



UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS - UFAL
CAMPUS ARAPIRACA
QUÍMICA - LICENCIATURA

RHINKON VIEIRA TIÓDE

**RELATO DE EXPERIÊNCIA DE UM LICENCIANDO EM QUÍMICA COM A
METODOLOGIA DE ESTUDO DE CASO: O VAZAMENTO DE ÁCIDO NO RIO
DO SR. GURMECINDO – EXPERIÊNCIAS E VIVÊNCIAS**

ARAPIRACA

2023

Rhinkon Vieira Tióde

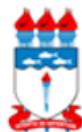
Relato de experiência de um licenciando em química com a metodologia de estudo de caso: o vazamento de ácido no Rio do Sr. Gurmecindo – experiências e vivências

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC), apresentado ao Curso de Química Licenciatura da Universidade Federal de Alagoas - Campus Arapiraca, como parte dos requisitos para obtenção do grau de Licenciado em Química.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Silvia Helena Cardoso.

Arapiraca

2023



Universidade Federal de Alagoas – UFAL
Campus Arapiraca
Biblioteca Setorial *Campus* Arapiraca - BSCA

T594r Tióde, Rhinkon Vieira
Relato de experiência de um licenciando em química com a metodologia de estudo de caso [recurso eletrônico]: o vazamento de ácido no Rio do Sr. Gurmecindo: experiências e vivências/ Rhinkon Vieira Tióde. – Arapiraca, 2023.
32 f.: il.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Sílvia Helena Cardoso.
Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Química) - Universidade Federal de Alagoas, *Campus* Arapiraca, Arapiraca, 2023.
Disponível em: Universidade Digital (UD) – UFAL (*Campus* Arapiraca).
Referências: f. 29-30
Anexo: f. 31-32.

1. Ácidos e bases. 2. Neutralização - Reações. 3. Estudos de caso. I. Cardoso, Sílvia Helena. II. Título.

CDU 54

Rhinkon Vieira Tióde

Relato de experiência de um licenciando em química com a metodologia de estudo de caso: o vazamento de ácido no Rio do Sr. Gurmecindo – experiências e vivências

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC), apresentado ao Curso de Química Licenciatura da Universidade Federal de Alagoas - Campus Arapiraca, como parte dos requisitos para obtenção do grau de Licenciado em Química.

Data de Aprovação: 29/04/2023

Banca Examinadora

Documento assinado digitalmente
 SILVIA HELENA CARDOSO
Data: 03/07/2023 22:04:03-0300
Verifique em <https://validar.itl.gov.br>

Prof.^a Dr.^a Sílvia Helena Cardoso
Universidade Federal de Alagoas - UFAL
Campus Arapiraca
(Orientadora)

Documento assinado digitalmente
 ADEILDO JUNIOR DE OLIVEIRA
Data: 03/07/2023 21:05:10-0300
Verifique em <https://validar.itl.gov.br>

Prof. Dr. Adeildo Junior de Oliveira
Universidade Federal de Alagoas - UFAL
Campus Arapiraca
(Examinador)

Documento assinado digitalmente
 JOAO PAULO TENORIO DA SILVA SANTOS
Data: 03/07/2023 14:55:26-0300
Verifique em <https://validar.itl.gov.br>

Prof. Dr. João Paulo Tenório da Silva Santos
Universidade Federal de Alagoas - UFAL
Campus Arapiraca
(Examinador)

AGRADECIMENTOS

A Deus, por toda saúde, força e discernimento que me fizeram chegar até aqui.

A minha família, por todo amor e carinho.

A minha orientadora, Dra. Silvia Helena Cardoso, pelo aceite, paciência e todo ensinamento não só neste momento, mas também em grande parte do curso.

A CAPES, pela bolsa fornecida, que foi de grande importância para minha permanência na universidade.

Aos colegas de turma pelos momentos alegres que passamos juntos e fizeram desta graduação uma fase marcante.

A Leiliane Tavares, uma referência em sabedoria, por me ajudar a definir e alcançar minhas metas.

A todos que, de forma direta ou indireta, contribuíram de alguma forma para este trabalho.

Todo aquele que se dedica ao estudo da ciência chega a convencer-se de que nas leis do Universo se manifesta um Espírito sumamente superior ao do homem, e perante o qual nós, com os nossos poderes limitados, devemos humilhar-nos.

(Albert Einstein)

RESUMO

Este trabalho apresenta uma proposta para ensino de química pautada no estudo de caso. Essa metodologia é baseada na simulação de uma situação real problematizada, onde o estudante é responsável por solucionar esse problema. A finalidade de um caso é deixar alguns elementos implícitos para estimular o estudante a buscar a resposta para solucionar o problema, colaborando com seu aprendizado em química. O trabalho consiste em descrever as características ideais de um caso, além de como ele pode ser aplicado baseado em um relato de experiência de resolução de um caso em que há o derramamento de um ácido em um rio. Foi utilizado o conhecimento sobre reações de neutralização para escolher o melhor composto para neutralizar o ácido, além de equipamentos ideais para realizar o trabalho com segurança e após isso utilizar técnicas adequadas de despoluição de rios para eliminar os resíduos oriundos da reação de neutralização. A proposta foi utilizar o carbonato de cálcio (CaCO_3) para neutralizar o ácido, nessa reação é formado o sulfato de cálcio (CaSO_4) que é considerado poluente, mas através da técnica de dragagem é possível removê-lo do meio. Do ponto de vista pedagógico, o uso dessa metodologia desenvolve habilidades e competências no estudante, pois permite que ele faça estudo de vários conteúdos para resolver um caso.

Palavras-chave: estudo de caso; reações de neutralização; ácidos e bases.

ABSTRACT

This paper presents a proposal for teaching chemistry based on a case study. This methodology is based on the simulation of a real problematized situation, where the student is responsible for solving this problem. The purpose of a case is to leave some elements implícita to encourage the student to seek the answer to solve the problem, collaborating with their learning in chemistry. The work consists of describing the ideal characteristics of a case, as well as how it can be applied based on an experience report of solving a case where there is an acid spill in a river. Knowledge about neutralization reactions was used to choose the best compound to neutralize the acid, as well as ideal equipment to carry out the work safely and after that, use appropriate river depollution techniques to eliminate waste from the neutralization reaction. The proposal was to use calcium carbonate (CaCO_3) to neutralize the acid, in this reaction calcium sulfate (CaSO_4) is formed, which is considered a pollutant, but through the dredging technique it is possible to remove it from the environment. From the pedagogical point of view, the use of this methodology develops skills and competences in the student, as it allows him to study various contents to solve a case.

Keywords: case study; neutralization reactions; acids and bases.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Mapa conceitual do passo a passo para resolver um caso	16
Figura 2 - Reação ácido-base de Lewis	19

LISTA DE QUADROS

Quadro 1- Informações sobre o ácido sulfúrico	24
---	----

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	10
2	OBJETIVOS.....	13
2.1	OBJETIVO GERAL	13
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	13
3	JUSTIFICATIVA PARA ESCOLHA DA METODOLOGIA	14
4	REFERENCIAL TEÓRICO	15
4.1	METODOLOGIA DE ESTUDO DE CASO	15
4.2	O QUE SÃO ÁCIDOS E BASES?.....	17
4.2.1	Teoria de Arrhenius	17
4.2.2	Teoria de Brønsted-Lowry	18
4.2.3	Teoria de Lewis	18
4.3	REAÇÕES DE NEUTRALIZAÇÃO E SAIS	19
5	METODOLOGIA.....	21
5.1	ANÁLISE DO CASO	21
5.2	PROPOSTA DE RESOLUÇÃO DO CASO	21
6	RESULTADOS E DISCUSSÃO	23
7	CONCLUSÃO.....	28
	REFERÊNCIAS.....	29
	ANEXO A - CASO: O VAZAMENTO DE ÁCIDO NO RIO DO SR.	
	GURMECINDO.....	31

1 INTRODUÇÃO

Segundo Paulo Freire (2003), ensinar não é transferir conhecimento, mas criar as possibilidades para sua própria construção, em outras palavras, o ato de ensinar envolve fazer o indivíduo prender a como adquirir conhecimento. Em se tratando da educação brasileira, é notório que apesar de muitos professores fazerem uso de metodologias não tradicionais, de modo geral, as aulas ainda são ministradas de forma tradicional, as aulas são centradas no professor, que define quais serão os conteúdos ministrados (assim como a organização de como será efetuado o processo de ensino-aprendizagem) e repassa seus conhecimentos aos alunos de forma oral através de aulas teóricas (SANTOS, 2011).

A respeito da química, é provável que a maneira com que ela é abordada nas escolas esteja contribuindo para a falta de interesse nessa ciência, de modo que os conceitos são apresentados, na maioria das vezes, de forma puramente teórica (SANTOS SOBRINHO, 2010), e para romper com esse ciclo de desinteresse, o aprendizado de química deverá ser planejado através da observação de experimentos e modelos visuais, os quais contribuem para uma melhor formação do aluno, seja ele de nível médio ou superior.

Nesse sentido, é fundamental que as práticas pedagógicas sejam ajustadas, compreendendo que isso seja necessário para uma mudança de cenário do nível atual para um nível superior desejado. Alguns teóricos defendem que a metodologia tradicional não deve ser substituída, mas sim aliada a outras metodologias (WEINTRAUB; HAWLITSCHKE; JOÃO, 2011), porém, não basta incluir um novo método sem embasamento, além de que é necessário avaliar com frequência os resultados que os alunos alcançaram através dele, para identificar se existe algo a ser ajustado (OLIVEIRA *et al.*, 2012).

Vygotsky defende que o estudante aprende melhor quando está diante de tarefas que envolvem um desafio cognitivo não muito discrepante, que se situem naquilo que ele chama de zona de desenvolvimento proximal – distância entre o nível de desenvolvimento real (relacionado com a capacidade de desenvolver tarefas sozinho) e o nível de desenvolvimento possível, relacionado a tarefas realizadas com a ajuda de terceiros (MARQUES, 2013). Nessa linha de pensamento, o aluno é estimulado a fazer pesquisas para que compreenda o conteúdo, então ele se torna ativo no processo de ensino-aprendizagem, enquanto o professor se torna coadjuvante. Nesse contexto, o aluno se torna capaz de construir seu próprio conhecimento (CÓRIA-SABINI, 2003).

Baseado nisso, para potencializar o aprendizado em química, é fundamental que os alunos estejam convencidos de que o conhecimento químico é de grande importância em nossas

vidas, que graças a esse conhecimento nós temos *smartphones* cada vez mais eficientes para as nossas necessidades e com baterias mais duradouras, carros elétricos, combustíveis mais sustentáveis e econômicos, produção de medicamentos, vacinas, dentre várias outras aplicações nas mais diversas áreas ligadas ao nosso cotidiano. Diante disso, é necessário justamente que o ensino de química esteja mais conectado às situações do dia a dia, promovendo assim um conhecimento maior sobre o meio em que vivemos.

No processo de aprendizagem, o estudante passa por vários momentos de dificuldade e para superá-los ele deve se adaptar ao cenário, mas também é importante reconhecer que a química é uma ciência complexa e que algumas vezes é necessário que o professor adapte o cenário para as condições do aluno para que o processo possa fluir bem, como explica Chassot (1995, p. 165):

[...] somos falantes de uma linguagem diferente daquela de nossos alunos, e para que eles possam entender a linguagem química é preciso que nós, assim como se faz com alguém que inicia a aprendizagem de uma língua estrangeira, os introduzamos nos diferentes códigos da nova língua e, inclusive, façamos que eles vejam as semelhanças desta com o dialeto que é corrente em seu mundo e que é regido, muitas vezes, por suas práticas sociais [...] (CHASSOT, 1995, p. 165).

Pensando em alternativas para resolver alguns entraves no ensino da química, muitos professores passaram a investigar as potencialidades em suas aulas de uma metodologia baseada em problemas conhecida como Estudo de Caso (EC). Segundo Yin (2001), o estudo de caso representa uma investigação empírica e compreende um método abrangente, com a lógica do planejamento, da coleta e da análise de dados. Pode incluir tanto estudos de caso único quanto de múltiplos, assim como abordagens quantitativas e qualitativas de pesquisa, permitindo assim um maior aprofundamento no conhecimento do assunto, oferecendo subsídios para novas investigações sobre a mesma temática. A resolução eficiente de um estudo de caso desperta no aluno a sensação de que ele é vencedor, capaz de superar dificuldades e para isso ele teve que ir em busca de conceitos, saber como aplicá-los, para então resolver o caso, sem que ao menos isso pareça um trabalho sem propósito.

Este método de pesquisa utiliza, geralmente, dados qualitativos, coletados a partir de eventos reais, com o objetivo de explicar, explorar ou descrever fenômenos atuais inseridos em seu próprio contexto e promove o desenvolvimento de habilidades cognitivas superiores nos estudantes, potencializa o pensamento crítico, a capacidade de resolução de problemas, argumentação, comunicação, entre outras (SÁ; QUEIROZ, 2010). Para Yin (2001) o estudo de caso contribui, de forma inigualável, para a compreensão que temos dos fenômenos individuais, organizacionais, sociais e políticos e permite compreender fenômenos sociais complexos.

No contexto do ensino-aprendizagem em química, o método do estudo de caso constitui em uma adequada estratégia para obter respostas a questões de pesquisa do tipo “como” e “por que”, questões estas ligadas a fenômenos contemporâneos e pertinentes ao contexto da vida real com a finalidade de entender detalhadamente o que acontece nesses casos, baseado num ponto de vista químico. É importante salientar que o processo não é tão simples, mas geralmente é instigante, de modo que nem sempre todos os dados do caso estão explícitos (simulando uma situação real), então o aluno deve utilizar de seus conhecimentos químicos e adquirir ou ampliar suas habilidades em pesquisar em fontes diversas e confiáveis.

Além de falar sobre estudo de caso e sua implementação no ensino de química, neste trabalho há também um relato da minha experiência individual - durante uma disciplina de graduação em Química Licenciatura na UFAL - com o caso “O vazamento de Ácido no Rio do Sr. Gumercindo” (Disponível em: <http://www.gpeqsc.com.br>), o qual descreve um acidente rodoviário com transporte de carga perigosa e corrosiva que foi derramada em um rio próximo.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Ampliar os conhecimentos sobre química e investigar as potencialidades do método de estudo de caso como experiência formativa de um estudante de graduação em Química.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Levantar as bases teóricas do Método de Estudo de Caso;
- Avaliar os principais atributos do caso selecionado;
- Propor uma solução para a resolução de um caso real ou fictício descrito na literatura;
- Apontar quais as principais habilidades e competências (conceituais, procedimentais e atitudinais), de acordo com a BNCC, a resolução do estudo de caso é capaz realizar em um estudante.

3 JUSTIFICATIVA PARA ESCOLHA DA METODOLOGIA

É importante que o professor tenha um repertório variado de metodologias de ensino para poder engajar o máximo de estudantes possível. Sabemos que o processo de aprendizagem dos conteúdos relacionados as ciências e a química pode ser muitas vezes exaustivo e de difícil compreensão, portanto, estabelecer conexões e investir na compreensão por parte do alunado de que a química está presente em tudo ao nosso redor torna-se fundamental. Despertar o interesse pelo estudo dos fenômenos naturais observados no dia a dia, dos problemas a serem solucionados e os desafios que enfrentamos pode tornar-se uma estratégia. Nesse contexto, o estudo de caso é uma alternativa para inserir o aluno em seu próprio contexto e nessa perspectiva também se torna uma alternativa ao professor para estimular os estudantes a buscar o conhecimento.

A escolha do método de estudo de caso neste trabalho, se deu pela necessidade de se utilizar metodologias ativas aliando-as com outros métodos de trabalho no intuito de que potencializem o aprendizado em química. Como nos informa Ponte (2002, p, 12), a reflexão é uma expressão muito próxima da noção de investigação sobre a prática e ainda completa mencionando a importância da investigação na construção do conhecimento e ressalta que é uma atividade muito relevante na prática docente.

Naturalmente, muitos leitores se propõem a buscar no seu próprio conhecimento elementos que o possam nortear e que ele mesmo, por conta própria, consiga resolver o caso. Quando sua insistência não gera resultados satisfatórios, ele passa a pesquisar em livros e principalmente na internet, por isso algumas vezes ele encontra mais de uma possível resolução para o caso, isso o faz pesquisar ainda mais, filtrar os resultados até chegar na proposta mais coerente. Dessa maneira, ele desenvolve habilidades para fazer pesquisas e buscar conhecimento de forma mais simplificada, além do mais, comparando as propostas de resolução ele poderá argumentar sobre o porquê cada uma tinha ou não potencial para auxiliar na resolução do caso.

4 REFERENCIAL TEÓRICO

4.1 METODOLOGIA DE ESTUDO DE CASO

Muitos de nossos costumes, em geral, são adaptados de acordo com nossos recursos e necessidades, inclusive muitas praxes do século passado, por exemplo, são tratadas como ultrapassadas. A forma de se comunicar, se locomover e até para comprar alguma coisa mudaram, de modo que as pessoas buscam cada vez mais praticidade. E na esfera educacional não é diferente, como explica Bennett et al. (2016), para realizar mudanças significativas nas práticas educativas, de modo que a escola possa atender às demandas sociais do século 21, precisamos rever e atualizar conceitos e teorias sobre a capacidade cognitiva dos seres humanos, assim como a forma com que conseguem aprender.

O estabelecimento de um processo avaliativo que colabore para a efetivação do ensino e da aprendizagem se identifica com as perspectivas que valorizam a educação formal e a apropriação dos conteúdos escolares. É também por meio da educação que a humanidade evolui e se firma a cada dia em busca da confirmação de sua razão e sabedoria. Deste modo, entende-se que as formas como a educação foi construída durante sua história se adaptaram em função do surgimento de novos contextos, confirmaram sua mutação e beneficiaram a humanidade de forma ampla, pois, a não cristalização de um método e a democracia no compartilhamento de informações, marca-chave da educação, firmam-se e se expandem (SOUSA, 2005).

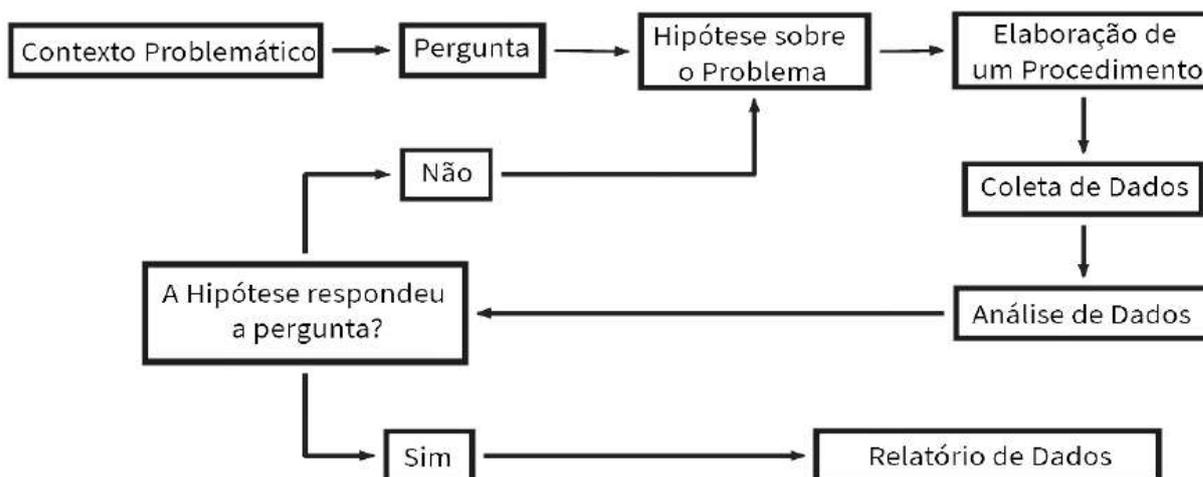
Com a finalidade de possibilitar o desenvolvimento de algumas habilidades, contribuir para a capacidade de tomada de decisão e para o entendimento dos conceitos de química, uma das proposições metodológicas de natureza pedagógica encontradas na literatura é o Estudo de Caso, descrito por Sá e Queiroz (2009), pois oferece a oportunidade de os alunos entrarem em contato com situações reais e problemas que estamos sujeitos a enfrentar, permitindo desenvolver senso crítico e habilidades, além de promover meios que facilitem a compreensão dos referidos conceitos. O método de Estudo de Caso utiliza narrativas (os casos) que descrevem situações vivenciadas por seus personagens, os quais precisam tomar decisões importantes em relação a um determinado assunto (SÁ; QUEIROZ, 2009).

Nessa metodologia, há participação ativa do aluno, na qual ele se torna responsável pela sua própria aprendizagem, por meio de situações problemas que devem ser solucionadas, proporcionando ao aluno o desenvolvimento de habilidades tais como a argumentação, criatividade e a tomada de decisões, superando problemáticas relacionadas ao ensino escasso. O método de estudo de casos tem os mesmos princípios da Aprendizagem Baseada em

Problemas, tradução de Problem Based Learning (PBL), que foi criado na Escola de Medicina da Universidade de McMaster, no Canadá, no final dos anos sessenta e logo foi adotado por faculdades de medicina de diversos outros países (SÁ; QUEIROZ, 2009; SÁ; FRANCISCO; QUEIROZ, 2007; PAZINATO; BRAIBANTE, 2014).

O estudo de caso foi relatado pela primeira vez no Ensino da Química Brasileira em 2007 com a publicação do artigo “Estudos de Caso em Química” na revista Química Nova (Sá, Francisco e Queiroz, 2007). Nessa metodologia o aluno é incentivado a se familiarizar com as circunstâncias que envolvem o caso, facilitando assim a compreensão dos fatos, valores e contextos nele presentes, com o intuito de solucioná-lo. Para isso, o estudante deve seguir um roteiro pré-definido para solucionar o caso, como mostra a Figura 1:

Figura 1 - Mapa conceitual do passo a passo para resolver um caso.



Fonte: Rosalino; Silva e Kasseboehmer (2018, p. 2).

O ensino de Química tem utilizado o estudo de caso com objetivo de despertar a atenção do estudante e aproximá-lo da realidade prática. Neste contexto, o professor auxilia os alunos a trabalhar com os fatos e análise de um problema e a considerar, então, as possíveis soluções e consequências de suas ações.

No que diz respeito as características intrínsecas do caso em estudo que poderão promover alguns avanços no processo de ensino e aprendizagem segundo Herreid (1998), o caso pode atender alguns critérios na sua elaboração, como, por exemplo: útil na esfera pedagógica; apresentar relevância ao leitor; despertar interesse pela problemática; deve estar inserido num contexto atual; forçar a tomada de decisão; ter aplicações na sociedade e narrar uma história. É necessário sempre a elaboração de uma linha de tempo em que a forma como o caso será trabalhado fique clara e detalhada, outro importante passo é a formulação de questões

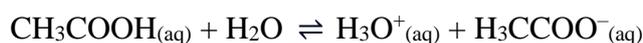
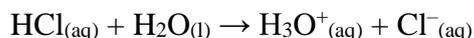
a serem trabalhadas pelos alunos, considerando os objetivos esperados com a sua aplicação, nesse passo é primordial a inserção de conteúdos de caráter científico, as habilidades que se pretende adquirir, as formas como os conceitos serão ministrados e desenvolvidos, além da sua execução na possível solução a ser proposta. Como essa etapa envolve a tomada de decisão, existem vários modelos que podem auxiliar o professor no desenvolvimento de questões, como as citadas e discutidas no livro “Estudo de casos no Ensino de Química” (SÁ e QUEIROZ, 2009).

4.2 O QUE SÃO ÁCIDOS E BASES?

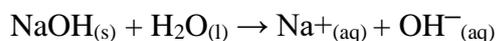
Esse é um tema muito abordado tanto no ensino médio quanto no ensino superior, pois é possível tratar de ácidos e bases na química analítica, química inorgânica e até na química orgânica. Na literatura há 3 teorias de ácidos e bases, cujas definições vão além do sabor: Arrhenius, Brønsted-Lowry e Lewis. Este texto foi baseado nos livros “Princípios de química: questionando a vida moderna e o meio ambiente” e “Química Inorgânica”, ambos escritos por Peter William Atkins e outros autores descritos na bibliografia deste trabalho.

4.2.1 Teoria de Arrhenius

O conceito de Arrhenius, possivelmente o mais antigo, é muito restrito e é válido somente quando a água é o solvente. Arrhenius define os ácidos como qualquer substância que aumenta a concentração do íon hidrônio, H_3O^+ , em solução aquosa (ATKINS, 2018). Exemplo: O ácido clorídrico (HCl) e o ácido acético (CH_3COOH) têm essa natureza porque reagem com a água de acordo com as equações abaixo:

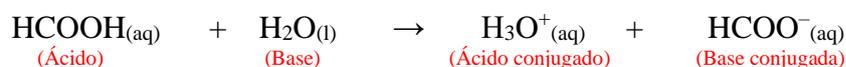
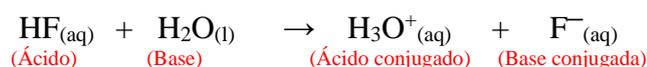


Já as bases são definidas como qualquer substância que aumenta a concentração do íon hidróxido (OH^-) em água (ATKINS, 2018). Exemplo: O NaOH, ao se dissociar em água, forma os íons Na^+ e OH^- :

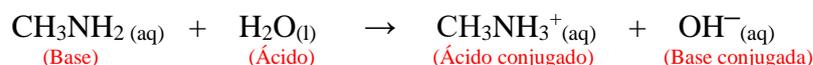


4.2.2 Teoria de Brønsted-Lowry

A teoria de Brønsted-Lowry considera que a característica essencial de uma reação ácido-base é a transferência de um próton (íon H^+) de uma espécie a outra, ou seja, não há necessidade de participação da água na reação (ATKINS, 2018). Nesse caso, ácido é uma espécie que contém um átomo de hidrogênio que pode ser transferido na forma de próton, como vemos nas equações a seguir tratando do ácido fluorídrico (HF) e do ácido metanoico (HCOOH), respectivamente:



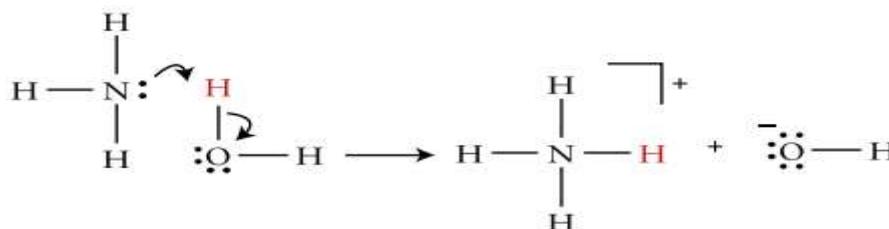
Já as equações abaixo mostram a natureza básica da amônia (NH_3) e da metilamina (CH_3NH_2), respectivamente, que têm a capacidade de receber um hidrogênio na forma de próton:



4.2.3 Teoria de Lewis

Dentre as teorias ácido-base descritas nos livros de Atkins, a de Lewis é a que abrange mais substâncias, pois, segundo ele, o conceito de ácido está relacionado com as espécies químicas aceptoras de par de elétrons, já as bases são espécies químicas doadoras de par de elétrons, ou seja, não se limita a presença de água ou íons H^+ , como consideram Arrhenius e Brønsted-Lowry, respectivamente. Através da Figura 2 a seguir fica evidente a dimensão do conceito de Lewis:

Figura 2 - Reação ácido-base de Lewis.



Fonte: Shriver e Atkins (2003).

4.3 REAÇÕES DE NEUTRALIZAÇÃO E SAIS

Com base nos conceitos abordados nos tópicos anteriores, podemos notar uma certa compatibilidade entre essas duas espécies e pensar o seguinte: ao reagir uma solução ácida com uma solução básica (desde que estejam em quantidades estequiometricamente equivalentes), a espécie formada não terá características ácidas ou básicas, ou seja, ocorre uma neutralização (BROWN, 2005). Por exemplo, ao reagir ácido clorídrico com hidróxido de sódio, acontece a seguinte reação:



Notamos que o HCl possui um hidrogênio ionizável e o NaOH possui uma hidroxila, então, este hidrogênio reage com esta hidroxila formando um mol de água, não havendo excesso de um ou do outro. Desse modo, houve a neutralização total do meio, ou seja, não está ácido ou básico. Em geral, esse tipo de reação formará água e íons em solução, cujo cátion é proveniente da base (como o Na^+ do NaOH) e o ânion é proveniente do ácido (como o Cl^- do HCl). Porém, se usadas quantidades equimolares dos reagentes e mesmo assim a solução final guarda características ácidas ou básicas deve se atentar à natureza (força) dos reagentes envolvidos.

Já em casos em que há excesso de ânion hidróxido (OH^-), acontece a neutralização parcial com a formação de uma espécie básica, como mostra o exemplo a seguir:



Podemos observar que o $\text{Ca}(\text{OH})_2$ possui dois hidróxidos, enquanto o HCl possui apenas um hidrogênio ionizável, que interage com um ânion hidróxido, havendo a sobra do outro hidróxido da base, que fará parte da composição do sal CaOHCl (hidroxicloreto de potássio), que possui caráter básico.

Há também a reação de neutralização parcial com formação de sal ácido, em que há excesso de hidrogênio ionizável, como mostra a reação a seguir:



Observamos que o ácido sulfúrico (H_2SO_4) possui dois hidrogênios ionizáveis, mas como a base NaOH possui apenas um hidróxido, haverá interação com apenas um hidrogênio do ácido, havendo a sobra do outro hidrogênio e formando um sal ácido (hidrogenossulfato de sódio).

Existem vários meios para se neutralizar um ácido ou uma base, isso vai depender do cenário em que se está trabalhando. Por exemplo, em um acidente de laboratório envolvendo queimadura por um ácido forte (H_2SO_4 ou HCl concentrado, por exemplo) em contato com a pele, não é adequado escolher uma base forte (como NaOH) para neutralizá-lo, pois causaria mais queimaduras ao indivíduo. Então nesse caso deve ser utilizada uma solução diluída de base fraca ou um sal básico, tal como o bicarbonato de sódio (NaHCO_3), que é um sal formado a partir da base conjugada de um ácido fraco.

Para entendermos a natureza dessas substâncias, é necessário falar da teoria de Brønsted-Lowry, em que em uma reação ácido-base um produto terá excesso de prótons e o outro terá deficiência de prótons, formando um ácido e uma base conjugadas, como mostra a reação a seguir, um mol de ácido carbônico (H_2CO_3) reagindo com um mol de água, formando o íon hidrônio, que é o ácido conjugado, e o íon carbonato (HCO_3^-), que é a base conjugada (ATKINS, 2018):



A partir disso, notamos que o íon hidrogenocarbonato forma outras espécies ao se ligar com cátions como o próprio Na^+ , produzindo o NaHCO_3 . Diante disso, é possível ter noção da quantidade de alternativas para se neutralizar um ácido, se tornando uma informação útil para o caso de precisar agir em caso de acidentes, como também se torna base para resolver o caso em questão neste trabalho.

5 METODOLOGIA

5.1 ANÁLISE DO CASO

Durante as disciplinas de Projetos Integradores 5 e Projetos Integradores 6, ministradas na Universidade Federal de Alagoas no curso de Química Licenciatura, foi apresentado para nós, graduandos, o método de estudos de caso, suas características e como ele está inserido no processo de ensino-aprendizagem, especificamente voltado para a química. Em seguida foram apresentados os estudos de casos presentes no site do Grupo de Pesquisa em Ensino de Química do IQSC (GPEQsc) - www.gpeqsc.com.br -, em seguida a turma foi dividida em equipes de, em média, 3 participantes e cada equipe tinha como objetivo a resolução de um caso. Com isso, nossa equipe ficou responsável pelo caso "O vazamento de ácido no rio do Sr. Gurmecindo" relatado na página 16.

Estruturalmente, o caso é escrito em um texto curto, em que todas as partes trazem elementos capazes de despertar a atenção do leitor, sendo introduzido por uma situação cotidiana, que é o transporte de carga perigosa em caminhão; seguido da problemática, ou seja, o acidente envolvendo o caminhão que causa o vazamento do ácido para a estrada até um rio próximo, sendo esse o clímax da história; e seu desfecho quando no final o autor deixa um questionamento em aberto que estimula o leitor a procurar pela resposta, isso se deve pelo fato de se tratar de uma situação que pode acontecer a qualquer momento e muitas pessoas não sabem como resolver, que é voltado a problemas de saúde e aos procedimentos que devemos tomar nesse tipo de caso.

5.2 PROPOSTA DE RESOLUÇÃO DO CASO

Seguindo as etapas descritas na Figura 1 contida no Referencial Teórico, iniciamos o trabalho procurando identificar o problema, pois bem, o caso descreve um acidente envolvendo um caminhão transportando um ácido então desconhecido, onde há o derrame na pista e escoamento para um rio próximo, o fato é que a água desse rio era bastante utilizada pelos habitantes locais para consumo próprio e tarefas domésticas. Então vem a questão: sabendo que é um ácido, como identificá-lo para, em seguida, neutralizá-lo e minimizar os impactos na fauna e a flora local? Bom, o texto dá alguns detalhes que se tornaram peça-chave para o desfecho desse caso, dentre elas estão a concentração e viscosidade. A partir disso, levantamos algumas hipóteses e apresentamos para nossa orientadora (a qual é a mesma orientadora para este

trabalho) em reuniões quinzenais, a partir disso, ela nos indicava materiais de fontes confiáveis e métodos para avançar na resolução do caso.

A partir da coleta e análise dos dados apresentados no caso, listamos os ácidos que mais se assemelham a essas propriedades: ácido clorídrico, ácido sulfúrico e ácido iodídrico. A partir disso, fizemos algumas pesquisas para encontrar as fichas de segurança desse ácido e então fazer a comparação de informações do caso e do ácido analisado. Uma delas, que foi publicada pela Faculdade Oswaldo Cruz, Rev. Abril/2003, nos permitiu identificar o ácido referido no texto. Seguindo na resolução do caso, foram feitas pesquisas bibliográficas no site do Periódicos Capes (Disponível em: www.periodicos.capes.gov.br) para encontrar materiais relacionados a derramamentos de ácidos em rios através das palavras-chave “ácido”, “rio ácido”, “acidentes com ácidos” e “derramamento de ácido”. O resultado das buscas não foi considerado satisfatório, pois o acervo de materiais sobre o assunto é pequeno, muito embora há vários relatos na mídia sobre a ocorrência desse tipo de acidente. Pode-se dizer que encontramos apenas um artigo que realmente estivesse dentro do contexto e, a partir dele, estudamos meios de neutralizar o ácido, os quais estão explícitos no referencial teórico. Por fim, houve a construção de proposta escrita de solução para o caso e confecção de slides para apresentação oral da proposta de resolução do caso em sala de aula.

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Considerando que o caso é escrito em um texto curto e retratando fatos cotidianos, o aluno estará inserido nesse contexto, tendo um embasamento inicial; por ser escrito com palavras de uso comum facilita a leitura e a identificação de elementos importantes, como o acidente rodoviário e os dados sobre o ácido. Além do mais, isso pode ser uma estratégia para despertar o interesse do leitor, visto que se há algum trecho interessante logo no início, ao fim da leitura ele instigará seu pensamento a elaborar possíveis maneiras de resolver o caso.

Ao destacar os principais trechos (que serão expostos posteriormente), ficou mais clara a dimensão do problema, o questionamento no final ajuda ainda mais a estimular o raciocínio do leitor, de modo que muitos podem classificar esse caso com um nível de dificuldade intermediário, instigando a sua resolução. Mas o autor também mostra que será preciso um bom tempo de dedicação, visto que algumas informações não estão explícitas, desse modo, essa atividade tende a ser produtiva, de modo a desenvolver a capacidade intelectual do estudante.

Após algumas discussões sobre o texto, foi possível notar pontos de extrema importância para nos auxiliar, a partir disso foram elaboradas hipóteses sobre qual era o ácido em questão e para posteriormente pensar em possíveis alternativas para despoluir o rio. Além disso, pensamos em agentes neutralizadores, dentre eles entraram em discussão bases em geral, inicialmente as mais conhecidas como NaOH, KOH, Al(OH)₃, Ca(OH)₂, analisando o produto formado em cada reação.

Partindo de um mapeamento das informações fornecidas e da proposição de hipóteses sobre a natureza do ácido, a equipe pôde identificar o ácido em questão para seguir posteriormente com a melhor conduta para uma solução. O caso trouxe algumas informações sobre o ácido transportado que nos possibilitou identificá-lo, algumas delas, como “incolor e de cheiro forte” além do fato do motorista ter sofrido queimaduras nos deu uma ideia inicial. Mas, a informação determinante para identificar o tal ácido foi a densidade, no texto fala que o volume do ácido era de 30 litros, que correspondia a 55,2 kg, desse modo, através do seguinte cálculo podemos descobrir o valor da densidade:

$$d = \frac{m}{v} = \frac{55,2}{30} = 1,84 \text{ Kg/L} = 1,84\text{g/mL}$$

Então procuramos na internet ácidos que tenham essa característica e através do site da Solução Química (Disponível em: www.solucaoquimicagru.com.br) descobrimos que se tratava do ácido sulfúrico (H₂SO₄). A seguir estão alguns dados sobre ele no quadro 1:

Quadro 1 - Informações sobre o ácido sulfúrico.

Produto	ÁCIDO SULFÚRICO
Sinônimo	Sulfato de Hidrogênio, Ácido de Bateria, Óleo de Vitríolo, Espírito de Vitríolo, Vitríolo.
Grupo químico	Ácido Inorgânico
Fórmula química	H ₂ SO ₄
Peso molecular	98,08
Concentração (como H ₂ SO ₄)	98,0%
Densidade a 20° C	1,835 g/cm ³

Fonte: Disponível em: www.solucaoquimicagra.com.br. Acesso em: 03 maio 2021.

O texto também apresenta dados que possibilitaram confirmar nossa hipótese sobre o ácido sulfúrico ter sido responsável por contaminar o rio. Por exemplo, os tipos de indústrias em que o ácido é utilizado como matéria-prima quando o autor fala: “é um tipo de ácido muito utilizado na indústria química, têxtil, metalúrgica, de sabões e detergentes, fertilizantes e outras [...]” (ARAÚJO e ALMEIDA, 2017). Todas as indústrias citadas no texto fazem a utilização do ácido sulfúrico, principalmente a indústria de fertilizantes derivados de fosfatos e sulfatos. Então, a partir da identificação do ácido, seguindo o mapeamento para solução do caso, foi necessário encontrar formas de neutralizar e minimizar o máximo possível os impactos causados pelo vazamento desse ácido.

Em contato direto com o ser humano, o ácido sulfúrico é um potente irritante do trato respiratório, pele e olhos. Sobre a pele produz queimaduras gravíssimas até o 3º grau (que lesiona a pele por inteira) e, nos olhos, catarata e glaucoma. Sua ingestão pode provocar severos danos ao aparelho gástrico, sua inalação pode causar sangramentos, edemas pulmonares e dificuldades respiratórias graves. Ele deve ser manuseado com cuidado, com uso de jaleco e vidrarias apropriadas, como béquer e Erlenmeyer, além de que sua neutralização deve ser feita de maneira lenta, derramando o agente neutralizante aos poucos. Por se tratar de uma reação muito exotérmica, na diluição do ácido sulfúrico e outros ácidos fortes deve-se sempre observar que o ácido deve ser adicionado a água e não o contrário, a fim de evitar uma reação violenta.

Nesse contexto, a nossa equipe propôs resolver o problema a partir da neutralização da substância que vazou. Primeiramente, os bombeiros deveriam interditar a rodovia, para evitar

algum outro acidente, uma alternativa é espalhar areia sobre o ácido para conter o vazamento. Feito isso, os químicos deveriam recolher uma amostra da água contaminada no rio, com uso de equipamentos de proteção: jaleco e luvas, além de béquer para coletá-la e armazená-la em um Erlenmeyer com tampa. Logo após, deve-se utilizar um pHmetro portátil para medir o pH da solução e determinar precisamente o quão ácido aquele meio está para elaborar um meio de neutralizá-lo.

A depender da espécie que se deseja neutralizar é necessária uma base ou um sal não neutro. O conhecimento sobre reações de neutralização explícito no referencial teórico foi de grande importância para chegarmos à resolução desse caso. Então, listamos alguns ácidos fracos e entre eles estava o ácido carbônico (H_2CO_3) que em solução aquosa pode formar o ânion hidrogenocarbonato (HCO_3^-) ou o carbonato (CO_3^{2-}) como base conjugada. Então pesquisamos sais formados a partir desta base conjugada visando encontrar algum que poderia reagir com o ácido sulfúrico que ao menos diminuísse os impactos no rio.

Foi aí que encontramos um sal conhecido por uma boa parte das pessoas: o carbonato de cálcio (CaCO_3), geralmente usado como medicamento no tratamento de sintomas relacionados à acidez estomacal, isso nos deu uma confiança maior que era a solução mais adequada para o nosso problema. A equação balanceada da reação entre CaCO_3 e H_2SO_4 é descrita da seguinte maneira:



Os produtos formados são, respectivamente, sulfato de cálcio, água e gás carbônico. O sulfato de cálcio (CaSO_4) formado nessa reação é uma substância de caráter neutro em forma de pó de cor branca, geralmente utilizado na agricultura como condicionador do solo, atuando como fornecedor de nutrientes.

Sobre os cuidados com o sulfato de cálcio, basta manter longe do contato dos olhos, evitar inalação e ingestão dele. É também importante considerar que em toda reação química existe uma proporção adequada entre os reagentes para que alcance o resultado desejado e evitar problemas maiores.

Considerando que as medidas de segurança já foram tomadas pelos bombeiros, precisamos resolver a seguinte questão: qual a quantidade de carbonato de cálcio necessário é ideal para neutralizar o ácido sulfúrico derramado no rio? A resposta é simples e envolve alguns cálculos. Primeiro, temos que buscar algumas informações que o texto fornece: o volume do ácido transportado é de 30 L, que corresponde a 55,2 kg e sua concentração é de 98%, isso significa que há 98 g de ácido sulfúrico a cada 100 g de solução, portanto, temos que descobrir

a massa de ácido sulfúrico contida em 30 L (55,2 kg ou 55200 g) de solução. Podemos expressar matematicamente da seguinte maneira:

$$\begin{array}{l} 98 \text{ g (H}_2\text{SO}_4) \text{ ----- } 100 \text{ g (solução)} \\ \quad \quad \quad x \text{ ----- } 55200 \text{ g (solução)} \end{array}$$

Então, temos que:

$$x = (55200 \cdot 98) / 100 = 54096 \text{ g (H}_2\text{SO}_4)$$

Vemos na equação de reação que para cada 1 mol de H_2SO_4 , é formado 1 mol de CaSO_4 , então sabemos que estão na mesma proporção. Agora precisamos descobrir a massa de CaCO_3 que será usada para neutralizar 54096 g do ácido derramado. Vejamos, 1 mol de H_2SO_4 corresponde a 98 g e 1 mol de CaCO_3 corresponde a 100 g, então se 1 mol de H_2SO_4 reage com 1 mol de CaCO_3 , dessa forma, para 54096 g de H_2SO_4 , precisamos de uma massa “y” de CaCO_3 . Vejamos o cálculo:

$$\begin{array}{l} 98 \text{ g (H}_2\text{SO}_4) \text{ ----- } 100 \text{ g (CaCO}_3) \\ 54096 \text{ g (H}_2\text{SO}_4) \text{ ----- } y \end{array}$$

Logo:

$$y = (100 \cdot 54096) / 98 = 55200 \text{ g de CaCO}_3$$

Esse valor corresponde a 55,2 kg de CaCO_3 , o mínimo necessário para neutralizar 54,1 kg do ácido. Então, agora que já temos todos os dados que precisamos, temos que pesar 55,2 kg de carbonato de cálcio, para isso é necessário o uso de jaleco e luva, para evitar contato com a substância. Já no momento de reagir as duas substâncias, é necessário o uso de equipamentos mais seguros: luvas, botas e aventais de PVC; óculos de segurança amplavisão; máscara panorama com filtro para gases ácidos e equipamento autônomo de respiração. Então coloca o montante de CaCO_3 necessária em um recipiente de volume suficiente, e por se tratar de um ácido é preciso derramá-lo com a maior cautela possível e se afastar, até porque o contato direto e os vapores gerados podem causar danos nas pessoas, instalações e equipamentos, de acordo com o guia de medidas para acidentes com substâncias químicas da Universidade Federal do Rio Grande.

Como foi visto anteriormente, ao reagir o ácido sulfúrico com o carbonato de cálcio, forma-se o sulfato de cálcio, que nesse caso se torna um poluente para o rio. Para coletá-lo

daquele meio, é necessário utilizar uma técnica bastante adotada na despoluição de rios: a dragagem, que inclusive já foi utilizada para despoluição da Baía de Guanabara, no Rio de Janeiro (Companhia Docas do Rio de Janeiro). A técnica consiste em usar uma embarcação equipada com bombas de sucção para remover sedimentos do fundo de corpos hídricos, esse material é transportado através de encanações e depositado em um local longe do ambiente aquático.

Nesse caso, após efetuar a neutralização do ácido sulfúrico, observa-se que o indicadores de poluição do rio deverão ser acompanhados por um período a fim de se avaliar a necessidade de retirada do sulfato de cálcio do rio, via processo de dragagem, uma vez que este é um processo bastante drástico e oneroso.

7 CONCLUSÃO

Em vários tópicos do texto fica nítida a importância de se utilizar a metodologia de estudo de caso em aulas de química, seja no ensino médio ou no ensino superior, pois deixa evidente a necessidade de se empenhar, pesquisar e de se obter resultados coerentes. Atualmente esta é uma maneira totalmente válida de se ensinar e aprender, pois ela foge dos padrões de ensino, mas não foge do objetivo principal que é ter um aprendizado significativo, aliás, se bem utilizada, essa prática pode gerar resultados melhores que o esperado.

Diante de tantos riscos ambientais, buscamos, levando em consideração as propriedades químicas, físico-químicas, estabilidade, reatividade, informações toxicológicas, composição, classificação e efeitos adversos, a conduta mais adequada para solucionar o caso em estudo, e em consequência de diversas pesquisas chegamos em um consenso, encontramos a alternativa mais viável em termos de rapidez e eficiência, além de não proporcionar nenhum dano adicional ao local.

Esse trabalho nos permitiu expandir os horizontes, visto que nos proporcionou um conhecimento mais aprofundado sobre a química, em especial as reações de ácido-base, estimulou e nos fez aprender como pesquisar, como proceder em caso de acidentes envolvendo materiais perigosos, que muitas vezes a química traz soluções práticas para problemas do dia a dia que parecem insolucionáveis, que muitas coisas aparentemente inúteis acabam sendo muito úteis em alguns casos.

Do ponto de vista pedagógico, a realização do trabalho também desenvolve competências acerca de conteúdos conceituais, pois estimula a pesquisar sobre conceitos químicos, reações de neutralização e a reação do ácido sulfúrico na pele; conteúdos procedimentais, quando aprendemos como a reação deve ocorrer, a calcular a massa necessária do agente neutralizante e como fazer ele reagir com o ácido; e conteúdos atitudinais, quando aprendemos sobre a conduta necessária para fazer a reação ocorrer, usando os equipamentos necessários e obedecendo a distância necessária para não causar problemas maiores.

REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, R. B.; ALMEIDA, L. C. . **O vazamento de ácido no Rio do Sr. Gumercindo.** [S.l.:s.n.], 2017. Material didático.
- ATKINS, P.; JONES, L.; LAVERMAN, L. **Princípios de química:** questionando a vida moderna e o meio ambiente. 7. ed. Porto Alegre: Bookman, 2018. 830 p.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução RDC nº 274, de 22 de setembro de 2005.** Aprova o Regulamento Técnico para Águas Envasadas e Gelo. Brasília, DF: MS, 2005.
- BROWN, Theodore; LEMAY, H. Eugene; BURSTEN, Bruce E. **Química:** a ciência central. 9. ed. São Paulo: Prentice-Hall, 2005.
- CHASSOT, A. L. **Para que(m) é útil o ensino? Alternativas para um ensino (de Química) mais crítico.** Canoas, RS: ULBRA, 1995.
- COMPANHIA DOCAS DO RIO DE JANEIRO. **Estudo de Impacto Ambiental – EIA:** Projeto de dragagem do canal de acesso e das bacias de evolução dos terminais do Porto do Rio de Janeiro e de Niterói. Rio de Janeiro: CDRJ, set. 2002. Disponível em: <https://www.portosrio.gov.br/sites/default/files/inline-files/eia-dragagem-2002.pdf>. Acesso em 10 abr. 2023.
- CÓRIA-SABINI, M. A. A aplicação de teorias psicológicas ao planejamento e avaliação do processo de ensino-aprendizagem. **Revista Psicopedagogia**, São Paulo, v. 20, n. 62, p. 162-172, 2003.
- HOFFMANN, Jussara Maria Lerch. Avaliação mediadora: uma relação dialógica na construção do conhecimento. *In:* HOFFMANN, Jussara Maria Lerch. **Avaliação do rendimento escolar.** São Paulo: FDE, 1994. p. 51-59.
- JAQUES, Maikel Aristmunha; MONTEIRO, Sandra Carvalho Rodrigues. **Guia de medidas para acidentes com substâncias químicas:** primeiros socorros, controle para derramamento ou vazamento e combate a incêndio. Rio Grande, RS: Universidade Federal do Rio Grande, Instituto de Ciências Biológicas, [201?]. Disponível em: <https://icb.furg.br/images/pdf/guia-de-medidas-para-acidentes-com-substancias-quimicas.pdf>. Acesso em: 29 mar. 2023.
- MARQUES, R. A pedagogia construtivista de Lev Vygotsky (1896-1934). **Yumpu**, 31 maio 2013. Disponível em: <https://www.yumpu.com/pt/document/view/15222694/1-a-pedagogia-construtivista-de-lev-vygotsky-1896-1934-ramiro-> . Acesso em: 07 fev. 2023.
- OLIVEIRA, Adriana Pachêco de *et al.* Evaluation of a strategic practice demonstration method applied to endodontic laboratory classes. **Revista Odonto Ciência**, Porto Alegre, v. 27, n. 2, p. 127-131, 2012.
- OLIVEIRA, M. K. **Vygotsky:** aprendizado e desenvolvimento; um processo sócio-histórico. São Paulo: Scipione, 1998.

PONTE, J. P. Investigar a nossa própria prática. *In: GTI (org.). **Refletir e investigar sobre a prática profissional***. Lisboa: APM. 2008. p. 5-28.

QUEIROZ, Salete Linhares; CABRAL, Patrícia Fernanda de Oliveira (org.). **Estudos de caso no ensino de ciências naturais**. São Carlos: Art Point gráfica e Editora, 2016. Disponível em: http://www.cdcc.usp.br/livros/2016-Estudos_de_Caso.pdf. Acesso em: 10 abr. 2023.

ROSALINO, I.; SILVA, D. M.; KASSEBOEHMER, A. C. Estudo do desenvolvimento do espírito científico em aulas de química geral com a aplicação do método investigativo. *In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA*, 6., 2018, Ponta Grossa, PR. **Anais [...]**. Ponta Grossa, PR: UTFPR, 2018. p. 1-12.

SÁ, Luciana Passos; QUEIROZ, Salete. **Estudo de caso no ensino de química**. 2.ed. Campinas: Átomo, 2010.

SANTOS SOBRINHO, Celso Luis Soares dos. **A aplicação do ensino de história da ciência em uma aprendizagem significativa da disciplina química**. 2010. 154 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências na Educação Básica) – Universidade do Grande Rio “Prof. José de Souza Herdy”, Duque de Caxias, RJ, 2010.

SANTOS, W. S. Organização curricular baseada em competência na educação médica. **Revista Brasileira de Educação Médica**, Rio de Janeiro, v. 35, n. 1, p. 86-92, jan./mar. 2011.

SANTOS, W. L. P. dos; MORTIMER, E. F.. Tomada de decisão para ação social responsável no ensino de ciências. **Ciência & Educação** (Bauru), v. 7, n. 1, p. 95-111, 2001. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1516-73132001000100007>. Acesso em: 26 set. 2022.

SHRIVER, D. F.; ATKINS, P. W.; LANGFORD, C. H. **Química inorgânica**. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2003.

WEINTRAUB, M.; HAWLITSCHK, P.; JOÃO, S. M. A. Jogo educacional sobre avaliação em fisioterapia: uma nova abordagem acadêmica. **Fisioterapia e Pesquisa**, São Paulo, v. 18, n. 3, p. 280-286, jul./set. 2011.

YIN, Robert K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. 2.ed. Trad. Daniel Grassi. Porto Alegre: Bookman, 2001.

ANEXO A – CASO: O VAZAMENTO DE ÁCIDO NO RIO DO SR. GURMECINDO

Caso: O vazamento de ácido no rio do Sr. Gumercindo.

Uma carga de 30 litros de solução ácida (equivalente a 55,2 kg) com 98% de concentração vazou na pista da Rodovia Anhanguera, na altura de Ribeirão Preto, devido a um acidente entre dois caminhões na manhã desta terça-feira (01 de Abril). De acordo com a Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (Cetesb), a colisão provocou o rompimento das válvulas traseiras do caminhão-tanque e o ácido vazado percorreu cerca de 50 metros. O trecho de um rio próximo à via foi contaminado.

A equipe de jornalismo da TV Tupi estava no local fazendo a cobertura, e a repórter dizia:

- No local estão chegando os bombeiros, a polícia rodoviária e técnicos da Cetesb. Os bombeiros estão interditando a via.

- Nossa gente... O cheiro aqui no local é ruim e o líquido é incolor. Estamos utilizando máscaras de proteção. Segundo a equipe da Cetesb, é um tipo de ácido muito utilizado na indústria química, têxtil, metalúrgica, de sabões e detergentes, fertilizantes e outras.

- O motorista que dirigia o caminhão sofreu queimaduras devido ao contato com o ácido, mas já está sendo socorrido pela equipe de bombeiros.

Gumercindo, o proprietário da lavoura próxima à rodovia, apareceu no local e foi entrevistado pela repórter:

E ele disse:

- Eu moro aqui em frente, e estava na cidade comprando ração para o meu gado. Quando cheguei aqui perto, fiquei assustado com o acidente e tive que esperar a pista ser liberada para eu chegar até minha casa.

A repórter perguntou para Gumercindo se ele tinha observado algo fora do comum após o acidente, ele então respondeu:

- Observei um líquido sem cor escorrendo pela pista, e atingindo o rio que fica no fundo da minha casa. A água deste rio eu utilizo em minha casa, uso também para irrigar a minha plantação de café e para o gado.

Gumercindo continuou dizendo:

- Eu só queria saber como eles vão resolver o problema da contaminação da água do rio.

Questão: Suponha que você seja um dos técnicos da Cetesb e tenha que colaborar na análise técnica para confirmar qual é o ácido que foi derramado, já que essa informação não foi disponibilizada para a equipe. E depois você deverá proceder ajudando na descontaminação do rio afetado pelo ácido. Assim, proponha pelo menos 2 possíveis soluções, justificando qual das soluções é a melhor para o senhor Gumercindo, morador da região.

Fonte: Araújo e Almeida (2017).

Considerando a importância de informações concretas a respeito dos ácidos, das bases e das reações de neutralização para a resolução do caso em questão neste próximo subtópico abordaremos brevemente alguns conceitos que servirão de subsídio para a nossa proposta de resolução.