4.14) e o ácido sulfúrico (4.15), (4.16) e (4.17) que aos poucos foram se dissolvendo na água do vidro de relógio fazendo que com o passar do tempo (no caso meia hora), a água fosse se tornando mais ácida, o que foi comprovado pela mudança de cor da água de esverdeada para amarelo, a qual continha o indicador ácido base, que indica que uma solução é ácida quando sua cor é amarela. Além disso, a medição final do pH da água constatou que ela havia se tornado ácida uma vez que a medição deu  $\text{pH} = 6$ .

#### Expressões representacionais:



#### Interface CTSA

Os conceitos de ácido e base são importantes porque eles estão presentes em nossa vida. Dos vários exemplos que podemos dar, vamos utilizar um que é bastante discutido nos dias de hoje porque afeta muito o meio ambiente, como é o caso da chuva ácida. O experimento que acabamos de fazer é um exemplo do que acontece em lugares poluídos, onde as indústrias e os veículos jogam no ar uma quantidade muito grande de óxido de enxofre. O óxido de enxofre reage com a água e forma os ácidos sulfuroso e sulfúrico, fazendo com que a chuva se torne ácida (pH menor que

5,6) e caia no solo e em plantações causando danos à natureza.

Resposta à pergunta inicial: Sim é possível, conforme demonstrado.

O experimento foi útil porque chegou ao fim desejado durante o tempo de uma aula, embora que bem apertado. Permitiu a participação de alunos no experimento. Aguçou a curiosidade de vários alunos que fizeram várias perguntas. Não envolve reagente tóxico e nem perigoso. Pode ser realizado em sala de aula, não necessitando de laboratório. Mostrou-se bastante eficiente para a compreensão dos conceitos de ácido e base, que era o objetivo do experimento, além de deixar os alunos em condições de discutir o tema da chuva ácida em sociedade, o qual é bastante atual.

### **4.3 Experimento de chuva ácida com emprego do enxofre e fósforo.**

Pergunta: É possível tornar a água ácida usando enxofre e fósforo?

#### **Materiais empregados:**

- água de torneira;
- enxofre em pó;
- uma caixa de palitos de fósforo;
- indicador ácido base líquido (azul de bromotimol);
- kit de medição de pH;
- cadinho de porcelana;
- vidro de relógio grande;

- béquer de 500 mL;
- acendedor a gás.

#### **Procedimentos:**

- chamar um aluno para medir o pH da água de torneira;
- colocar água no vidro de relógio;
- pingar o indicador ácido-base na água;
- colocar o cadinho no centro do vidro;
- colocar uma colher de chá de enxofre em pó no cadinho;
- colocar dez cabeças de palito de fósforo junto com o enxofre;
- aquecer a mistura enxofre e fósforo com o acendedor a gás;
- tampar o sistema com o béquer;
- aguardar um tempo;
- observar se haverá mudança de cor da água;
- chamar um aluno para medir o pH da água utilizada no experimento.

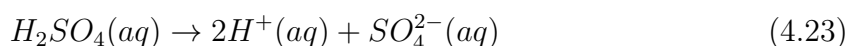
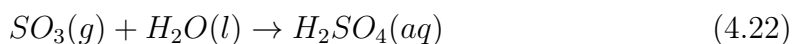
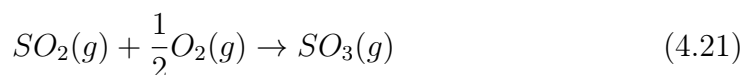
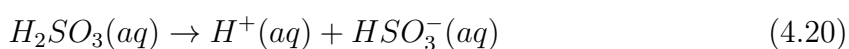
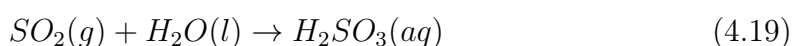
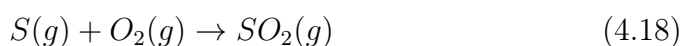
#### **Observações Macroscópicas:**

Inicialmente a água era incolor. Seu pH deu 7,0. Quando foi pingado o indicador ácido-base na água ela ficou com uma cor esverdeada. Passado quinze minutos depois que o experimento acabou e o sistema tinha sido tampado, a água mudou sua cor de verde para amarelo claro e seu pH mediu 5,0.

#### **Interpretações submicroscópicas:**

A água ficou esverdeada com a adição de azul de bromotimol porque o pH da água de torneira é ligeiramente maior que 7,0 (no experimento deu 7,0) e 7,0 está no meio da faixa de viragem deste indicador que é um ácido orgânico fraco. Ele fica azul em soluções cujo pH está acima de 7,6. Fica amarelo em soluções cujo pH está abaixo de 6. Fica esverdeado quando o pH da solução está no meio, ou seja na faixa de viragem, que foi o que aconteceu. Depois do experimento, o enxofre aquecido passou para a atmosfera no estado gasoso e reagiu com o oxigênio, formando o óxido de enxofre (4.18), que se juntou com o óxido de enxofre produzido pela queima do fósforo, o qual por sua vez reagiu com a água existente no ar e formou o ácido sulfuroso (4.19) e (4.20) e o ácido sulfúrico (4.21), (4.22) e (4.23) que aos poucos foram se dissolvendo na água do vidro de relógio, fazendo que com o passar do tempo (no caso quinze minutos), a água fosse se tornando mais ácida, o que foi comprovado pela mudança de cor da água, a qual continha o indicador ácido base, que indica que uma solução é ácida quando sua cor é amarela, bem como o valor do pH medido ao final do experimento, o qual deu 5,0.

Expressões representacionais:



### Interface CTSA

Os conceitos de ácido e base são importantes porque eles estão presentes em

---

nossa vida. Dos vários exemplos que podemos dar, vamos utilizar um que é bastante discutido nos dias de hoje porque afeta muito o meio ambiente, como é o caso da chuva ácida. O experimento que acabamos de fazer é um exemplo do que acontece em lugares poluídos, onde as indústrias e os veículos jogam no ar uma quantidade muito grande de óxido de enxofre. O óxido de enxofre reage com a água e forma os ácidos sulfuroso e sulfúrico, fazendo com que a chuva se torne ácida e caia no solo e em plantações causando danos à natureza.

Resposta à pergunta inicial: Sim é possível, conforme ficou demonstrado.

O experimento foi útil porque chegou ao fim desejado durante o tempo de uma aula. Permitiu a participação de alunos no experimento. Aguçou a curiosidade de vários alunos que fizeram várias perguntas. Não envolve reagente tóxico e nem perigoso. Pode ser realizado em sala de aula, não necessitando de laboratório. Mostrou-se bastante eficiente para a compreensão dos conceitos de ácido e base, que era o objetivo do experimento, além de deixar os alunos em condições de discutir o tema da chuva ácida em sociedade, o qual é bastante atual.

#### **4.4 Experimento de chuva ácida com emprego do gás carbônico.**

Pergunta: É possível tornar a água ácida apenas soprando sobre ela?

##### **Materiais empregados:**

- água de torneira;
- um erlemmayer de 250 mL;
- indicador ácido base líquido (azul de bromotimol);
- kit de medição de pH.

**Procedimentos:**

- chamar um aluno para medir o pH da água de torneira;
- colocar água no erlemmayer;
- pingar o indicador ácido-base na água;
- homogeneizar a solução;
- mandar a turma observar o resultado;
- discutir com a turma o que eles observaram;
- pedir para um aluno soprar no erlemmayer e agitar a água;
- pedir para outro aluno soprar no erlemmayer e agitar a água;
- repetir o procedimento acima várias vezes;
- mandar a turma observar o resultado;
- discutir com a turma o que eles observaram;
- perguntar a turma como é o processo de respiração;
- perguntar a turma qual a porcentagem de gás carbônico existente no ar que expiramos;
- pedir a um aluno que meça o pH da água ao final da experimentação.

**Observações Macroscópicas:**

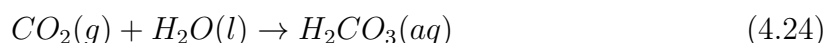
Inicialmente a água era incolor. Seu pH deu 7,0. Quando foi pingado o indicador ácido-base na água ela ficou com uma cor esverdeada. Depois que o

erlemmayer foi soprado por cinco alunos seguidos a água mudou sua cor de verde para amarelo e seu pH ao final do experimento mediu 5,5.

### **Interpretações submicroscópicas:**

A água ficou esverdeada com a adição de azul de bromotimol porque o pH da água de torneira é ligeiramente maior que 7,0 (no experimento deu 7,0) e 7,0 está no meio da faixa de viragem deste indicador que é um ácido orgânico fraco. Ele fica azul em soluções cujo pH está acima de 7,6. Fica amarelo em soluções cujo pH está abaixo de 6. Fica esverdeado quando o pH da solução está no meio, ou seja na faixa de viragem, que foi o que aconteceu. Depois do experimento, o gás carbônico expelido no sopro dos alunos reagiu com a água. Formou-se o ácido carbônico (4.24), o qual se dissolveu na água, tornando-a mais ácida. Tal fato foi comprovado pela mudança de cor da água, a qual continha o indicador ácido base Azul de bromotimol, o qual indica que uma solução é ácida quando sua cor é amarela. Outro fato foi o valor do pH medido ao final do experimento, o qual deu como resultado 5,5.

Expressões representacionais:



### **Interface CTSA**

Os fenômenos envolvendo os conceitos de ácido e base são importantes porque eles estão presentes em nossa vida. Dos vários exemplos que podemos dar, vamos utilizar um que é bastante discutido nos dias de hoje porque afeta muito o meio ambiente, como é o caso da chuva ácida. O experimento que acabamos de fazer é um exemplo do que acontece em lugares poluídos, onde as indústrias e os veículos jogam no ar uma quantidade muito grande de gás carbônico. O gás carbônico reage com a água da chuva formando o ácido carbônico, o que faz com que a chuva se



torne ácida e caia no solo e em plantações causando danos à natureza.

Resposta à pergunta inicial: Sim é possível, conforme ficou demonstrado.

O experimento foi útil porque chegou ao fim desejado durante o tempo de uma aula com tranquilidade. Permitiu a participação de alunos no experimento. Aguçou a curiosidade de vários alunos que fizeram várias perguntas. Não envolve reagente tóxico e nem perigoso. Pode ser realizado em sala de aula, não necessitando de laboratório. Mostrou-se bastante eficiente para a compreensão dos conceitos de ácido e base, que era o objetivo do experimento, além de deixar os alunos em condições de discutir o tema da chuva ácida em sociedade, o qual é bastante atual. Além disso, trabalhou um tema interdisciplinar com a biologia que é a respiração pulmonar, onde inspiramos o ar, o qual é uma solução gasosa que contém vários gases, inclusive gás carbônico e oxigênio. Parte do oxigênio é transformado em gás carbônico. Por isso quando expiramos o ar expelido tem uma quantidade razoável de gás carbônico, o qual foi necessário para formar o ácido carbônico e tornar a água mais ácida.

#### **4.5 Variante do Experimento de chuva ácida com emprego do gás carbônico.**

Pergunta: É possível tornar a água ácida apenas soprando sobre ela, mas com resultado instantâneo ?

##### **Materiais empregados:**

- água de torneira;
- um erlemmayer de 250 mL;
- indicador ácido base líquido (azul de bromotimol);

- Kit de medição de pH.

**Procedimentos:**

- chamar um aluno para medir o pH da água de torneira;
- colocar água no erlemmayer;
- pingar o indicador ácido-base na água;
- homogeneizar a solução;
- mandar observar o resultado;
- discutir com a turma o que eles observaram;
- chamar um aluno pra soprar no erlemmayer;
- pedir para o aluno prender a respiração pelo tempo máximo que for capaz;
- e depois sobrar no erlemmayer e agitá-lo;
- mandar observar o resultado;
- discutir com a turma o que eles observaram;
- perguntar a turma como é o processo de respiração;
- perguntar a turma qual a porcentagem de gás carbônico existente no ar que expelimos quando expiramos normalmente e comparar com a quantidade de gás carbônico que expelimos quando prendemos a respiração pelo tempo máximo que conseguimos suportar;
- pedir a um aluno que meça o pH da água do experimento.

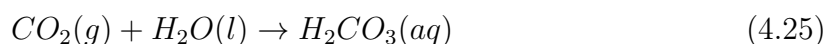
**Observações Macroscópicas:**

Inicialmente a água era incolor. Seu pH deu 7,0. Quando foi pingado o indicador ácido-base na água ela ficou com uma cor esverdeada. Depois que o erlemmayer foi soprado por um aluno que havia prendido a respiração pelo tempo máximo que suportou, a água mudou sua cor de verde para amarelo e seu pH ao final do experimento mediu 5,5.

**Interpretações submicroscópicas:**

A água ficou esverdeada com a adição de azul de bromotimol porque o pH da água de torneira é ligeiramente maior que 7,0 (no experimento deu 7,0) e 7,0 está no meio da faixa de viragem deste indicador que é um ácido orgânico fraco. Ele fica azul em soluções cujo pH está acima de 7,6. Fica amarelo em soluções cujo pH está abaixo de 6. Fica esverdeado quando o pH da solução está no meio, ou seja na faixa de viragem, que foi o que aconteceu. Depois do experimento, o gás carbônico expelido no sopro do aluno reagiu com a água. Formou-se assim o ácido carbônico (4.25), o qual se dissolveu na água, tornando-a mais ácida. Tal fato foi comprovado pela mudança de cor da água, a qual continha o indicador ácido base. O azul de bromotimol indica que uma solução é ácida quando sua cor é amarela. Outro fato foi o valor do pH medido ao final do experimento, o qual deu como resultado 5,5.

Expressões representacionais:



**Interface CTSA**

Os fenômenos envolvendo os conceitos de ácido e base são importantes porque eles estão presentes em nossa vida. Dos vários exemplos que podemos dar, vamos utilizar um que é bastante discutido nos dias de hoje porque afeta muito o meio ambiente, como é o caso da chuva ácida. O experimento que acabamos de fazer é um exemplo do que acontece em lugares poluídos, onde as indústrias e os veículos jogam no ar uma quantidade muito grande de gás carbônico. O gás carbônico reage com a água da chuva formando o ácido carbônico, o que faz com que a chuva se torne ácida e caia no solo e em plantações causando danos à natureza.

Resposta à pergunta inicial: Sim é possível, conforme ficou demonstrado.

O experimento foi útil porque chegou ao fim desejado durante o tempo de uma aula com tranquilidade. Permitiu a participação de alunos no experimento. Aguçou a curiosidade de vários alunos que fizeram várias perguntas. Não envolve reagente tóxico e nem perigoso. Pode ser realizado em sala de aula, não necessitando de laboratório. Mostrou-se bastante eficiente para a compreensão dos conceitos de ácido e base, que era o objetivo do experimento, além de deixar os alunos em condições de discutir o tema da chuva ácida em sociedade, o qual é bastante atual. Além disso, trabalhou um tema interdisciplinar com a biologia que é a respiração pulmonar, onde inspiramos o ar, o qual é uma solução gasosa que contém vários gases, inclusive gás carbônico e oxigênio. Parte do oxigênio é transformado em gás carbônico. Por isso quando expiramos o ar expelido tem uma quantidade razoável de gás carbônico, o qual foi necessário para formar o ácido carbônico e tornar a água mais ácida. E quando prendemos a respiração a quantidade de gás carbônico aumenta ainda mais, tendo em vista que o organismo continuou usando o oxigênio que ainda restava no ar expelido e transformando ele em gás carbônico, aumentando assim a concentração do gás carbônico no ar expelido pelo aluno.

## Capítulo 5

### Considerações Finais

Este trabalho de conclusão de curso iniciou com uma pesquisa histórica a respeito dos conceitos de ácido e base, bem como o conceito da chuva ácida ao longo dos tempos. Em seguida analisou a experimentação no ensino de química e apresentou cinco experimentos realizados em sala de aula que pudessem facilitar a aprendizagem por parte dos alunos dos conceitos de ácido e base.

No primeiro experimento foi empregado o enxofre em pó. Embora tenha atingido o objetivo, o tempo para a experimentação foi muito apertado para uma aula. Além disso, a queima do enxofre contamina o ar da sala de aula com o óxido de enxofre. Com relação ao tema da chuva ácida utilizada como referência, o enxofre tem a vantagem de ser um dos reagentes envolvidos na formação da chuva ácida na natureza.

No segundo experimento foi empregado o fósforo. Este experimento foi o mais demorado porque a queima do fósforo lança uma concentração muito baixa de óxido de enxofre no ar. Com isso, demanda mais tempo para dissolver a quantidade necessária deste óxido na água para torná-la ácida o suficiente para fazer o indicador ácido-base provocar a mudança da cor da água.

No terceiro experimento houve uma melhora muito grande com relação ao

---

tempo de experimentação, pois aliou os efeitos do enxofre em pó com os efeitos da queima do fósforo. Com isso a concentração de óxido de enxofre lançada no ar foi muito maior, facilitando sua dissolução na água. Tal fato permitiu realizar todo experimento em um tempo mais curto, dando mais flexibilidade para o professor.

No quarto experimento o reagente empregado foi o gás carbônico proveniente do pulmão humano, contido no ar expirado. Este experimento se mostrou mais rápido, mais limpo, mais seguro e o que menos poluiu o ambiente. Também empregou uma substância envolvida no fenômeno da chuva ácida na natureza, que é o gás carbônico expelido por carros e caminhões e muitas indústrias. Foi o que mais envolveu a participação dos alunos e o que permitiu tratar este assunto de forma interdisciplinar com a biologia.

O quinto experimento foi uma variação do quarto. Seu resultado apresentou todas as vantagens já citadas no experimento anterior. A diferença é que trabalhou com maior profundidade o tema da respiração humana. Além disso, a mudança de cor da água ocorre instantaneamente. Este fato facilita a compreensão por parte dos alunos. Por outro lado ele permite a participação de menos alunos. Com isso sugiro o emprego dos dois últimos experimentos, uma vez que foram os que mais vantagens apresentaram. Além disso, tempo de realização é curto, o que permite realizar os dois experimentos dentro do tempo de uma aula. Deixa claro para os alunos a diferença da concentração de gás carbônico contido no ar expirado normalmente do ar expirado quando prendemos a respiração.

Para este autor o trabalho de conclusão de curso deu a oportunidade de aprender a organizar um raciocínio de forma acadêmica, além de permitir o aprofundamento nos conceitos de ácido e base, os quais serão muito utilizados em futuras aulas a serem ministradas por este formando. Mais importante, porém, foi despertar o hábito da pesquisa, instrumento altamente valioso para o futuro profissional da educação.

Com isso concluo que o objetivo deste texto foi encontrar um experimento que permita ao professor de química ensinar os conceitos de ácido e base, utilizando o fenômeno conhecido da chuva ácida, dentro do tempo de uma aula e sendo realizado dentro da própria sala da aula. Ao final apresentamos uma proposta de experimentação a ser conduzida pelos alunos que desse a eles uma noção mais real do que seja desta chuva ácida. Assim, trabalhamos a educação no ensino de química tendo como contexto o tema chuva ácida, dando a ela um enfoque histórico, prático e social, uma vez que envolve o dia a dia das comunidades nas quais os alunos estão inseridos.

Além disso, aliamos as duas vertentes filosóficas da educação química que são o fazer e o pensar. O fazer aqui representado pelo manuseio da matéria pelo aluno na experimentação sugerida, permitindo uma visão real dos fatos por ele aprendidos e o pensar quando levamos o aluno a imaginar as transformações químicas ocorridas com a matéria durante o experimento desenvolvido por ele, a interpretar os resultados obtidos e a raciocinar, chegando a sua própria conclusão e com isso construindo por si mesmo os conceitos trabalhados.

# Referências Bibliográficas

- [1] ATKINS, Peter, Loretta Jones. Princípios de Química. Ed Bookman companhia Ed. Oxford, Inglaterra. 2012.
- [2] CASTRO, S.P. Algumas considerações sobre a precipitação ácida em florestas. Folha Florestal. Viçosa, v.14, n.50, p.1-4, 1981.
- [3] CHAGAS, A. (1998). O ensino de aspectos históricos e filosóficos da química e as teorias ácido-base do século XX. Química Nova. Campinas. 8 p. 2000.
- [4] FOGAÇA, Jennifer Rocha Vargas. Química Inorgânica. Disponível em: <[www.mundoeducacao.com.br/quimica/inorganica.htm](http://www.mundoeducacao.com.br/quimica/inorganica.htm)>. Acesso em: 17 nov. 2012.
- [5] <https://igorsuga.wordpress.com/author/igorsuga/>
- [6] ISSN 1981-9021 - Geo UERJ - Ano 11, v.2, n.19, 1º semestre de 2009. P. 44-78  
[www.geouerj.uerj.br/ojs](http://www.geouerj.uerj.br/ojs)
- [7] SALEH, S. Produção didático pedagógica: chuva ácida. 2008. 25 p. Projeto apresentado ao Programa de Desenvolvimento Educacional na disciplina de Química, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba. 2008.
- [8] SANTOS, Wildson; Maldaner, Otavio. Ensino de Química em Foco (Coleção



---

Educação em Química), Ed Unijuí, Ijuí, 2010.

[9] SANTOS, H. G. dos; COELHO, M. R.; ANJOS, L. H. C. dos; JACOMINE, P. K. T.; OLIVEIRA, V. A. de; LUMBRERAS, J. F.; OLIVEIRA, J. B. de; CARVALHO, A. P. de; FASOLO, P.J. Propostas de revisão e atualização do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. Rio de Janeiro, 2003. 56 p. (EMBRAPA-CNPS. Documentos, 53). Disponível em: [www.cnps.embrapa.br/solosbr/pdfs/doc53-2003-revisao-sbcs.pdf](http://www.cnps.embrapa.br/solosbr/pdfs/doc53-2003-revisao-sbcs.pdf) Atas e Comunicados. Acesso em: 3 out. 2015.

[10] SILVA, R. R; MACHADO, P.F.L; TUNES, R. Experimentar sem medo de errar. Ed Unijuí-Ijuí, 2010

[11] TAVARES, M.F.M. Análise química de íons em águas de chuva de regiões naturais; correlação com aerossóis atmosféricos . In: SIMPÓSIO BRASILEIRA DE HIDROGEOLOGIA E RECURSOS HÍDRICOS, 5. Blumenau, 1983.

[12] Tolentino, Mario; Filho, Romeu; Silva, Roberto. A atmosfera terrestre. Ed Moderna. São Paulo, 2004.