



ACADEMIA DA FORÇA AÉREA
DIVISÃO DE ENSINO
CURSO DE FORMAÇÃO DE OFICIAIS INTENDENTES

MURILO HIROYUKI MATSURA, Cad Int

Disciplina experimental de ciências: uma proposição para a Academia da Força Aérea

Pirassununga
2020

ACADEMIA DA FORÇA AÉREA
DIVISÃO DE ENSINO
CURSO DE FORMAÇÃO DE OFICIAIS INTENDENTES

MURILO HIROYUKI MATSURA, Cad Int

Disciplina experimental de ciências: uma proposição para a Academia da Força Aérea

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado no Curso
de Formação de Oficiais Intendentes da Academia da
Força Aérea.
Orientadora: Prof^a. Dr^a. Marina Pelegrini

Pirassununga
2020

ACADEMIA DA FORÇA AÉREA
DIVISÃO DE ENSINO
CURSO DE FORMAÇÃO DE OFICIAIS INTENDENTES

MURILO HIROYUKI MATSURA, Cad Int

Disciplina experimental de ciências: uma proposição para a Academia da Força Aérea

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado no Curso de Formação de Oficiais Intendentes
da Academia da Força Aérea.

Data de aprovação: ___/___/2020

MEMBROS COMPONENTES DA BANCA EXAMINADORA

Orientador: MARINA PELEGRINI

Membro Titular: ANTÔNIO LUIZ FERRARI

Membro Titular: JOSÉ FRANCISCO SILVA COSTA JÚNIOR

Pirassununga
2020

Dedico este trabalho a Deus, meus pais e meu irmão, com amor, admiração e gratidão por seu apoio, carinho e presença ao longo do período de elaboração deste trabalho.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por todas as oportunidades que eu tive ao longo da minha vida.

À minha família, pelo apoio em todos os momentos.

A todos os meus amigos, pelos inúmeros aprendizados.

À Prof^a. Dr^a. Marina Pelegrini, pela atenção e apoio.

À Academia da Força Aérea, pela oportunidade de realização do curso.

*Quanto mais eu estudo a natureza, mais me
maravilho com a obra do Criador.*

(Louis Pasteur, 1902)

RESUMO

Este trabalho visa apresentar um curso experimental de ciências viável para os cadetes aviadores, intendentess e de infantaria da Academia da Força Aérea, na forma de disciplina optativa ou eletiva, como meio de estimular e promover o pensamento científico, visto que muitas disciplinas das Ciências Exatas foram suprimidas do currículo dos cadetes da Academia da Força Aérea ao longo dos anos. O pensamento científico possui grande relevância para a tomada de decisões pautadas na lógica e na impessoalidade, promovendo um alinhamento de mentalidade dos futuros oficiais com a instituição. Para propor o curso, houve a seleção dos possíveis experimentos baseado em características como abrangência do tópico, informatividade, tempo para a realização e facilidade na execução, levando em consideração a utilização de reagentes e materiais mais acessíveis ou de uso cotidiano. Com a realização dos experimentos, foi analisado se estes atendem às características supracitadas e se são adequados para serem abordados na disciplina proposta. Após a realização das experiências, foi possível propor discussões que tornará a atividade ainda mais enriquecedora, abordando outros assuntos relacionados ao tema. Com base na execução dos experimentos e nos estudos que a antecederam, é possível afirmar que uma disciplina no formato proposto é viável nesta Academia, visto que a realização bem como a discussão dos experimentos podem ocorrer em um ou dois tempos de aula, os materiais necessários foram facilmente encontrados e não houve a necessidade de conhecimentos técnicos profundos.

Palavras-chave: Disciplina Optativa. Ciência. Química Experimental.

ABSTRACT

This study aims to present a feasible experimental course of science to aviation, logistics and infantry cadets of Brazilian Air Force Academy (Academia da Força Aérea) as an optative discipline as a mean of stimulate and promote critical thinking, since many exact science disciplines have been removed from the curriculum of cadets over the years. Scientific thought has a high relevance to decision-making guided by logic and impersonality, promoting the alignment of the mindset of the officials and the institution. To propose the course, the selection of experiments based on characteristics like coverage of the topic, informativeness, time to carry out and facility to perform, taking into account to use accessible reagents and daily used materials. By performing the experiments, they were analyzed if they meet the above-mentioned characteristics and if they are suitable for addressed in the proposed discipline. After performing the experiments, it was possible to propose discussions that will make the activity more enriching, addressing other subjects related to the theme. With the performing of the experiments and the researches that preceded it, it is possible to affirm that a discipline in the proposed way is feasible in this Academy, since the accomplishment as well as the discussion of the experiments can be done in one or two classes, the necessary materials were easily founded and a deep technical knowledge was not mandatory.

Keywords: Optative Discipline. Science. Experimental Chemistry.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	9
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	10
2.1 Desenvolvimento do Pensamento Científico	10
2.1 Estado da Arte	12
3 METODOLOGIA	13
3.1 Seleção dos Experimentos	13
3.2 Execução das Experiências	14
3.3 Experiência	15
3.3.1 Fio que Atravessa o Gelo	15
3.3.2 Separação da Mistura Óleo e Sal de Cozinha	16
3.3.3 Curva de Aquecimento da Água	17
3.3.4 Lei dos Gases	17
3.3.4.1 Lei de Boyle-Mariotte - Condições Isotérmicas	17
3.3.4.2 Lei de Charles - Condições Isobáricas	17
3.3.4.3 Lei de Gay-Lussac - Condições Isocóricas	17
3.3.5 Ligações Químicas	17
3.3.6 Dissociação e Ionização	17
3.3.7 Equilíbrio Químico	17
3.3.8 Termoquímica	18
3.3.9 Cinética Química	18
3.3.10 Ácidos e Bases	18
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	19
4.1 Fio que Atravessa o Gelo	19
4.2 Separação da Mistura Óleo e Sal de Cozinha	22
4.3 Curva de Aquecimento da Água	23
4.4 Lei dos Gases	24
4.4.1 Lei de Boyle-Mariotte - Condições Isotérmicas	24
4.4.2 Lei de Charles - Condições Isobáricas	24
4.4.3 Lei de Gay-Lussac - Condições Isocóricas	24
4.5 Ligações Químicas	26
4.7 Equilíbrio Químico	28
4.8 Termoquímica	31
4.9 Cinética Química	32
4.10 Ácidos e Bases	34
4.11 Discussão	36
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	37
REFERÊNCIAS	38

1 INTRODUÇÃO

Ao longo dos anos, o currículo da Academia da Força Aérea (AFA) passou de um viés de curso de engenharia para um viés de curso de administração e esse processo acarretou uma redução das disciplinas de Ciências Exatas, que são de suma importância para o desenvolvimento do pensamento lógico e crítico. Como futuros oficiais e líderes da Força Aérea Brasileira, que são os tomadores de decisão, é necessário que o pensamento científico seja devidamente inculcado nos cadetes.

O desenvolvimento do pensamento científico leva ao olhar crítico e questionador sobre os acontecimentos que necessitam de atenção e de tomada de decisão ao longo da vida profissional. Deste modo, a ciência e a utilização de métodos científicos podem conduzir ao desenvolvimento de um olhar crítico.

Este Trabalho de Conclusão de Curso busca propor um curso Experimental de Ciências, como uma disciplina optativa ou eletiva, já que não é possível estabelecê-la como uma disciplina padrão, visto a extensa grade curricular. Dessa forma, reforça o quadro de disciplinas Exatas nesta Academia, ainda que de modo incipiente.

Além de propiciar o pensamento científico, os oficiais da Aeronáutica que desejarem se aprimorar na carreira em algum Curso de Engenharia no ITA (Instituto Tecnológico de Aeronáutica) ou em Cursos de Pós-Graduação na área de Ciências Exatas também poderiam se valer desse aprendizado adquirido com a disciplina proposta neste estudo.

O curso deverá ser estabelecido como uma disciplina integralmente experimental, em que a teoria e explicações sobre os temas serão conduzidos em conjunto com as aulas de laboratório.

No próximo capítulo deste trabalho, será apresentada a importância do pensamento crítico e científico para os oficiais, que são os líderes e os tomadores de decisão da Força Aérea Brasileira. No capítulo seguinte, está descrita a metodologia utilizada para a proposição da disciplina. Por fim, no último capítulo, está detalhada a execução dos experimentos, bem como as sugestões para torná-los ainda mais enriquecedores.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Desenvolvimento do Pensamento Científico

Movido pela curiosidade e engenhosidade, o homem buscou desvendar os mistérios e as regras que regem a natureza e também desenvolveu formas de realizar as suas atividades tornando-as mais eficientes e eficazes, possibilitando a evolução tecnológica que trouxe mais conforto, segurança e saúde para a humanidade, além de permitir novas possibilidades antes restritas à mitologia e à ficção. Para Nussenzveig (2013, p. 15):

A ciência desempenha um papel muito importante no mundo contemporâneo. Não era assim há poucas gerações: o desenvolvimento científico tem-se acelerado enormemente. Tornou-se lugar comum dizer que vivemos numa sociedade tecnológica e medir o progresso pelo seu grau de desenvolvimento tecnológico. A tecnologia depende circunstancialmente da ciência para renovar-se, e também contribui para ela, mas não devem ser confundidas.

Desde os primórdios da sua existência, a humanidade buscou formas de dominar os mais diversos materiais, como, por exemplo, os metais, que foram utilizados para marcar as eras. Essa dominação dos materiais é, hoje, denominada Química. Sem a Química e as suas formas mais primitivas, a sociedade como a conhecemos não seria possível, visto que, em alguma instância, tudo está relacionada com a matéria e, conseqüentemente, à Química (ATKINS e JONES, 2012).

Para possibilitar o avanço do conhecimento, a metodologia para acelerar o seu desenvolvimento foi aperfeiçoada ao longo do tempo e assim o pensamento científico nasceu não só para formalizar, mas para validar e acelerar a criação do conhecimento.

O ensino da metodologia científica no Ensino Superior é fundamental para a carreira acadêmica (OLIVEIRA e VALENÇA, 2015) e a prática experimental de química pode trazer diversos benefícios para desenvolver o pensamento científico (FERREIRA et al., 2009).

O desenvolvimento do pensamento científico leva ao olhar crítico e questionador sobre os acontecimentos que necessitam de atenção e de tomada de decisão ao longo da vida profissional. Deste modo, a ciência e o método científico devem conduzir a um olhar crítico não apenas quando se pretende resolver um problema de Química ou Física, mas ele leva a um amadurecimento do modo de pensar para que as decisões possam ir além do senso comum, ou da superficialidade em questões enfrentadas na vida profissional de uma pessoa.

Na formação do militar, o pensamento crítico na tomada de decisões é um ponto muito relevante, pois os militares devem ser capazes de conduzir esquadrões, chefiar pessoas e

organizações, estabelecer processos levando em consideração a logística e devem ser capazes de decidir sobre fatores que eventualmente podem levar à vida ou à morte de seus comandados.

Na Academia da Força Aérea, nos últimos anos, temos visto subsequentes mudanças curriculares, e se observa que as disciplinas de Ciências Exatas têm perdido bastantes tempos de aula. Além disso, muitas dessas disciplinas foram substituídas por disciplinas de Administração, Relações Internacionais e Línguas estrangeiras.

Em sua palestra no TEDx USP, o doutor Atila Iamarino (2017) questiona o modelo de ensino atual que não considera os avanços tecnológicos e a elevada quantidade de informações disponíveis na internet. O biólogo e divulgador científico enfatiza a importância das instituições de ensino promoverem o pensamento crítico e científico devendo focar em desenvolver a capacidade dos alunos de aprenderem por conta própria e não apenas fornecer informações para serem memorizadas. Ele defende também a importância do autoaperfeiçoamento em toda a carreira do profissional independentemente de sua área.

Para o profissional buscar o autoaperfeiçoamento constantemente, é de suma importância que este conheça as ferramentas do método científico e desenvolva uma mentalidade científica, que costuma ser formada no ensino superior (OLIVEIRA e VALENÇA, 2015). A química em sua essência está presente na humanidade há vários séculos, mas a sua abordagem científica é recente, quando comparada à Física, à Astronomia ou à Matemática (PERUZZO e CANTO, 2006), contudo, possui elevada relevância para a sociedade e é necessário que a população domine certos conhecimentos básicos para exercerem a sua cidadania, como afirma Feltre (2004).

Note como é importante conhecer a Química (e evidentemente outros ramos da ciência) para compreender melhor o mundo em que vivemos. O conhecimento evitará que você seja enganado por produtos e propagandas, tornando-se um cidadão mais consciente, e o levará, sem dúvida, a evitar o consumo excessivo de materiais e de energia.

Para auxiliar esse aprendizado da Química, as práticas experimentais são defendidas por diversos autores como uma forma efetiva de aprimorar os vários aspectos do pensamento científico (FERREIRA et al., 2009).

A Química é uma disciplina que oferece muitas possibilidades experimentais, com relativa facilidade de aplicação, considerando que é comum as experiências não necessitarem de equipamentos caros e sofisticados. Esta relativa facilidade de aplicação deverá ser levada

em consideração quando idealizamos um curso básico de ciências. A elaboração de um relato em que o aprendiz faça todas as observações, e se questione o porquê de cada uma delas, tentando encontrar as respostas, mesmo que em princípio as considerações sejam absurdas. É uma metodologia para a prática do pensamento crítico, indo além da mera aquisição de conhecimento. A prática experimental deve levar inclusive a surpresas, pois muitas vezes o senso comum é desafiado.

2.1 Estado da Arte

Apesar de haver diversos formatos, a abordagem experimental é defendida unanimemente entre os autores e, para a sua eficácia, dois pontos podem ser destacados. Primeiro, essa abordagem promove maior envolvimento dos alunos com a aula, estimulando o interesse, a curiosidade e a participação. Segundo, promove cenários de desafios e inovações que desenvolvem o pensamento científico. Essas constatações foram realizadas com o estudo de atividades experimentais no ensino de Física, que também apresentou os benefícios da experimentação para a fixação do conteúdo (ARAÚJO e ABIB, 2003).

Para que a atividade prática não seja apenas um entretenimento, é preciso que haja discussão e desenvolvimento das teorias por meio do diálogo, com o intuito de ultrapassar as concepções simplistas. Além disso, os resultados inesperados que vão de encontro às hipóteses iniciais dos alunos contribuem positivamente para a aprendizagem. A abordagem experimental não contribui apenas para o ensino de química, mas também para o ensino da construção do conhecimento científico através do questionamento, levando os alunos a superarem o senso comum (GALIAZZI e GONÇALVES, 2002).

Diversas propostas de ensino por meio de aulas experimentais podem ser encontradas em artigos na área da pedagogia, porém este trabalho busca ir além da mera reprodução dos experimentos, propondo uma disciplina experimental com uma abordagem investigativa.

3 METODOLOGIA

3.1 Seleção dos Experimentos

O ponto de partida para elaborar o planejamento de um curso experimental de ciências foi a escolha de um currículo ao qual servirá como base para a seleção dos tópicos a serem explorados no curso e, por conseguinte, a busca por experimentos acessíveis para cada tópico.

Inicialmente, o conteúdo a ser abordado foi baseado no Programa do Exame de Escolaridade Para Ingresso no Instituto de Tecnologia de Aeronáutica (ITA) do Vestibular 2020. Esse documento foi escolhido pois trata-se de temas voltados para o ensino médio, e que abrange uma grande quantidade de assuntos divididos em tópicos. Outro motivo relevante para essa escolha é o fato de que um dos objetivos da disciplina proposta é o de fornecer conhecimento de química, que poderá contribuir para a realização do vestibular para os futuros oficiais aviadores, intendentes e de infantaria que busquem aperfeiçoar-se realizando um curso de graduação em engenharia no ITA.

Dos dezenove tópicos apresentados no Programa do ITA, nove foram selecionados para que a disciplina não se torne muito extensa, e o primeiro critério de seleção dos tópicos foi a viabilidade da realização de experimento sobre a temática. Por exemplo, o tópico *Átomos e Moléculas* ou *Elementos Químicos*, são mais difíceis de serem tratadas em laboratório, portanto foram prontamente descartadas.

Os tópicos selecionados para serem explorados na disciplina foram:

- Matéria;
- Misturas Heterogêneas, Colóides e Soluções;
- Bases Estequiométricas da Teoria Atômica Moderna;
- Ligações Químicas;
- Soluções;
- Equilíbrio Químico;
- Termoquímica;
- Cinética Química;
- Ácidos, Bases, Sais e Óxidos;

Para cada tópico apresentado no documento supracitado foram pré-selecionados de um a três experimentos e, em seguida, um único experimento foi escolhido para abordar o tópico, com exceção dos tópicos que abordam o aquecimento e as leis dos gases, em que mais experimentos foram necessários para englobar o conteúdo.

A busca pelos experimentos se deu exclusivamente por meio de pesquisa na internet. Para a seleção dos experimentos, foram consideradas características como abrangência do tópico de forma geral, informatividade, tempo para a realização e facilidade na execução, levando em consideração a utilização de reagentes e materiais mais acessíveis ou de uso cotidiano.

A partir da seleção dos experimentos, estabeleceu-se a lista de materiais e reagentes que seriam necessários para a realização dos experimentos no Laboratório de Química da Academia da Força Aérea no decorrer da elaboração deste TCC. A execução dos experimentos foi necessária para que pudéssemos elaborar melhor a dinâmica da disciplina, pois a execução dos experimentos nos trouxe questionamentos acerca dos fenômenos científicos, questionamentos estes que são desejáveis aos cadetes na realização de tal disciplina.

Para elaborar a proposta da disciplina, os tópicos: experiência, descrito no tópico 3.3, observação, explicação, nota (quando cabível), pós-experimento e exercício, descritos no tópico 4, foram apresentados para cada experimento. Em “experiência”, as etapas para a realização do experimento são apresentadas. Em “observação”, foram descritos os fenômenos observados na execução. Em “explicação”, foram apresentados os conhecimentos e as teorias para a compreensão. Em “nota”, há recomendações para uma melhor condução da aula. Em “pós-experimento”, são apresentados outros conteúdos relacionados ao experimento para expandir o conhecimento no assunto, além disso, são propostas variações no experimento para torná-lo ainda mais enriquecedor. Por fim, em “exercício”, foram apresentados dois exercícios relacionados ao tema para melhor fixação do conteúdo após o ensino pelo docente.

3.2 Execução das Experiências

Para cada tópico, a proposta é que a prática do experimento seja feita antes da explicação do conteúdo correspondente. Desta maneira, o aluno deve receber apenas uma folha explicativa que liste os reagentes e descreva como fazer o experimento, mas sem conter perguntas a respeito ou teoria. Portanto, as perguntas e as explicações sobre o experimento serão abordadas apenas após a realização do experimento e posterior discussão sobre ele. As respostas e explicações que não possam ou não pretendam ser dadas prontamente na própria aula poderão ser objeto de pesquisa por parte dos participantes e podem ser tratadas na próxima aula, pois a pesquisa acerca de um questionamento é uma importante ferramenta de aprendizagem.

O tópico 3.3, a seguir, lista as experiências e o tópico 4 já apresenta também as observações, explicações, notas e exercícios, contudo a condução do experimento será realizada como descrito anteriormente.

A seguir são propostas 12 experiências. Os tópicos das experiências são relativos ao conteúdo de um curso de Química Geral, e as experiências foram retiradas de vídeos da internet, de tal maneira que elas sejam simples e com material de fácil acesso. As observações, explicações e notas sobre as experiências foram feitas pelo próprio autor deste trabalho após a realização de cada experiência e de pesquisa acerca do tema.

3.3 Experiência

3.3.1 Fio que Atravessa o Gelo

No dia anterior à realização do experimento, inserir 1 L de água em um pote de sorvete com o intuito de fazer um bloco de gelo. Para a experiência propriamente dita, encher duas garrafas PET com 2 L de água e amarrar cada uma a extremidade de uma linha de pesca com comprimento de 40 cm, como ilustrado na figura 1. Posicionar o gelo entre dois suportes, como, por exemplo, duas mesas, de forma que as garrafas fiquem suspensas. Colocar a linha de pesca sobre a região central do bloco de gelo.

Link: <https://www.youtube.com/watch?v=6L0PwciVVaQ>

Figura 1- Gelo transpassado pela linha de pesca



3.3.2 Separação da Mistura Óleo e Sal de Cozinha

No suporte universal, posicionar a manta de aquecimento na base, fixar o balão de aquecimento de forma que o seu fundo fique no interior da manta de aquecimento (Figura 2) e fixar o funil de decantação de forma que o líquido proveniente do funil entre no balão.

Figura 2 - Sistema balão de aquecimento e manta de aquecimento



Fonte: O autor (2020)

Em um béquer, adicionar óleo e sal de cozinha, a mistura a ser separada.

Para a separação, adicionar água ao sistema e misturar com o bastão de vidro para que ela dissolva o sal.

Introduzir a mistura no funil de decantação e separar o óleo da fase aquosa despejando-a no balão de aquecimento.

Utilizar a manta de aquecimento para evaporar a água, possibilitando a recuperação do sal.

Link: <https://www.manualdaquimica.com/quimica-geral/dissolucao-fracionada.htm>

3.3.3 Curva de Aquecimento da Água

No suporte universal, posicionar a manta de aquecimento na base, fixar o balão de aquecimento de forma que o seu fundo fique no interior da manta de aquecimento e fixar o termômetro para a medição da temperatura da água. Adicionar água no balão e aquecer até a evaporação da água. Elaborar um gráfico, durante o experimento, da temperatura ao longo do tempo para observar a variação da temperatura.

Link: <https://www.youtube.com/watch?v=vOLBEHdNPpk>

3.3.4 Lei dos Gases

3.3.4.1 *Lei de Boyle-Mariotte - Condições Isotérmicas*

Succionar uma pequena quantidade de água no conta-gotas. Encher a garrafa PET com água e colocar o conta-gotas em seu interior.

Link: https://www.youtube.com/watch?v=Bu0mhhNOt_o

3.3.4.2 *Lei de Charles - Condições Isobáricas*

Inserir, no béquer, água e uma bola de tênis de mesa amassada sem furo. Aquecer o sistema utilizando uma manta de aquecimento

Link: https://www.youtube.com/watch?v=Bu0mhhNOt_o

3.3.4.3 *Lei de Gay-Lussac - Condições Isocóricas*

Posicionar o balão de aquecimento, com água em seu interior até a metade, na manta de aquecimento. Vedar o balão com a rolha de borracha e direcioná-la para um local seguro.

Link: https://www.youtube.com/watch?v=Bu0mhhNOt_o

3.3.5 Ligações Químicas

Adicionar 250 ml de água em um balão volumétrico e inserir 250 ml de álcool em outro balão volumétrico. Transferir os volumes de água e de álcool para um balão volumétrico de 500 ml e agitar a mistura.

Link: <https://www.youtube.com/watch?v=gQIwuZ-gzEo>

3.3.6 Dissociação e Ionização

Como condutivímetro, usar uma lâmpada ligada à tomada. Cortar um dos fios que liga a lâmpada e colocar ambas as pontas no béquer, imersas na água sem se tocarem.

Link: https://www.youtube.com/watch?v=5X1zLQ_zGK8

3.3.7 Equilíbrio Químico

Adicionar uma solução de hidróxido de sódio (NaOH) em uma solução de dicromato de potássio ($K_2Cr_2O_7$) e observar a mudança da coloração. Em seguida, adicionar uma solução de ácido clorídrico (HCl) e observar o retorno à coloração inicial.

Link: <https://www.youtube.com/watch?v=fHMWDs6oIyU>

3.3.8 Termoquímica

Triturar dois comprimidos de permanganato de potássio e colocar o pó obtido sobre o vidro de relógio de forma concentrada. Adicionar três gotas de glicerina.

Link: <https://www.youtube.com/watch?v=YNSRLNeMFIA>

3.3.9 Cinética Química

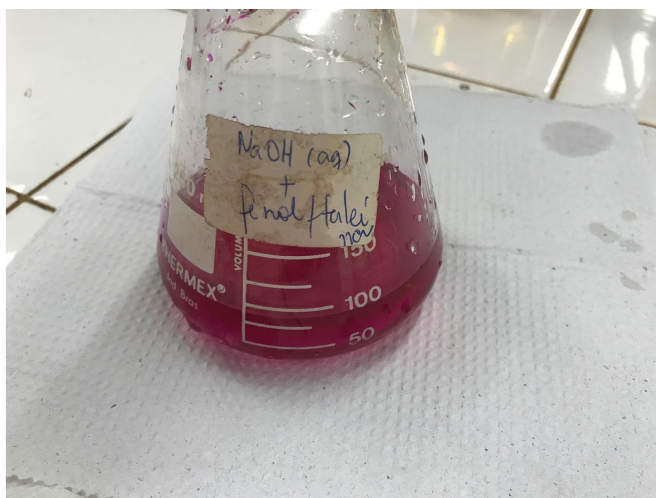
Adicionar 50 ml de água oxigenada em dois béqueres. Adicionar, também, cubos pequenos de batata crua em um dos béqueres.

Link: <https://www.youtube.com/watch?v=3zcaf4SBnnQ>

3.3.10 Ácidos e Bases

Em um erlenmeyer de 250 ml, adicione 150 ml de uma solução de soda cáustica 0,01 mol/L. Adicione uma solução indicadora de ácido-base preparada com fenolftaleína (Figura 3). Com um canudo, assoprar continuamente dentro da solução.

Figura 3 - Solução de soda cáustica 0,01 mol/L com fenolftaleína



Fonte: O autor (2020)

Link: <https://www.youtube.com/watch?v=0oZy7yFtlHc>

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Fio que Atravessa o Gelo

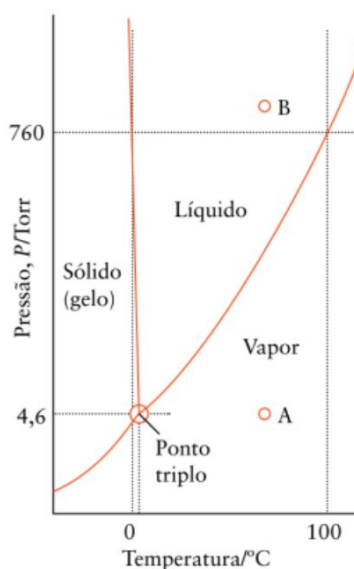
a) Observação

A linha atravessa o gelo, porém este se mantém unido.

b) Explicação

Como pode ser observado no diagrama de fases da água (Figura 4), o aumento da pressão, causado pela linha de pesca, causa a fusão do gelo na região sob a linha, fazendo com que a linha atravesse o gelo. Entretanto, como a pressão atmosférica sobre a água fundida é menor, a água volta a solidificar sobre a linha dando a impressão que a linha atravessa o gelo sem cortá-lo.

Figura 4 - Diagrama de fases da água



Fonte: ATKINS et al. (2012, p. 358)

c) Nota

A execução do experimento é rápida, porém o seu andamento é bastante lento, portanto, é interessante realizar outro experimento enquanto a linha atravessa o gelo.

Essa Observação se aplica aos experimentos curtos em que duas ou mais experiências possam ser realizadas ao mesmo tempo, e reserva-se outro dia de aula para a discussão dos experimentos e de seus resultados.

d) Pós-experimento

Uma etapa essencial do curso deve ser o pós-experimento, após o experimento realizado, deverá haver a discussão do experimento por todos os envolvidos no experimento. No primeiro momento, a discussão deve se iniciar com a colocação de cada observação

realizada por eles. E alguns pontos questionadores devem ser colocados pelo professor, mas as perguntas não devem ser feitas e respondidas no momento em que eles iniciam ou quando realizam o experimento para que não haja sugestionamentos. Um dos objetivos deste simple experimento, para ir além de simplesmente dar a explicação, é levantar as hipóteses por todos os envolvidos. A partir destas hipóteses é que se pode gerar as perguntas. O que pode ser interessante é possibilitar que os próprios alunos elaborem as perguntas, as quais devem ser respondidas em segundo momento do pós-experimento, os discentes devem responder as perguntas feitas atenciosamente, tendo o professor como o guia, o qual vai orientar onde o aluno deve buscar as respostas, ou seja, em qual tópico aquele experimento se encaixa. Por exemplo, neste primeiro experimento proposto, a resposta deve ser buscada no diagrama de fases da água. O terceiro momento deste pós-experimento é apresentar o diagrama de fases, por exemplo, e discutir todos os pontos relevantes que constam no diagrama, ao invés somente de explicar o fenômeno ocorrido no experimento. Neste caso, poderíamos discutir as mudanças de fases, o ponto triplo da água, discutir qual seria o estado da água se p e T tivessem dados valores, as propriedades coligativas, e, por exemplo, oferecer um outro material de apoio relacionado ao tema.

e) Exercícios

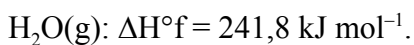
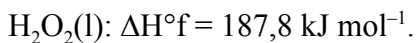
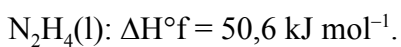
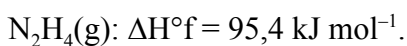
1. (ITA) Na pressão de 1 atm, a temperatura sublimação do CO_2 é igual a 195 K. Na pressão de 67 atm, a temperatura de ebulição é igual a 298 K. Assinale a opção que contém a afirmação CORRETA sobre as propriedades CO_2 .

- a) A pressão do ponto triplo está acima de 1 atm.
- b) A temperatura do ponto triplo está acima de 298 K.
- c) A uma temperatura acima de 298 K e na pressão de 67 atm, tem-se que o estado mais estável do CO líquido.
- d) Na temperatura de 195 K e pressões menores do que 1 atm, tem-se que o estado mais estável do CO sólido.
- e) Na temperatura de 298 K e pressões maiores do que 67 atm, tem-se que o estado mais estável do CO gasoso.

2. (ITA) Um dos sistemas propelentes usados em foguetes consiste de uma mistura de hidrazina (N_2H_4) e peróxido de hidrogênio (H_2O_2). Sabendo que o ponto triplo da hidrazina corresponde à temperatura de 2,0 °C e à pressão de 3,4 mm Hg, que o ponto crítico corresponde à temperatura de 380 °C e à pressão de 145 atm e que na pressão de 1 atm as temperaturas de fusão e de ebulição são iguais a 1,0 e 113,5 °C , respectivamente, pede-se:

- a) um esboço do diagrama de fases da hidrazina para o intervalo de pressão e temperatura considerados neste enunciado.
- b) a indicação, no diagrama esboçado no item A, de todos os pontos indicados no enunciado e das fases presentes em cada região do diagrama.
- c) a equação química completa e balanceada que descreve a reação de combustão entre hidrazina e peróxido de hidrogênio, quando estes são misturados numa temperatura de 25 °C e pressão de 1 atm. Nesta equação, **INDIQUE** os estados físicos de cada substância.
- d) o cálculo da variação de entalpia da reação mencionada em C.

Dados eventualmente necessários: variação de entalpia de formação (ΔH°_f), na temperatura de 25 °C e pressão de 1 atm, referente a:



4.2 Separação da Mistura Óleo e Sal de Cozinha

a) *Explicação*

A adição de água à mistura é uma dissolução fracionada, em que o solvente não dissolve todas as substâncias, o que é possível pois o sal de cozinha é miscível na água pois ambos são substâncias polares. Em contrapartida, o óleo é apolar e menos denso do que a água, permanecendo na fase superior do sistema no funil de decantação. O aquecimento da água com sal faz com que a água evapore e o sal permaneça no interior do balão devido à diferença na temperatura de ebulição.

b) *Pós-experimento*

Além da explicação das etapas propriamente ditas, pode-se abordar mais a fundo outros conceitos envolvidos que permitiram a separação da mistura. Para melhor compreensão, pode ser abordada a polaridade das moléculas, as interações intermoleculares e a sua relação com a miscibilidade. Outro aspecto que pode ser mencionado é o ponto de ebulição e, com isso, discutir como o tamanho das moléculas e as forças intermoleculares influenciam a temperatura de fusão e ebulição.

c) *Exercícios*

1. (UNICAMP) Deseja-se fazer a separação dos componentes da pólvora negra, que é constituída de nitrato de sódio, carvão e enxofre. Sabe-se que o nitrato de sódio é solúvel em água, o enxofre é solúvel em dissulfeto de carbono, enquanto o carvão é insolúvel nesses solventes. Proponha um procedimento para realizar essa separação.

2. (ITA) Um copo contém uma mistura de água, acetona, cloreto de sódio e cloreto de prata. A água, a acetona e o cloreto de sódio estão numa mesma fase líquida, enquanto que o cloreto de prata se encontra numa fase sólida. Descreva como podemos realizar, em um laboratório de química, a separação dos componentes desta mistura. Na sua descrição deve constar as etapas que você empregaria para realizar esta separação, justificando o(s) procedimento(s) utilizado(s).

4.3 Curva de Aquecimento da Água

a) *Observação*

A temperatura da água se eleva a uma taxa constante até o momento em que inicia a ebulição, a partir desse momento, a temperatura da água permanece constante.

b) *Explicação*

O perfil descrito no gráfico ocorre pois, para as substâncias puras:

A temperatura de uma amostra é constante nos pontos de fusão e ebulição, mesmo quando ainda sujeita a aquecimento. A inclinação de uma curva de aquecimento é maior para uma fase com baixa capacidade calorífica do que para uma com alta capacidade calorífica (ATKINS e JONES, 2012, p. 261).

c) *Pós-experimento*

Além de observar a curva de aquecimento das substâncias puras, podemos analisar a curva de aquecimento de misturas repetindo o experimento com a adição de sal de cozinha.

Podemos, também, apresentar as misturas eutéticas e azeotrópicas.

d) *Exercícios*

1. (CN) Assinale a alternativa correta, considerando a pressão constante:

- a) Durante o processo de ebulição de uma substância pura, a temperatura de ebulição não permanece constante;
- b) Durante o processo de ebulição de uma mistura, a temperatura de ebulição permanece constante;
- c) Durante os processos de ebulição de uma substância pura e de uma mistura, as temperaturas de ebulição dessas espécies não se alteram;
- d) Durante o processo de ebulição de uma substância pura, a temperatura de ebulição permanece constante.
- e) Nenhuma das alternativas anteriores.

2. (ITA) Num experimento, um estudante verificou ser a mesma a temperatura de fusão de várias amostras de um mesmo material no estado sólido e também que esta temperatura se manteve constante até a fusão completa. Considere que o material sólido tenha sido classificado como:

- I. Substância simples pura
- II. Substância composta pura
- III. Mistura homogênea eutética
- IV. Mistura heterogênea

Então, das classificações acima, está(ão) ERRADA(S)

- a) Apenas I e II.
- b) Apenas II e III.
- c) Apenas III.
- d) Apenas III e IV.
- e) Apenas IV.

4.4 Lei dos Gases

4.4.1 Lei de Boyle-Mariotte - Condições Isotérmicas

a) *Observação*

A profundidade em que o conta-gotas se encontra varia com a pressão exercida pelas mãos sobre a garrafa.

b) *Explicação*

Conforme a lei de Boyle, para um sistema com temperatura e número de moléculas constantes, o produto entre pressão e volume é constante (ATKINS e JONES, 2012). O aumento da pressão faz com que entre mais água no conta-gotas e o volume que o ar ocupa diminua. Com isso, a densidade do sistema ar conta-gotas aumenta, tornando-se maior do que o da água, o que resulta no deslocamento do conta-gotas para o fundo do recipiente.

c) *Pós-experimento*

Com a execução da experiência, podemos propor o seguinte questionamento: por que o ar foi comprimido, mas a água e o conta-gotas não?

4.4.2 Lei de Charles - Condições Isobáricas

a) *Observação*

Com o aquecimento, a bola volta ao formato original, sem a deformação.

b) *Explicação*

Segundo a Lei de Charles: "O volume de uma quantidade fixa de gás sob pressão constante varia linearmente com a temperatura" (ATKINS e JONES, 2012, p. 139). Portanto, o aumento da temperatura causa a expansão do ar dentro da bola, levando ao formato original.

c) *Pós-experimento*

Além da expansão pelo aquecimento, podemos discutir a contração volumétrica em casos de resfriamento. Pode-se, também, discutir o motivo, em nível atômico, da variação do volume.

4.4.3 Lei de Gay-Lussac - Condições Isocóricas

a) *Observação*

Com o aquecimento, a rolha é expelida do balão.

b) *Explicação*

O aumento da temperatura causa a elevação da pressão pois "a pressão de uma quantidade fixa de gás em um recipiente de volume constante é proporcional à temperatura absoluta" (ATKINS e JONES, 2012, p. 140). Quando a pressão interna supera a soma da pressão externa com o atrito da rolha de borracha, esta é expelida.

c) *Pós-experimento*

Além do aumento da pressão causado pelo aquecimento, pode ser abordada a diminuição da pressão em caso de resfriamento.

d) Exercícios

1. (UNICAMP) A partir de dados enviados de Vênus por sondas espaciais norte-americanas e soviéticas, pode-se considerar que, em certos pontos da superfície desse planeta, a temperatura é de $327\text{ }^{\circ}\text{C}$ e a pressão atmosférica é de 100 atm . Sabendo-se que na superfície da Terra o volume molar de um gás ideal é $24,6\text{ L}$ a $27\text{ }^{\circ}\text{C}$ e $1,00\text{ atm}$, qual seria o valor desse volume nesses pontos de Vênus?

2. (VUNESP) Se todo o ozônio (O_3) da camada de 20 km de espessura, situada bem acima da superfície da Terra (estratosfera), fosse coletado e submetido à pressão de 1 atm , ele ocuparia uma camada na superfície da Terra de 3 mm de espessura. A temperatura média na superfície da Terra é de $20\text{ }^{\circ}\text{C}$, na estratosfera é de $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ e a superfície da Terra tem uma área de $150 \times 10^6\text{ km}^2$.

a) Por que a camada rarefeita de ozônio é mais espessa do que o mesmo gás na superfície da Terra? Escreva a equação matemática que representa essa relação.

b) Calcule a massa aproximada de ozônio ao redor da Terra.

4.5 Ligações Químicas

a) *Observação*

A mistura água e álcool possui um volume inferior a 500 ml.

b) *Explicação*

Tanto a água quanto o etanol (álcool) possuem o grupo O-H em sua fórmula química. Esse grupo é responsável pelas ligações de hidrogênio, que são interações intermoleculares de atração que ocorrem quando um átomo de hidrogênio se liga a um átomo de flúor, oxigênio ou nitrogênio. Como esses átomos são muito eletronegativos, eles atraem para si o par de elétrons da ligação covalente com o hidrogênio e o hidrogênio passa a ter uma carga positiva, que é atraído pelo par não ligante de elétrons do átomo de flúor, oxigênio ou nitrogênio de outra molécula (ATKINS e JONES, 2012, p. 178). Segundo Nascente (2018) a redução do volume da mistura ocorre pois a molécula de etanol possui seis átomos de hidrogênio, ou seja, possui diversos pólos positivos e apenas um pólo negativo, o que dificulta a aproximação das moléculas de etanol entre si. A adição da água favorece a formação de novas ligações de hidrogênio aproximando as moléculas e, conseqüentemente, diminuindo o volume da mistura.

c) *Pós-experimento*

Após a realização da experiência, pode-se debater os tipos de ligação química nos casos extremos, iônica, covalente e metálica, bem como quando ocorrem e suas características.

d) *Exercícios*

1. (ITA) Qualitativamente (sem fazer contas), como você explica o fato de a quantidade de calor trocado na vaporização de um mol de água no estado líquido ser muito maior do que o calor trocado na fusão da mesma quantidade de água no estado sólido?

2. (ITA) Considere as seguintes proposições para espécies químicas no estado gasoso:

I. A energia de ionização do íon Be^{3+} é maior do que a do íon He^+ .

II. O momento dipolar elétrico total da molécula de XeF_4 é maior do que o da molécula de XeF_2 .

III. A energia necessária para quebrar a molécula de F_2 é maior do que a energia necessária para quebrar a molécula de O_2 .

IV. A energia do orbital 2s do átomo de berílio é igual à energia do orbital 2s do átomo de boro.

Das proposições acima, está(ão) CORRETA(S)

a) apenas I.

c) apenas II.

e) apenas IV.

b) apenas I e IV.

d) apenas II e III.

4.6 Dissociação e Ionização

a) *Observação*

Ao adicionar açúcar, a lâmpada permanece apagada. Repetindo o experimento em outro béquer com a adição de sal de cozinha (NaCl), a lâmpada acende.

b) *Explicação*

"Como a corrente [elétrica] é um fluxo de cargas, somente soluções que contêm íons conduzem eletricidade" (ATKINS e JONES, 2012, p. F65). Portanto, apenas solutos que sofrem ionização ou dissociação iônica podem conduzir eletricidade. Nos experimentos realizados, somente o NaCl sofre ionização, enquanto o açúcar é um carboidrato que não sofre alteração na sua estrutura molecular.

c) *Pós-experimento*

Além do sal de cozinha e do açúcar, o experimento pode ser repetido adicionando outras substâncias, como um ácido, e prever o resultado antes da sua adição. Também pode ser discutido como o solvente realiza a separação dos íons nas reações de solvatação ou hidratação, para o caso da água.

d) *Exercícios*

1. (ITA) Considere o produto de solubilidade (K_{ps}), a 25°C , das substâncias I, II e III :

I. $\text{Ca}(\text{OH})_2$; $K_{ps} = 5,0 \times 10^{-6}$

II. $\text{Mg}(\text{OH})_2$; $K_{ps} = 5,6 \times 10^{-12}$

III. $\text{Zn}(\text{OH})_2$; $K_{ps} = 3,0 \times 10^{-17}$

Assinale a opção que contém a ordem correta da condutividade elétrica, à temperatura de 25°C , de soluções aquosas não saturadas, de mesma concentração, dessas substâncias.

a) $\text{I} < \text{II} < \text{III}$

b) $\text{I} = \text{II} = \text{III}$

c) $\text{II} < \text{I} < \text{III}$

d) $\text{III} < \text{I} < \text{II}$

e) $\text{III} < \text{II} < \text{I}$

2. (ITA) Assinale a opção que apresenta a ordem crescente ERRADA de solubilidade em água das substâncias abaixo, nas condições ambientes.

a) $\text{C}_5\text{H}_{12} < \text{C}_5\text{H}_{11}\text{Cl} < \text{C}_5\text{H}_{11}\text{OH}$

b) $\text{C}_5\text{H}_{11}\text{OH} < \text{C}_4\text{H}_9\text{OH} < \text{C}_3\text{H}_7\text{OH}$

c) $\text{CH}_4 < \text{C}_2\text{H}_6 < \text{C}_2\text{H}_4\text{O}$

d) $\text{CCl}_2\text{F}_2 < \text{CClF}_3 < \text{CF}_4$

e) $\text{N}_2 < \text{O}_2 < \text{NO}$

4.7 Equilíbrio Químico

a) Observação

A coloração da solução de dicromato de potássio ($K_2Cr_2O_7$) muda de laranja (Figura 5) para amarelo (Figura 6) com a adição da solução de hidróxido de sódio (NaOH) e a coloração inicial retorna após a adição da solução de ácido clorídrico (HCl).

Figura 5 - Solução de dicromato de potássio ($K_2Cr_2O_7$)



Fonte: O autor (2020)

Figura 6 - Solução de dicromato de potássio após adição de hidróxido de sódio



Fonte: O autor (2020)

b) Explicação

Em muitos casos, as reações químicas não produzem a sua capacidade total de produtos, visto que além da reação direta, ocorre a reação inversa, isto é, o produto da reação volta a ser reagente. Dá-se o nome de equilíbrio químico ao estado em que a velocidade direta e a velocidade inversa das reações são iguais e a reação deixa de mostrar variação em uma

observação macroscópica. Entretanto, o equilíbrio é dinâmico: apesar de não haver mudança aparente, as reações direta e indireta continuam ocorrendo (ATKINS e JONES, 2012).

A dissolução de dicromato de potássio na água gera o íon dicromato, que possui coloração laranja. O íon dicromato em meio aquoso participa do equilíbrio químico com o íon cromato conforme a equação química $2\text{CrO}_4^- + 2\text{H}_3\text{O}^+ \rightleftharpoons \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 3\text{H}_2\text{O}$.

Segundo o princípio de Le Chatelier, a adição de um reagente causa a produção de mais produto, da mesma forma que a adição de mais produto causa a produção de mais reagente para minimizar os efeitos da adição sobre o equilíbrio (ATKINS e JONES, 2012). Analogamente, a remoção de reagente causa a formação de mais reagente, e a remoção de produto causa a formação de mais produto.

O hidróxido de sódio (NaOH) em meio aquoso dissocia-se nos íons Na^+ e OH^- . A hidroxila (OH^-) liberada pelo hidróxido de sódio reage com o hídon (H^+) do equilíbrio consumindo-o e reduzindo a sua quantidade. Com isso, ocorre o consumo de íon dicromato e a formação de íon cromato, conforme o princípio de Le Chatelier, tornando a solução amarela.

O ácido clorídrico (HCl) em meio aquoso dissocia-se nos íons H^+ e Cl^- fornecendo hídon para o equilíbrio. Conforme o princípio de Le Chatelier, a adição de H^+ , ou seja, adição de reagente, causa a formação de mais produto, íon dicromato, o que se pode perceber pela volta da coloração laranja.

c) Pós-experimento

Além do deslocamento do equilíbrio causado pela adição e remoção de reagentes e produtos, podemos discutir o impacto da pressão, em equilíbrios químicos contendo substância na fase gasosa, o impacto da temperatura e o impacto de catalisadores.

d) Exercícios

1. (ITA) Seja S a solubilidade de Ag_3PO_4 em 100 g de água pura numa dada temperatura. A seguir, para a mesma temperatura, são feitas as seguintes afirmações a respeito da solubilidade de Ag_3PO_4 em 100 g de diferentes soluções aquosas:

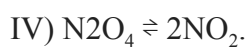
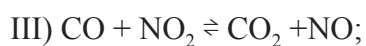
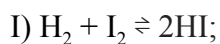
- I. A solubilidade do Ag_3PO_4 em solução aquosa 1 mol/L de HNO_3 é maior do que S.
- II. A solubilidade do Ag_3PO_4 em solução aquosa 1 mol/L de AgNO_3 é menor do que S.
- III. A solubilidade do Ag_3PO_4 em solução aquosa 1 mol/L de Na_3PO_4 é menor do que S.
- IV. A solubilidade do Ag_3PO_4 em solução aquosa 1 mol/L de KCN é maior do que S.
- V. A solubilidade do Ag_3PO_4 em solução aquosa 1 mol/L de NaNO_3 é praticamente igual a S.

Dessas afirmações, estão CORRETAS:

- a) apenas I, II e III.

- b) apenas I, III e IV.
- c) apenas II, III e IV.
- d) apenas II, III e V.
- e) todas.

2. (ITA) O princípio de Le Chatelier pode ser enunciado assim: “se um sistema em equilíbrio é sujeito a uma perturbação, ocorre um deslocamento do equilíbrio, que tende a minimizar a perturbação imposta”. Assim, podemos esperar um deslocamento para a direita, na(s) seguinte(s) reação(ões), se a mistura de gases é comprimida:



- a) II
- b) II e IV
- c) I e III
- d) IV
- e) TODAS

4.8 Termoquímica

a) *Observação*

Com a adição de glicerina, a mistura libera chama.

b) *Explicação*

A emissão da chama se deu pois ocorreu a oxidação da glicerina pelo permanganato de potássio. Trata-se de uma reação exotérmica, ou seja, houve liberação de calor (LIMA et al., 2019).

c) *Pós-experimento*

Para melhor compreensão do assunto, pode-se aprofundar em algumas questões da termoquímica como, por exemplo, reações exotérmicas e endotérmicas, definição de função de estado, entalpia padrão de formação e a lei de Hess.

É de suma importância que os alunos compreendam a direção do fluxo de calor, isto é, se o calor flui da vizinhança para a reação ou da reação para a vizinhança. No exemplo apresentado, o calor é liberado pela reação para a vizinhança, com isso, a soma da energia dos produtos é menor do que a soma da energia dos reagentes e a vizinhança é aquecida.

d) *Exercícios*

1. (FUVEST) Pode-se conceituar energia de ligação química como sendo a variação de entalpia que ocorre na quebra de 1 mol de uma dada ligação. Assim, na reação representada pela equação: $\text{NH}_3(\text{g}) \rightarrow \text{N}(\text{g}) + 3 \text{H}(\text{g})$; $\Delta H = 1170 \text{ kJ/mol NH}_3$, são quebrados 3 mols de ligação N – H, sendo, portanto, a energia de ligação N – H igual a 390 kJ / mol. Sabendo-se que na decomposição: $\text{N}_2\text{H}_4(\text{g}) \rightarrow 2 \text{N}(\text{g}) + 4 \text{H}(\text{g})$; $\Delta H = 1.720 \text{ kJ / mol N}_2\text{H}_4$, são quebradas ligações N – N e N – H, qual o valor, em kJ / mol, da energia de ligação N – N?

2. (ITA) Sabe-se que a 25°C as entalpias de combustão (em kJ mol⁻¹) de grafita, gás hidrogênio e gás metano são, respectivamente: -393,5; -285,9 e -890,5. Assinale a alternativa que apresenta o valor correto da entalpia da seguinte reação: $\text{C}(\text{grafita}) + 2\text{H}_2(\text{g}) \rightarrow \text{CH}_4(\text{g})$.

- a) -211,1 kJ mol⁻¹
- b) -74,8 kJ mol⁻¹
- c) 74,8 kJ mol⁻¹
- d) 136,3 kJ mol⁻¹
- e) 211,1 kJ mol⁻¹

4.9 Cinética Química

a) *Observação*

Alguns segundos após a adição de cubos de batata em um dos béqueres, há a liberação de bolhas nesse béquer, enquanto a água oxigenada do outro béquer permanece sem mudança aparente.

b) *Explicação*

O peróxido de hidrogênio (H_2O_2) comumente conhecido como água oxigenada se decompõe em água (H_2O) e oxigênio molecular (O_2), porém essa reação ocorre com baixa velocidade quando não há catalisador. A adição de cubos de batata acelera a reação pois nela se encontra a catalase. Essa enzima presente em tecidos animais e vegetais é responsável pela decomposição do peróxido de hidrogênio no organismo (CANTELLI et al., 2007).

c) *Pós-experimento*

Inicialmente, pode-se levantar o questionamento das bolhas que surgiram com relação a sua composição. Em seguida, é possível discutir o impacto dos catalisadores em uma reação química, bem como o seu funcionamento, abordando conteúdos de termodinâmica, como energia de ativação e o gráfico da variação de entalpia.

d) *Exercícios*

1. (ITA) A equação química que representa a reação de decomposição do iodeto de hidrogênio é: $2\text{HI}(\text{g}) \rightarrow \text{H}_2(\text{g}) + \text{I}_2(\text{g}); \Delta\text{H} (25^\circ\text{C}) = -51,9\text{kJ}$

Em relação a esta reação, são fornecidas as seguintes informações:

- A variação da energia de ativação aparente dessa reação ocorrendo em meio homogêneo é igual a 183,9 kJ.
- A variação da energia de ativação aparente dessa reação ocorrendo na superfície de um fio de ouro é igual a 96,2 kJ.

Considere, agora, as seguintes afirmações relativas a essa reação de decomposição:

- A velocidade da reação no meio homogêneo é igual a da mesma reação realizada no meio heterogêneo.
- A velocidade da reação no meio homogêneo diminui com o aumento da temperatura.
- A velocidade da reação no meio heterogêneo independe da concentração inicial de iodeto de hidrogênio.
- A velocidade da reação na superfície do ouro independe da área superficial do ouro.
- A constante de velocidade da reação realizada no meio homogêneo é igual a da mesma reação no meio heterogêneo.

Destas afirmações, estão CORRETAS:

- a) apenas I, III e IV
- b) apenas I e IV
- c) apenas II, III e V
- d) apenas II e V
- e) nenhuma

2. (ITA) Um recipiente aberto, mantido à temperatura ambiente, contém uma substância A (s) que se transforma em B (g) sem a presença de catalisador. Sabendo-se que a reação acontece segundo uma equação de velocidade de ordem zero, responda com justificativas às seguintes perguntas:

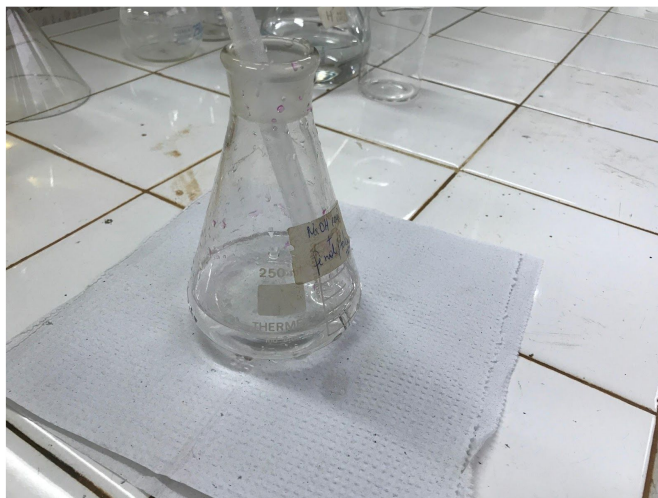
- a) Qual a expressão algébrica que pode ser utilizada para representar a velocidade da reação?
- b) Quais os fatores que influenciam na velocidade da reação?
- c) É possível determinar o tempo de meia-vida da reação sem conhecer a pressão de B (g) ?

4.10 Ácidos e Bases

a) *Observação*

A adição da fenolftaleína muda a cor da solução, antes incolor, para rosa. Com os sucessivos sopros, a solução volta a ser incolor (Figura 7).

Figura 7 - Solução de soda cáustica após sucessivos sopros



Fonte: O autor (2020)

b) *Explicação*

O hidróxido de sódio (NaOH) comumente conhecido como soda cáustica é uma base inorgânica. A mudança na coloração com a adição de fenolftaleína ocorre pois trata-se de um indicador ácido-base que é incolor quando o meio está ácido e possui coloração rosa quando está em meio básico (ATKINS et al., 2012).

O ar expirado pelos pulmões e borbulhado na solução é rico em dióxido de carbono (CO_2) (SOUZA e NETO, 2011). O dióxido de carbono reage com a água formando ácido carbônico $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{CO}_3$. Por sua vez, o ácido carbônico sofre dissociação iônica na água formando os íons H^+ e $(\text{CO}_3)^{2-}$ (FERREIRA et al., 1997).

Os íons H^+ liberados pelo ácido neutralizam os íons $(\text{OH})^-$ liberados pela base, formando água. Ao adicionar mais gás carbônico além do necessário para a neutralização, a solução passa a ter caráter ácido e torna incolor.

c) *Pós-experimento*

Inicialmente, os alunos deverão identificar as substâncias envolvidas no experimento e, em seguida, propor uma teoria que justifique os fenômenos observados. Para ampliar os conhecimentos dos alunos relativos às substâncias, pode-se abordar as três definições de ácidos e bases: Arrhenius, Brønsted-Lowry e Lewis. Além disso, é possível analisar as reações de neutralização e visualizar a precipitação de sais decorrentes dessas reações com

outros reagentes. Por fim, podem ser discutidos os conceitos do pH, bem como o que o influencia e como ele pode ser aferido. Para isso, deve-se selecionar outras substâncias disponíveis no laboratório, criar uma previsão de resultado e verificar o pH da solução dessas substâncias com o uso de indicadores ácido-base.

d) Exercícios

1. (IME) Na evolução do conceito ácido-base surge inicialmente a sua definição segundo Arrhenius, seguido pelo conceito de Brønsted-Lowry e mais tarde pelo de Lewis.

Responda:

- a) Qual a limitação do conceito inicial de ácido-base que deu origem à definição de Brønsted-Lowry, e
- b) Quais as limitações dos dois conceitos já existentes que levaram Lewis a postular sua teoria?

2. (ITA) Considere a reação química representada pela equação $\text{NH}_3 + \text{BF}_3 \rightarrow \text{H}_3\text{NBF}_3$. Pode-se afirmar que o BF_3 age

- a) como ácido de Bronsted.
- b) como ácido de Lewis.
- c) como base de Bronsted.
- d) como base de Lewis.
- e) tanto como ácido como base.

4.11 Discussão

A realização dos experimentos atingiu o seu propósito e se mostrou viável, não necessitando de conhecimentos técnicos profundos de laboratório e podendo ser realizado em um ou dois tempos de aula. Os materiais necessários foram facilmente obtidos e o que não havia no Laboratório de Química da Academia da Força Aérea pôde ser facilmente encontrado em um mercado ou em uma farmácia. Além disso, o preparo bem como a realização dos experimentos contribuíram positivamente para a aprendizagem e para o levantamento de questionamentos novos.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao longo dos anos, com sucessivas mudanças curriculares nos cursos da Academia da Força Aérea, passou-se de um enfoque de curso de engenharia para um enfoque em administração pública e extensa formação em língua estrangeira, o que acarretou uma diminuição significativa das disciplinas de exatas, que são de suma importância para o desenvolvimento do pensamento crítico, contribuindo significativamente para a tomada de decisões baseada em fatos e evidências, mitigando a deliberação baseada em opiniões não fundamentadas pelos futuro líderes e gestores que os cadetes se tornarão.

A disciplina de ciência experimental proposta neste trabalho é uma possibilidade que poderia ser incorporada ao currículo da AFA como uma disciplina eletiva ou optativa. O interesse nesta disciplina pode advir tanto da predisposição do aluno ao estudo de ciências, como da intenção de alguns cadetes cursarem futuramente um curso de Engenharia ou uma pós-graduação em Ciência e Tecnologia. Os experimentos foram realizados no Laboratório de Química da AFA e se mostraram adequados para utilização em práticas experimentais.

Para cada experimento proposto, o autor realizou a prática experimental, pesquisou a teoria do tema envolvido, colocou suas observações sobre o experimento e as explicações, além de pesquisar e resolver dois exercícios sobre cada tópico. A realização dos experimentos atingiu o seu propósito, pois além do conhecimento adquirido durante as pesquisas para selecionar e realizar as experiências, a execução propriamente dita trouxe novos questionamentos e permitiu melhor compreensão dos fenômenos observados.

Para futuros trabalhos, deve-se analisar a possibilidade de incluir experimentos de outras ciências como de física ou biologia.

REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, Mauro Sérgio Teixeira de; ABIB, Maria Lúcia Vital dos Santos. Atividades Experimentais no Ensino de Física: Diferentes Enfoques, Diferentes Finalidades. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 25, n. 2, p. 176-193, 02 jun. 2003. Trimestral. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/rbef/v25n2/a07v25n2.pdf>. Acesso em: 12 out. 2020.
- ATKINS, Peter William; JONES, Loretta. **Princípios de química: questionando a vida moderna e o meio ambiente**. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2012.
- ATKINS, Peter William; JONES, Loretta; LAVERMAN, Leroy. **Princípios de química: questionando a vida moderna e o meio ambiente**. 7. ed. Porto Alegre: Bookman, 2018. p. 358.
- CANTELLI, C. L.; MAGOGA, K. R.; SEIXAS, F. A. V. Uma metodologia alternativa para as aulas de cinética enzimática abordadas na disciplina de bioquímica. **EDUCERE - Revista da Educação**, Umuarama, v. 7, n. 1, p. 107-120, jan./jun. 2007.
- FELTRE, Ricardo. **Química: Química Geral**. 6. ed. São Paulo: Moderna, 2004. 3 v.
- FERREIRA, Luiz Henrique; HARTWIG, Dácio H. e ROCHA-FILHO, R.C. Algumas experiências simples envolvendo o princípio de Le Chatelier. **Química Nova na Escola**, São Paulo n. 05, 1997. Trimestral.
- FERREIRA, Luiz Henrique; HARTWIG, Dácio Rodney; OLIVEIRA, Ricardo Castro de. Ensino Experimental de Química: Uma Abordagem Investigativa Contextualizada. **Química Nova na Escola**, São Paulo, v. 32, n. 2, p.101-106, maio 2010. Trimestral.
- GALIAZZI, Maria do Carmo; GONÇALVES, Fábio Peres. A natureza pedagógica da experimentação: uma pesquisa na Licenciatura em Química. **Química Nova**, São Paulo, v. 27, n. 2, p. 326-331, 13 dez. 2002. Irregular. Disponível em: http://static.sites.s bq.org.br/quimicanova.s bq.org.br/pdf/Vol27No2_326_26-ED02257.pdf. Acesso em: 16 out. 2020.
- IAMARINO, Atila. **Educação para o Futuro | Atila Iamarino | TEDxUSP**. 2017. Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=B_x8EccxJjU&t=904s. Acesso em: 28 jan. 2020.
- LIMA, Jadson Dias et al. UTILIZAÇÃO DO “FOGO INSTANTÂNEO” PARA EXPLICAÇÃO DE CONCEITOS QUÍMICOS. **Scientia Plena Jovem**, São Cristóvão, v. 6, n. 2, p. 31-31, jul. 2019. Quadrimestral. Disponível em: <http://www.spjovem.com.br/index.php/SPJ/article/view/181/102>. Acesso em: 16 maio 2020.
- NASCENTE, Murillo. **Experiência, ligações intermoleculares**. 2018. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=gQIwuZ-gzEo>. Acesso em: 10 abr. 2020.
- NUSSENZVEIG, Herch Moisés. **Curso de física básica, 1: mecânica**. 5. ed. São Paulo: Blucher, 2013.
- OLIVEIRA, Tamires Aparecida Batista de; VALENÇA, Kleber Firpo Prado. A IMPORTÂNCIA DA METODOLOGIA CIENTÍFICA PARA O ENSINO E

APRENDIZAGEM NO ENSINO SUPERIOR. In: CONGRESSO NACIONAL DE EDUCAÇÃO, 12., 015, Curitiba. **Anais...** . [Curitiba]: Cátedra Unesco, 2015. p. 7480 - 7490.

PERUZZO, Francisco Miragaia; CANTO, Eduardo Leite do. **Química na abordagem do cotidiano: Química Geral e Inorgânica**. 4. ed. São Paulo: Moderna, 2006. 408 p. 3 v.

SOUZA, C. G.; SANT'ANNA NETO, J. L. AMBIENTE E PULMÃO. **Hygeia - Revista Brasileira de Geografia Médica e da Saúde**, v. 7, n. 12, 5 jul. 2011.