

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Campus Rio

Verde

Licenciatura em Química

Carlos Alexandre Souza Holanda

Elaboração de material didático para aulas experimentais de Química
na rede pública de acordo com os recursos disponíveis nas escolas e a

BNCC

Rio Verde – GO

2022

Carlos Alexandre Souza Holanda

Elaboração de material didático para aulas experimentais de Química
na rede pública de acordo com os recursos disponíveis nas escolas e a
BNCC

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de Licenciatura em Química do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano Campus Rio Verde, como requisito parcial para a obtenção do título de Licenciado em Química.

Orientador (a): Prof. Dr. Wesley Renato Viali.

Rio Verde – GO

2022

Sistema desenvolvido pelo ICMC/USP
Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema Integrado de Bibliotecas - Instituto Federal Goiano

HH722e Holanda, Carlos Alexandre Souza
Elaboração de material didático para aulas experimentais de química na rede pública de acordo com os recursos disponíveis nas escolas e a BNCC / Carlos Alexandre Souza Holanda; orientador Wesley Renato Viali. -- Rio Verde, 2022.
42 p.

TCC (Graduação em Licenciatura em Química) -- Instituto Federal Goiano, Campus Rio Verde, 2022.

1. Experimentos de Química. 2. Material Alternativo. 3. Ensino Público. I. Viali, Wesley Renato, orient. II. Título.

TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAR PRODUÇÕES TÉCNICO-CIENTÍFICAS NO REPOSITÓRIO INSTITUCIONAL DO IF GOIANO

Com base no disposto na Lei Federal nº 9.610, de 19 de fevereiro de 1998, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano a disponibilizar gratuitamente o documento em formato digital no Repositório Institucional do IF Goiano (RIIF Goiano), sem ressarcimento de direitos autorais, conforme permissão assinada abaixo, para fins de leitura, download e impressão, a título de divulgação da produção técnico-científica no IF Goiano.

IDENTIFICAÇÃO DA PRODUÇÃO TÉCNICO-CIENTÍFICA

- | | |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> Tese (doutorado) | <input type="checkbox"/> Artigo científico |
| <input type="checkbox"/> Dissertação (mestrado) | <input type="checkbox"/> Capítulo de livro |
| <input type="checkbox"/> Monografia (especialização) | <input type="checkbox"/> Livro |
| <input checked="" type="checkbox"/> TCC (graduação) | <input type="checkbox"/> Trabalho apresentado em evento |

Produto técnico e educacional - Tipo:

Nome completo do autor:

Carlos Alexandre Souza Holanda

Matrícula:

2019102221530039

Título do trabalho:

Elaboração de material didático para aulas experimentais de química na rede pública de acordo com os recursos disponíveis nas escolas e a BNCC

RESTRIÇÕES DE ACESSO AO DOCUMENTO

Documento confidencial: Não Sim, justifique:

Publicação de Livro

Informe a data que poderá ser disponibilizado no RIIIF Goiano: 14 / 12 /

O documento está sujeito a registro de patente? Sim Não

O documento pode vir a ser publicado como livro? Sim Não

DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO-EXCLUSIVA

O(a) referido(a) autor(a) declara:

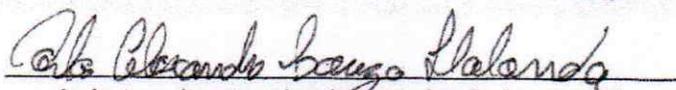
- Que o documento é seu trabalho original, detém os direitos autorais da produção técnico-científica e não infringe os direitos de qualquer outra pessoa ou entidade;
- Que obteve autorização de quaisquer materiais incluídos no documento do qual não detém os direitos de autoria, para conceder ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano os direitos requeridos e que este material cujos direitos autorais são de terceiros, estão claramente identificados e reconhecidos no texto ou conteúdo do documento entregue;
- Que cumpriu quaisquer obrigações exigidas por contrato ou acordo, caso o documento entregue seja baseado em trabalho financiado ou apoiado por outra instituição que não o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano.

Rio Verde-GO

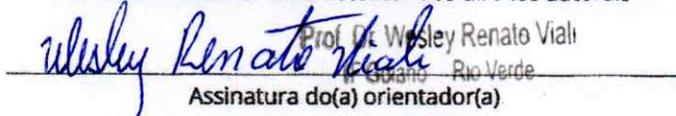
14 / 12 / 2022

Local

Data


Assinatura do autor e/ou detentor dos direitos autorais

Ciente e de acordo:


Prof. Dr. Wesley Renato Viali
Assinatura do(a) orientador(a)



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA GOIANO

Ata nº 87/2022 - GGRAD-RV/DE-RV/CMPRV/IFGOIANO

ATA DE DEFESA DE TRABALHO DE CURSO

Aos treze dias do mês de dezembro de 2022, às 14 horas e 15 minutos, reuniu-se a banca examinadora composta pelos docentes: Prof. Dr. Wesley Renato Viali, Prof^a. Dra. Eloiza da Silva Nunes Viali e Prof. Dr. Celso Martins Belisário, para examinar o Trabalho de Curso intitulado "ELABORAÇÃO DE MATERIAL DIDÁTICO PARA AULAS EXPERIMENTAIS DE QUÍMICA NA REDE PÚBLICA DE ACORDO COM OS RECURSOS DISPONÍVEIS NAS ESCOLAS E A BNCC" do estudante Carlos Alexandre Souza Holanda, Matrícula nº 2019102221530039 do Curso de Licenciatura em Química do IF Goiano – Campus Rio Verde. A palavra foi concedida ao estudante para a apresentação oral do TC, houve arguição do candidato pelos membros da banca examinadora. Após tal etapa, a banca examinadora decidiu pela APROVAÇÃO do estudante. Ao final da sessão pública de defesa foi lavrada a presente ata que segue assinada pelos membros da Banca Examinadora.

(Assinado Eletronicamente)

Dr. Wesley Renato Viali
Orientador

(Assinado Eletronicamente)

Dra. Eloiza da Silva Nunes Viali
Membro

(Assinado Eletronicamente)

Dr. Celso Martins Belisário
Membro

Observação:

() O(a) estudante não compareceu à defesa do TC.

Documento assinado eletronicamente por:

- **Rodrigo Braghiroli**, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 13/12/2022 15:36:32.
- **Celso Martins Belisario**, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 13/12/2022 15:27:50.
- **Eloiza da Silva Nunes Viali**, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 13/12/2022 15:27:09.
- **Wesley Renato Viali**, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 13/12/2022 15:05:40.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 13/12/2022. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifgoiano.edu.br/autenticar-documento/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 452387

Código de Autenticação: d798ae6a04



INSTITUTO FEDERAL GOIANO
Campus Rio Verde
Rodovia Sul Goiana, Km 01, Zona Rural, 01, Zona Rural, RIO VERDE / GO, CEP 75901-970
(64) 3624-1000

Resumo

A experimentação, principalmente na química é, sem dúvida, uma poderosa ferramenta para a compreensão dos conteúdos. A falta de aulas práticas vem de várias razões, como a falta de um espaço apropriado, vidrarias, reagentes, tempo para preparo e roteiros de experimentos. Dessa forma, aulas experimentais foram elaboradas embasadas no novo ensino médio, a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), documento promulgado pelo ministério da educação em 2018 e nos recursos disponíveis em algumas escolas estaduais da cidade Rio Verde – GO, propondo também materiais alternativos caso a instituição não possua ou tenha acabado. Esses experimentos foram aplicados para alunos de ensino médio e se mostraram eficientes em despertar o interesse dos mesmos, além instigar melhor correlação entre o conteúdo aprendido e sua utilização prática.

Palavras-Chave: Experimentos de Química; Material Alternativo; Ensino Público.

Abstract

Experimentation, especially in chemistry is, undoubtedly, a powerful tool when it comes to subject comprehension. The lack of practical classes comes from many reasons, like the lack of proper spaces, glassware, reagents, time to prepare and scripts for experiments. Thus, experimental classes were elaborated grounded on the new high school, the Common National Curriculum Base (BNCC), document enacted by the ministry of education in 2018 and the resources available in some state school in the city of Rio Verde – GO, also offering alternative materials if the institutions lack or there's none left. These experiments were applied to high school students and showed themselves efficient in grabbing their interest, in addition to incite better correlation between the learned content and its practical use.

Keywords: Chemistry Experimentation; Alternative Materials; Public Education.

Lista de Ilustrações

Figura 1. Reação de transesterificação genérica.....	23
Figura 2. A: revisão de interações intermoleculares. B: proveta antes, imediatamente depois e após alguns minutos da prática, respectivamente.....	33
Figura 3. Experimento utilizando o béquer de 100 mL e proveta de 1 L.....	33
Figura 4. Vidrarias e reagentes utilizados na prática.....	34
Figura 5. A, B e C: gradual mudança de coloração na demonstração. D: etapa final do processo feito por alunos.....	35
Figura 6. Sistema após uma semana de reação.....	36
Figura 7. Respectivamente, logo após o experimento e após alguns minutos.....	36
Figura 8. A: resultado dos testes de Biureto. B: banho-maria para os testes de Benedict. C: demonstração da reação do lugol e iodo com amidos.....	37
Figura 9. Cada tubo contém, da esquerda para a direita, solução controle, sal, farinha de trigo, bicarbonato de sódio, amido de milho, açúcar de mesa (sacarose), clara de ovo, carne e leite.	38
Figura 10. Tabela proposta para avaliação.....	38

Lista de Tabelas

Tabela 1. Conteúdos relevantes para experimentações categorizados por série e bimestre.....	3
Tabela 2. Conteúdos de “apoio” categorizados por série e bimestre.....	4
Tabela 3. Tabela proposta para avaliação do experimento de cinética química.....	11
Tabela 4. Tabela proposta para avaliação do experimento de soluções.....	16
Tabela 5. Tabela proposta para avaliação do experimento de bioquímica.....	27

Sumário

1	Introdução.....	1
2	Revisão de Literatura.....	1
3	Objetivos.....	2
3.1	Objetivo geral.....	2
3.2	Objetivos específicos.....	2
4	Materiais e Métodos.....	2
4.1	Análise de alguns livros do novo ensino médio e BNCC.....	3
4.2	Verificação das vidrarias e reagentes disponíveis em algumas escolas e literaturas relevantes.....	4
4.3	Experimentos para o 1º ano do ensino médio.....	5
4.3.1	Substâncias e misturas: identificação de etanol em gasolina comum.....	5
4.3.2	Funções e reações químicas: neutralização ácido e base.....	7
4.3.3	Cinética química: reação da aspirina/vitamina C com água.....	10
4.3.4	Equilíbrio químico: princípio de Le Chatelier com o equilíbrio do ácido carbônico.....	12
4.3.5	Soluções: solubilidade de sais.....	14
4.4	Experimentos para o 2º ano do ensino médio.....	16
4.4.1	Oxidação, redução, corrosão: reação de oxirredução entre cobre e ferro.....	17
4.4.2	Eletrólise: galvanoplastia com zinco.....	19
4.4.3	Pilhas: pilha de ferro e cobre.....	21
4.5	Experimentos para o 3º ano do ensino médio.....	23
4.5.1	Reações orgânicas: produção de biodiesel.....	23
4.5.2	Bioquímica: identificação de algumas biomoléculas.....	25
4.5.3	Termoquímica: temperatura de dissolução.....	27
4.5.4	Estudo dos gases: volume de oxigênio produzido por peróxido de hidrogênio.....	29
5	Resultados e Discussões.....	32
5.1	Substâncias e misturas: identificação de etanol em gasolina comum.....	32
5.2	Funções e reações químicas: neutralização ácido e base.....	33
5.3	Cinética química: reação da aspirina/vitamina C com água.....	34
5.4	Equilíbrio químico: princípio de Le Chatelier com o equilíbrio de ácido carbônico.....	35
5.5	Oxidação, redução, corrosão: reação de oxirredução entre cobre e ferro.....	36
5.6	Bioquímica: identificação de algumas biomoléculas.....	37
6	Conclusão.....	39
7	Referências.....	40

1 Introdução

Os efeitos da experimentação na área de ciências da natureza não são um tópico novo, principalmente no âmbito da química (GIORDAN, 1999; FERREIRA, 2010; LISBOA, 2015), não se contendo apenas ao âmbito nacional (ZHAO, 2018; SUBOTIN, 2019; SHANA, 2020; HOFSTEIN, 2022) e apresentando relevância até mesmo para o ensino superior (NOVAIS, 2018; SILVA, 2018, SOUZA 2021).

Dentre os motivos para a falta de aulas práticas no ensino básico, encontrados na literatura (RAMOS, 2008; ANDRADE, 2011; LIMA, 2011; PERUZZI, 2014), podemos destacar a falta de espaço adequado, falta de vidrarias e reagentes e falta de tempo para preparo. Dessa forma, vê-se a necessidade de propor roteiros para aulas experimentais baseados nos recursos disponíveis nas escolas, oferecendo também alternativas para aqueles que não possuem os materiais necessários.

Outro ponto a se atentar é a ligação desses experimentos com os conteúdos visto em aula e como os mesmos são relevantes para os estudantes, principalmente no meio da transição do sistema de ensino brasileiro para o novo ensino médio. Logo, se torna essencial atrair os experimentos aos temas desse novo sistema, sendo então usados como referências a Base Nacional Comum Curricular, BNCC (MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO, 2018), e alguns livros do novo ensino médio já distribuídos para algumas escolas. Esse trabalho foi realizado nas instituições: Colégio Estadual Frederico Jayme, Colégio Estadual Professor Quintiliano Leão Neto, Colégio Estadual Martins Borges e Escola Estadual Maria Ribeiro Carneiro, todas escolas estaduais da cidade de Rio Verde-GO.

2 Revisão de Literatura

A utilização de aulas de laboratório para o ensino, como relatado por Hofstein e Lunetta (1982, APUD Hofstein, 2022), ganharam espaço nas salas de aula a quase 150 anos atrás, todavia, foi apenas no século XX que se foi regulamentado aulas experimentais no Brasil (SILVA, MACHADO e TUNES, 2019, APUD SOUZA, 2021).

Os benefícios das aulas práticas vêm sendo um ponto discutido por vários autores. Cardoso e Colinvaux (2000), revelaram as aulas de laboratório como um dos fatores para o interesse de estudantes em química, corroborado por Santos et al. (2013) que concluiu que atividades experimentais e que contextualizam os conteúdos são ferramentas para despertara o interesse dos alunos.

Isto dito, é necessário um certo cuidado quanto ao caráter do experimento proposto. Autores como Fernando Jr., Ferreira e Hartwig (2008), Ferreira (2010), Leite (2018), Santos e

Menezes (2020) e muitos outros criticam as aulas práticas meramente demonstrativas, onde o foco é apenas a constatação de um fenômeno. Esses autores sugerem experimentos focado na investigação, visto que esse viés busca a construção e internalização do conhecimento científico (FERNANDO JR., FERREIRA e HARTWIG, 2008; SANTOS e MENEZES, 2020), sendo corroborada pela Lei Federal n. 9394/1996 e pelo protagonismo estudantil proposto pela BNCC (MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO, 2018).

Outro ponto notável é a importância de se atentar a segurança e boas práticas de laboratório durante os experimentos, visto que não é incomum a utilização de compostos tóxicos para os indivíduos, principalmente caso não sejam manuseados adequadamente. Logo, se torna importante a utilização de equipamento de proteção individual (EPI) e coletiva (EPC), a organização e armazenamento adequado de vidrarias e reagentes químicos, assim como conhecimento a respeito dos riscos, manuseamento e tratamento/descarte dos reagentes e produtos utilizados (MACHADO, 2007), para então evitar acidentes.

3 Objetivos

3.1 Objetivo geral

Propor aulas experimentais de química se atentando aos recursos disponíveis nas escolas e no currículo do novo ensino médio.

3.2 Objetivos específicos

- Elaborar roteiros de experimentos com base nos conteúdos previstos pela (BNCC)
- Propor experimentos que utilizassem as vidrarias e os reagentes disponíveis nas escolas
- Fornecer alternativas as vidrarias e aos reagentes não possuídos pelas unidades escolares

4 Materiais e Métodos

O processo foi dividido em 3 etapas:

1. Análise de livros didáticos do novo ensino médio e BNCC, buscando verificar os conteúdos previstos para a disciplina de química (ciências da natureza);
2. Verificação das vidrarias e reagentes disponíveis em algumas escolas, procurando averiguar os recursos disponíveis e buscar referências de experimentos baseado no que for constatado;
3. Elaboração e aplicação de experimentos, observando a retroalimentação dos estudantes, assim como notando particularidades quanto a aplicação das práticas.

4.1 Análise de alguns livros do novo ensino médio e BNCC

Os livros utilizados foram da coleção Multiversos Ciência da Natureza da editora FTD que já foram disponibilizados para a eventual distribuição em algumas escolas, assim que se adaptarem ao documento citado anteriormente.

São abordados conteúdos de Química, Física e Biologia em 6 volumes que, de acordo com os autores, podem ser trabalhados na ordem que a unidade escolar decidir, sendo sugerido trabalhar cada volume por um total de 6 meses. Nessa perspectiva, a tabulação dos resultados foi feita em ordem crescente de volume, considerando também a divisão do ano letivo pré BNCC: 3 anos, 4 bimestres por ano.

Considerando cada livro para dois bimestres, volumes 1 e 2 ficam voltados para o 1º ano, volumes 3 e 4 ficam voltados para o 2º ano e volumes 5 e 6 ficam voltados para o 3º ano. A partir dessa divisão, foi-se observado que os conteúdos de química presente no livro eram bem próximas ao previsto pré BNCC. Dessa forma, foram anotados os conteúdos de química os quais possibilitavam uma abordagem experimental, resultando na tabela 1.

Tabela 1. Conteúdos relevantes para experimentações categorizadas por série e bimestre

(Fonte: autor)

Série	Bimestre			
	1º	2º	3º	4º
1º	Substâncias e misturas	Funções e reações químicas	Cinética química	Soluções Equilíbrio químico
2º		Oxidação, redução, corrosão Pilhas Eletrólise		
3º	Reações orgânicas	Estudo dos gases		
	Bioquímica	Termoquímica (reações endotérmicas e exotérmicas)		

Quanto aos outros conteúdos, expressados na tabela 2, apresentaram menor flexibilidade quanto a experimentação, entretanto, quando possível, foram acoplados aos

experimentos propostos, uma vez que complementavam ou ofereciam uma outra fonte de discussão a respeito da prática.

Tabela 2. Conteúdos de “apoio” categorizados por série e bimestre (Fonte: autor)

Série	Bimestre			
	1°	2°	3°	4°
1°	Estados físicos da matéria Átomos Tabela periódica Ligações químicas Interações intermoleculares	Ciclos biogeoquímicos		Mol e cálculo estequiométrico
3°	Química Ambiental Fundamentos de química orgânica			Princípios da radioatividade

Um ponto abordado pela BNCC é o protagonismo do estudante perante seu aprendizado, destacando o processo de práticas investigativas, onde o aluno é colocado em contato com situações em que são necessários a identificação de problemas, formulação de hipóteses, realização de atividades experimentais, análises de resultados, dentre vários outros, mencionando também os processos experimentais e analíticos qualitativos e quantitativos (MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO, 2018, p. 550-551).

Desse modo, se torna pertinente abordar seções de discussão e avaliação, uma vez que esses requerem dos estudantes uma postura crítica e analítica quanto ao experimento presenciado.

4.2 Verificação das vidrarias e reagentes disponíveis em algumas escolas e literaturas relevantes

Foram visitadas 4 unidades escolares estaduais que ofertavam ensino médio na cidade de Rio Verde – GO: Colégio Estadual Frederico Jayme, Colégio Estadual Professor Quintiliano Leão Neto, Colégio Estadual Martins Borges e Escola Estadual Maria Ribeiro

Carneiro. Foram verificados as vidrarias possuídas pelas escolas, assim como anotados os reagentes que tinham ou pretendiam adquirir.

Todas as escolas apresentavam ou pretendiam adquirir kits de reagentes, mas também possuíam alguns antigos, adquiridos previamente por professores ou iniciativas do governo.

4.3 Experimentos para o 1º ano do ensino médio

Experimentos propostos com base nos temas disponíveis nos volumes 1 e 2 da coleção Multiversos Ciências da Natureza, intitulados, respectivamente: Matéria, Energia e a Vida e Movimentos e Equilíbrios na Natureza.

4.3.1 Substâncias e misturas: identificação de etanol em gasolina comum

Teoria:

As misturas podem ser classificadas de duas formas: sistemas homogêneos e sistemas heterogêneos, sendo a primeira formada por substâncias miscíveis e a segunda por substâncias não miscíveis. Na maioria dos casos, uma análise visual permite essa classificação a partir da contagem de fases, ou seja, dos aspectos visuais distinguíveis presentes sistema, onde misturas homogêneas apresentam apenas uma fase, enquanto misturas heterogêneas apresentam duas ou mais.

A gasolina brasileira, de acordo com a legislação, deve ser uma mistura entre a gasolina produzida nas refinarias (majoritariamente octano) e etanol anidro, com proporção entre 18% e 27,5 % \pm 1%, visto que o álcool age como um antidetonante.

A gasolina é classificada com mistura homogênea, sendo que interação entre etanol e octano tem caráter de dipolo induzido. A solução salina também é homogênea até uma certa proporção água/sal.

A mistura entre a solução salina com gasolina provoca a separação do etanol devido a maior afinidade das moléculas do álcool pela água, uma vez que possuem uma interação molecular mais forte, a ligação de hidrogênio.

A separação da fase água + sal + etanol e gasolina pura é devido a polaridade das moléculas, sendo também influenciada pela densidade, responsável pela gasolina permanecer na parte superior da proveta.

Objetivo:

Observar a formação de sistemas homogêneos e heterogêneos, relacionar com forças intermoleculares e ligar com o cotidiano.

Materiais:

Proveta de 50 mL

Béquer

Bastão de vidro

Sal de cozinha

25 mL de Gasolina comum

25 mL de água

Experimento:

1. Faça uma solução salina dissolvendo uma colher de sopa de sal em 25 mL de água.
2. Transfira os 25 mL de gasolina para a proveta, adicione a solução salina.
3. Agite a mistura, lentamente, com o bastão de vidro e espere alguns minutos para que ocorra a separação de fases.

* Mantenha a gasolina fora do alcance de substâncias inflamáveis, explosivas, fontes de calor e fontes de eletricidade.

Pontos de discussão:

- Classificação e diferenciação dos tipos de gasolina automotiva e comentários sobre a norma da ANP a respeito da porcentagem de etanol permitida nesse combustível.
- Considerando a gasolina como uma mistura de etanol e isoctano (maior proporção dentre os octanos) é possível mostrar que as substâncias são miscíveis entre si, formando uma mistura homogênea.
- Sal de cozinha é solúvel em água até certa proporção, formando uma mistura homogênea (caso insaturada ou saturada sem corpo de fundo).
- Observação de uma separação de fases, sendo que a camada aquosa teve aumento de volume.
- Anotação a respeito do volume de etanol e gasolina pura presentes no sistema.

Propostas de avaliação:

1. Perguntar antes do experimento como os estudantes definiriam a gasolina comum em termos de mistura. O que eles esperam que aconteça com a mistura sal + água? O que acontecerá com a mistura de gasolina + solução de salina?
2. Perguntar por que a gasolina fica sobre a solução aquosa e como poderia ser feito a separação delas.
3. Sugerir calcular a porcentagem de etanol presente nos 50 mL de gasolina.

4. Sugerir calcular a massa de gasolina presente nos 50 mL usados, sabendo-se que a densidade do isoctano é de $0,69 \text{ g.cm}^{-3}$.

Tratamento/Descarte de resíduos:

A mistura de água e etanol pode ser descartada na pia.

A gasolina pode ser reutilizada.

Observações:

Esse experimento deve ser aplicado após a abordagem do conteúdo de interações intermoleculares, uma vez que oferece responder o porque gasolina se mistura com etanol, porque o etanol se separa da gasolina após o contato com água e porque a gasolina pura não se mistura com a solução aquosa.

Referências:

DAZZANI et al. **Explorando a Química na Determinação do Teor de Álcool em Gasolina.** Química Nova na Escola, n. 17, p. 41-45 2003.

Lei nº 13.033, de 23 de Setembro de 2004.

GODOY, L.; DELL'AGNOLO, R. M.; MELO, W. C. **Multiversos: Ciências da Natureza.** ed. 1, v. 1. São Paulo: FDT, 2020.

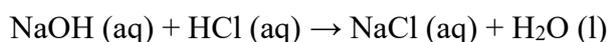
4.3.2 Funções e reações químicas: neutralização ácido e base

Teoria:

Dentre as teorias ácido-base, a de Arrhenius classifica ácidos como substâncias que, em meio aquoso, liberam íon o H^+ e bases, em meio aquoso, liberam o íon OH^- . No caso do experimento, HCl (aq) age com ácido de Arrhenius e NaOH (aq) age como base de Arrhenius.

A reação entre um ácido e uma base é chamada de reação de neutralização e, no caso da reação observada, acontece pela equação:

A) neutralização do HCl (aq) por NaOH (aq)



O método de titulação consiste na determinação do volume de uma solução com concentração conhecida, o titulante, necessário para reagir com um volume específico de uma solução a ser analisada, o titulado. No caso reações de neutralização, busca-se determinar a concentração do titulado a partir do volume de titulante gasto.

Esse processo tem fim a partir da observação do ponto de viragem, promovido por indicadores ácido-base, substâncias que mudam de cor baseado no meio (básico, ácido ou neutro) que se encontra. Esse meio pode ser determinado pela escala de pH.

Quando todo titulado é neutralizado pelo titulante, um pequeno excesso de titulante altera o meio e promove o ponto de viragem: a mudança de cor característica do indicador.

No experimento, a fenolftaleína não possui coloração em meios ácidos e neutro e coloração violeta em meio básico. Dessa forma, a solução de NaOH (aq) deve ser o titulante pois, quando todo ácido (titulado) for neutralizado, um pequeno excesso do titulante altera a solução de incolor para levemente rosa, sendo esse o ponto de viragem.

Objetivo:

Observação da reação entre ácidos e bases, assim como o efeito de indicadores ácido-base.

Materiais:

Papel de Tornassol

Bureta

Erlenmeyer

Béqueres

Balão Volumétrico de 25 mL

Solução de Hidróxido de Sódio 0,2 M – NaOH (aq)

Solução de Ácido Clorídrico 0,1 M – HCl (aq)

Fenolftaleína

* É possível substituir alguns materiais:

Bureta por conta-gotas ou seringa

NaOH (aq) por bicarbonato de sódio

HCl (aq) por vinagre

Fenolftaleína por suco de repolho roxo

Papel de Tornassol é opcional

** É necessário tomar algumas precauções:

Utilização de óculos e luvas de proteção

Preparar a solução em capela ou local bem ventilado no caso de HCl concentrado

Ter em mãos bicarbonato de sódio e vinagre no caso de contato com NaOH (aq) e HCl (aq)

Experimento:

1. Preparar 25 mL de uma solução de NaOH (aq) $0,2 \text{ mol.L}^{-1}$ em um balão e transferir para a bureta
2. Preparar 25 mL de uma solução de HCl (aq) $0,1 \text{ mol.L}^{-1}$ em um balão e transferir para um erlenmeyer
3. Utilizar o papel de Tornassol para indicar o pH de cada solução (opcional)
4. Adicionar 3 gotas da solução de Fenolftaleína no erlenmeyer
5. Realizar a titulação
6. Utilizar o papel de Tornassol para indicar o pH da solução neutralizada (opcional)

Pontos de discussão:

- Abordar previamente o processo de titulação e sua utilidade
- Montagem e balanceamento da equação química
- Possível coloração de outros indicadores

Propostas de avaliação:

1. Sugerir classificar qual composto age como ácido e qual age como base
2. Perguntar o significado da mudança de cor
3. Perguntar o porque a base é o titulante e porque o ácido é o titulado.

Tratamento/Descarte de resíduos:

A solução de NaOH (aq) pode ser guardada em um balão volumétrico para uso posterior.

A solução final pode ser descartada na pia.

Observações:

Esse experimento pode ser re/feito após o conteúdo de mol e cálculo estequiométrico, uma vez que poder ser abordado por uma perspectiva quantitativa: cálculos necessários para preparar as soluções e cálculo para identificar a concentração de um titulado.

Re/fazer a prática utilizando o vinagre como titulado possibilita apresentar os cálculos para confirmar a concentração de ácido acético presente no produto.

Referências:

CONSTANTINO, M. G.; SILVA, G. V. J.; DONATE, P. M. **Fundamentos de Química Experimental**. ed. 2. São Paulo: EDUSP, 2011.

4.3.3 Cinética química: reação da aspirina/vitamina C com água

Teoria:

Existem três fatores principais que afetam a velocidade das reações: temperatura, área de contato e concentração, todos aliadas a teoria das colisões. A pressão é um fator relevante quando gases estão envolvidos e catalisadores afetam as energias necessárias para as reações.

A temperatura afeta a velocidade das moléculas por intensificar, no caso de temperaturas maiores ou reduzir, no caso de temperaturas menores, o número de colisões ocorridas no decorrer do tempo. Existem exceções.

A área do contato pode facilitar a probabilidade de colisões, caso haja mais “vias” para atingir as moléculas ou dificultar, caso haja menos “vias”. A área de contato também é afetada pelo estado físico que os reagentes se encontram.

A concentração aumenta ou abaixa a população de moléculas, alterando a possibilidade que elas se choquem.

A aspirina e a vitamina C são compostos cujo princípio ativo é um ácido, respectivamente, ácido acetil salicílico e ácido ascórbico, logo, ao serem dissolvidos em água, alteram o pH do meio. Dessa forma, a utilização de um indicador ácido-base permite constatar a mudança de velocidade de acordo com o tempo para que mudança de coloração ocorra.

É importante, todavia, escolher um indicador cuja mudança de cor seja perceptível em meio ácido e que não interfira com a cor da solução, no caso da utilização da vitamina C. Caso esse último seja inviável, a vigorosidade da dissolução da vitamina C em água é outro indicador da velocidade da reação.

Objetivo:

Observação dos efeitos de temperatura, área de contato e concentração na velocidade de uma reação baseado na mudança de cor

Materiais:

Béqueres de 50 ou 100 mL

Água quente, à temperatura ambiente e gelada

10 comprimidos de aspirina ou 5 pastilhas efervescentes (Ex. Vitamina C)

Indicador ácido – base

* Avisos sobre o indicador:

Ele deve mudar de coloração em meio ácido

Caso utilize as pastilhas efervescentes, escolher um indicador que não sofre muita interferência da coloração alaranjada das pastilhas.

O suco do repolho roxo pode ser usado com indicador

* Algumas pastilhas efervescentes, como a vitamina C, podem ser utilizadas sem a necessidade de indicador, visto já possuem coloração característica. Em todas podem ser observadas a vigorosidade da reação (efervescência) ao invés da mudança de cor.

Experimento:

1. Nos béqueres, coloque água à temperatura ambiente, gelada e quente, seguido da adição do indicador e de 1 comprimido inteiro de aspirina ou de meia pastilha efervescente em cada um.
2. Repetir o 1º passo com comprimidos ou pastilhas pulverizadas
3. Em um béquer, adicione, preferencialmente, água à temperatura ambiente e o indicador, seguido da adição de 2 comprimidos de aspirina ou 1 pastilha efervescente
4. Repetir o 3º passo com comprimidos ou pastilhas pulverizadas

Pontos de discussão:

- Lembrar o conceito de indicador ácido – base, ligando à composição da aspirina e da vitamina C
- Discutir antes do experimento os resultados esperados após a adição dos comprimidos ou pastilhas em relação a velocidade de reação
- Relacionar cada etapa do experimento com o(s) fator(es) que influencia(m) na velocidade das reações

Propostas de avaliação:

1. Completar uma tabela detalhando cada processo e suas respectivas conclusões a respeito da velocidade

Tabela 3. Tabela proposta para avaliação do experimento de cinética química (Fonte: autor)

Temperatura da água	Observações			
	Comprimido inteiro	Comprimido pulverizado	2 Comprimidos	2 Comprimidos pulverizados
Quente				
Ambiente				
Gelada				

Tratamento/Descarte de resíduos:

As soluções podem ser descartadas na pia.

Observações:

Caso o conteúdo de soluções já tenha sido ministrado, é notório abordar uma outra vertente: a solubilidade, uma vez que essa varia com o composto, com a temperatura e como ela afeta a concentração.

Referências:

GODOY, L.; DELL'AGNOLO, R. M.; MELO, W. C. **Multiversos: Ciências da Natureza.** ed. 1, v. 2. São Paulo: FDT, 2020.

BROWN, T. L. et al. **Química: a ciência central.** ed. 13. São Paulo: Pearson Education do Brasil Ltda, 2016.

4.3.4 Equilíbrio químico: princípio de Le Chatelier com o equilíbrio do ácido carbônico**Teoria:**

O equilíbrio pode ser caracterizado por um estado onde as velocidades de reação direta e inversa ocorrem na mesma velocidade, levando a não alteração da concentração, recebendo o nome de equilíbrio dinâmico.

O princípio de Le Chatelier prega que, quando um sistema em estado de equilíbrio é perturbado, seja pressão, concentração ou temperatura, o sistema desloca o equilíbrio para compensar essa perturbação. Nesse experimento, os equilíbrios relevantes são:

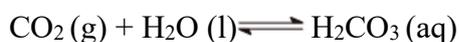
A) dissociação do bicarbonato de sódio:



B) hidrólise do íon bicarbonato



C) obtenção (reação direta)/decomposição (reação inversa) do ácido carbônico:

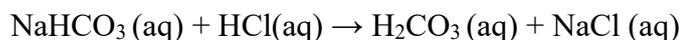


Ambas as reações B e C acontecem simultaneamente no béquer: ao mesmo tempo que o íon bicarbonato forma ácido carbônico, o ácido se decompõe em gás carbônico.

Dessa forma, ao se borbulhar gás carbônico na solução do béquer, aumenta-se a concentração do ácido carbônico, deslocando a reação C para o sentido direto. Caso mais bicarbonato seja adicionado ao béquer, aumenta-se a concentração do íon bicarbonato, deslocado a reação B para a formação dos produtos.

A fonte de $\text{CO}_2 (\text{g})$ é a partir da reação entre o ácido clorídrico e o íon carbonato provindo do $\text{NaHCO}_3 (\text{s})$, reação D, que gera o gás a partir do ácido carbônico (reação C inversa).

D) neutralização do HCl(aq) com NaHCO₃ (aq)



A fenolftaleína colora a solução inicial do béquer devido ao íon bicarbonato agir como uma base de Bronsted-Lowry (receptor de H⁺, no caso, provido pela água) e se torna incolor com o aumento do ácido carbônico formado a partir do borbulhamento.

Objetivo:

Demonstrar o Princípio de Le Chatelier pelo equilíbrio do ácido carbônico e relacionar com o pH do sangue

Materiais:

Solução de Ácido Clorídrico – HCl (aq) 0,1 mol.L⁻¹

Bicarbonato de Sódio – NaHCO₃ (s)

Fenolftaleína

Béquer

Erlenmeyer

Mangueira de borracha flexível

Experimento:

1. Preparar uma solução de 50 mL de HCl (aq) 0,1 mol.L⁻¹ e transferir para um erlenmeyer
2. Dissolver uma pequena quantidade de bicarbonato de sódio em 50 mL de água e adicionar algumas gotas de fenolftaleína
3. Adicionar uma pequena quantidade de bicarbonato de sódio e fixar a mangueira no erlenmeyer
4. Mergulhar rapidamente a outra ponta da mangueira no béquer com a solução de bicarbonato

* HCl (aq) 0,1 mol.L⁻¹ pode ser substituído por vinagre

Pontos de discussão:

- Princípio de Le Chatelier com aumento/diminuição de concentração
- pH do sangue em relação a acidose e alcalose

Propostas de avaliação:

1. Considerando as equações, identificar qual o sentido da reação enquanto o borbulhamento acontece e qual seria sentido se fosse aumentado a concentração de bicarbonato na solução do mesmo

Tratamento/Descarte de resíduos:

As soluções podem ser neutralizadas, diluídas e descartadas na pia

Observações:

Caso seja aplicado após o conteúdo de cinética química, pode ser discutido como os fatores que alteram a velocidade da reação afetam o equilíbrio.

Referências:

FERREIRA L; H.; HARTWIG, D. H.; OLIVEIRA, R. C. Ensino Experimental de Química: Uma Abordagem Investigativa Contextualizada. **Química Nova na Escola**, n. 10, p. 101-106, 2010.

4.3.5 Soluções: solubilidade de sais**Teoria:**

Soluções são misturas homogêneas compostas por duas ou mais substâncias miscíveis, onde aquela em maior quantidade é chamada de solvente e as em menor quantidade de solutos, podendo ser líquidas, sólidas ou gasosas. Soluções podem ser insaturadas, saturadas, saturadas com corpo de fundo e supersaturadas.

Sais, quando em contato com certos solventes apropriados, sofrem um processo de solvatação: devido as interações entre soluto-solvente serem mais fortes que as interações soluto-soluto e as interações solvente-solvente, sendo também afeta por uma razão carga/raio dos íons que compõem o sal. Quando o solvente é a água, o processo recebe o nome de hidratação.

Solubilidade, é a quantidade de soluto capaz de se dissolver em uma certa quantidade de solvente, com determinada pressão e temperatura, sendo única para cada soluto em cada solvente diferente. Quanto maior a solubilidade do sal, mais ele será dissolvido, quanto menor, mais o sal permanecerá na forma de cristais.

Para os sais propostos, a solubilidade em água a 25 °C são:

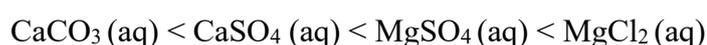
Carbonato de cálcio – CaCO_3 (s): $6,6 \times 10^{-4}$ g/100 g H_2O

Cloreto de magnésio – MgCl_2 (s): 56,0 g/100 g H_2O

Sulfato de magnésio – MgSO_4 (s): 35,7 g/100 g H_2O

Sulfato de cálcio – CaSO_4 (s): 0,205 g/100 g H_2O

Dessa forma, em ordem crescente de solubilidade temos:



Objetivo:

Demonstrar a solubilidade de sais em água em diferentes temperaturas

Materiais:

Carbonato de Cálcio – CaCO_3 (s)

Cloreto de magnésio – MgCl_2 (s)

Sulfato de magnésio – MgSO_4 (s)

Sulfato de cálcio – CaSO_4 (s)

Água à temperatura ambiente, gelada e quente

Tubos de Ensaio

Termômetro

* É possível utilizar uma variedade de sais como substitutos, porém deve-se atentar a sua solubilidade e cuidados quanto seu descarte

Experimento:

1. Colocar uma pequena quantidade de água natural em cada tubo de ensaio, medir e anotar a temperatura
2. Adicionar uma mesma quantidade dos sais em tubos diferentes
3. Agitar os tubos com presença de corpo de fundo
4. Repetir com a água gelada e água quente.

Pontos de discussão:

- Conceito de sais e solubilidade
- Fatores que influenciam na solubilidade
- Classificação de soluções

Propostas de avaliação:

1. Completar uma tabela relacionando classificação de solução com temperatura

Tabela 4. Tabela proposta para avaliação do experimento de soluções (Fonte: autor)

	Classificação da solução formada			
Temperatura da água	Sal 1	Sal 2	Sal 3	Sal n
X°C				
Y°C				
Z°C				

Tratamento/Descarte de resíduos:

Todas as soluções podem ser diluídas e descartadas na pia.

Observações:

Ser aplicado após o conteúdo de interações intermoleculares é essencial para seu entendimento.

Caso aplicado após o conteúdo de termoquímica, é importante relacionar os processos de com os conceitos de dissolução endotérmica e exotérmica e abordar as variações de entalpia.

Também é possível relacionar a solubilidade com cinética e equilíbrio químico.

Referências:

GODOY, L.; DELL'AGNOLO, R. M.; MELO, W. C. **Multiversos: Ciências da Natureza.** ed. 1, v. 2. São Paulo: FDT, 2020.

BROWN, T. L. et al. **Química: a ciência central.** ed. 13. São Paulo: Pearson Education do Brasil Ltda, 2016.

4.4 Experimentos para o 2º ano do ensino médio

Experimentos propostos com base nos temas disponíveis nos volumes 3 e 4 da coleção Multiversos Ciências da Natureza, intitulados, respectivamente: Eletricidade na Sociedade e na Vida e Origens.

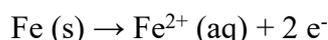
4.4.1 Oxidação, redução, corrosão: reação de oxirredução entre cobre e ferro

Teoria:

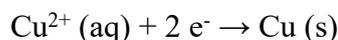
As reações de oxirredução são baseadas nas trocas de elétrons entre reagentes. Um átomo que perde elétron sofre uma oxidação, logo sua carga tende a ficar positiva, enquanto um átomo que recebe elétron sofre uma redução, logo, sua carga tende a ficar negativa.

O experimento promove a observação das seguintes reações:

A) Oxidação do ferro metálico

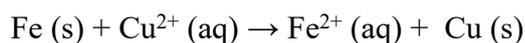


B) Redução dos íons de cobre



A soma das semirreações de oxidação e redução fornecem a equação global C:

C) Reação entre ferro metálico e íons de cobre



A partir da reação é possível constatar que a parte da lâmina de ferro submersa na solução de cobre se encontra com volume reduzido e uma camada de cobre por cima, visto que os átomos de ferro foram deslocado para a solução e os átomos de cobre se depositaram sob a lâmina. Essa só ocorre porque o íon em solução pertence a um metal menos reativo que a lâmina.

Objetivo:

Observar o processo de oxidação do íon Cu^{2+} em Cu (s) , redução de Fe (s) em Fe^{2+} e relacionar com o conceito de corrosão

Materiais:

Sulfato de cobre – $\text{CuSO}_4 \text{ (s)}$

Cloreto de sódio/Sal de cozinha – NaCl (s)

Água

Tubo de ensaio

Lâmina de ferro

Papel-filtro

* É possível substituir alguns materiais:

Lâmina de ferro por prego de ferro

Papel filtro por algodão

Experimento:

1. Preencha pouco menos que 1/4 do tubo de ensaio com CuSO_4 (s) e coloque um pedaço de papel-filtro por cima
2. Preencha aproximadamente 1/4 do tubo de ensaio com NaCl (s) e coloque um pedaço de papel-filtro por cima
3. Coloque a lâmina de ferro e adicione água até a lâmina estar totalmente coberta
4. Espere alguns minutos e retire a lâmina

Pontos de discussão:

- Perguntas antes do experimento qual dos metais oxidará e qual reduzirá, relacionado esse conceito com a reatividade dos mesmos
- Relacionar esse processo aos métodos de galvanização e eletrodeposição

Propostas de avaliação:

1. Identificar o Nox de cada elemento químico envolvido na reação de oxirredução
2. Montagem e balanceamento das semirreações e reação geral

Tratamento/Descarte de resíduos:

As soluções podem ser descartadas na pia.

O cobre formado pode ser, preferencialmente, utilizado em outras práticas, enquanto o ferro pode ser descartado.

Observações:

Para melhor efeito, é recomendado deixar a reação ocorrer por alguns dias antes de retirar a lâmina. Uma alternativa é preparar outro experimento de antemão e usar como ponto de comparação entre o tempo de reação.

Referências:

GODOY, L.; DELL'AGNOLO, R. M.; MELO, W. C. **Multiversos: Ciências da Natureza.** ed. 1, v. 3. São Paulo: FDT, 2020.

BROWN, T. L. et al. **Química: a ciência central.** ed. 13. São Paulo: Pearson Education do Brasil Ltda, 2016.

4.4.2 Eletrólise: galvanoplastia com zinco

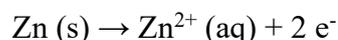
Teoria:

Eletrólise consiste em utilizar uma corrente elétrica para promover uma reação de oxirredução entre dois eletrodos, podendo ir contra a reação espontânea devido ao fluxo ordenado dos elétrons.

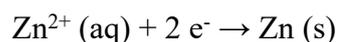
Uma das utilidades é a galvanoplastia, que consiste na deposição de uma camada de um metal sobre a superfície de outro, onde um metal tem seus átomos oxidados pelo ânodo e reduzidos na superfície do metal que se deseja cobrir, o cátodo.

Dessa forma o experimento prevê a seguinte reação:

A) Semirreação de oxidação do zinco:



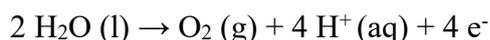
B) Semirreação de redução do zinco:



O zinco age como ânodo do sistema, realizando a oxidação do zinco (A) metálico em íons livres, que são atraídos pelo fluxo de elétrons até o cátodo, onde ocorre sua redução (B) sobre a peça de ferro.

Como consequência da corrente elétrica, também ocorre a eletrólise de água, observada pela formação de bolhas de gás oxigênio:

C) eletrólise da água



Objetivo:

Demonstrar o processo de eletrólise na galvanoplastia

Materiais:

Solução de Sulfato de Zinco 1 mol.L⁻¹ (aq) – ZnSO₄ (aq)

Arame de ferro

Placa de Zinco

Fios condutores

Pilha de 9 V

Béquer

* Os fios condutores podem ser fios de cobre encapados

* Moldar o arame de aço pode facilitar a visualização do processo

Experimento:

1. Conecte os fios conectores nos polos da pilha
2. Conecte o fio do polo negativo no arame de ferro (catodo)
3. Conecte o fio do polo positivo na placa de zinco (anodo)
4. Mergulhe ambos na solução de sulfato de zinco
5. Após alguns minutos, retirar o arame, lavar e lixar levemente

* Para não ocorrer interferência, apenas o catodo e o anodo devem ser mergulhados na solução de sulfato de zinco

Pontos de discussão:

- Processo de galvanização
- Utilidade da zincagem

Propostas de avaliação:

1. Montagem e balanceamento da dissociação do sulfato de zinco e das meia-reações envolvidas

Tratamento/Descarte de resíduos:

A solução pode ser descartada

A placa de zinco pode ser descartada ou guardada

A peça galvanizada pode ser guardada ou descartada

Observações:

Caso disponibilize de uma balança, é possível medir a massa de cada peça antes e depois do processo

Referências:

GODOY, L.; DELL'AGNOLO, R. M.; MELO, W. C. **Multiversos: Ciências da Natureza.** ed. 1, v. 3. São Paulo: FDT, 2020.

BROWN, T. L. et al. **Química: a ciência central.** ed. 13. São Paulo: Pearson Education do Brasil Ltda, 2016.

ANDRADE, L. V.; ZIMMER, C. G. **Galvanização: uma proposta para o ensino de eletroquímica.** Química Nova na Escola. v. 43, n. 3, p. 298-304, 2021.

4.4.3 Pilhas: pilha de ferro e cobre

Teoria:

Pilhas, também chamadas de células galvânicas, consistem em sistemas que promovem reações de oxirredução e consistem em dois eletrodos, o ânodo, onde ocorre a reação de oxidação e o cátodo, onde ocorre a reação de redução, podendo ser expressos por semirreações.

Esses processos são determinados pelo potencial padrão de redução (E°), ou seja, pela energia liberada/absorvida no processo de redução e, no caso de oxidação, a semirreação inversa com potencial de sinal oposto. Quanto menor for esse valor, maior a tendência de oxidação e quanto maior esse valor, maior a tendência de redução, onde as somas dessas semirreações e seus respectivos potencial resultam numa equação global e na diferença de potencial entre os eletrodos.

A diferença de potencial entre eletrodos permite a geração de energia elétrica para uso externo devido ao fluxo de elétrons do ânodo em direção ao cátodo.

No experimento, esses eletrodos são ferro, que age como ânodo e o cobre que age como cátodo, os quais sofrem as seguintes reações:

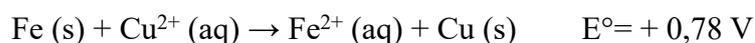
A) Semirreação de oxidação do ferro metálico:



B) Semirreação de redução dos íons de cobre:



C) Equação global da reação ocorrida:



Quando a reação acontece, ocorre o acúmulo de cargas nas soluções devido a maior presença de íons [solução de $\text{FeSO}_4 \text{ (aq)}$] e elétrons [solução de $\text{CuSO}_4 \text{ (aq)}$], necessitando de uma forma de manter a solução eletricamente neutra. No caso, a ponte salina fornece íons para compensar o aumento das cargas das soluções.

Objetivo:

Constatar a diferença de potencial ocorrida entre eletrodos de ferro e cobre

Materiais:

Ferro metálico

Cobre metálico

Solução de Sulfato de Ferro – FeSO_4 (aq)

Solução de Sulfato de Cobre – CuSO_4 (aq)

Solução de Cloreto de Sódio – NaCl (aq)

Voltímetro

Tubo em “U”

Algodão

*Os metais podem ser substituídos por outros metais, desde que as soluções dos mesmos também seja

Experimento:

1. Montar uma ponte salina colocando NaCl (aq) dentro do tubo “U” e tampando as entradas com algodão
2. Colocar uma ponta da ponte salina na solução de CuSO_4 (aq) e a outra na solução de FeSO_4 (aq)
3. Colocar um fio conector do voltímetro em um pedaço de cobre e colocar na solução de CuSO_4 (aq)
4. Colocar o outro fio conector do voltímetro no ferro metálico e mergulhar na solução de FeSO_4 (aq)

Pontos de discussão:

- Equação de oxirredução dos metais
- Composição de pilhas

Propostas de avaliação:

1. Montar as semirreações e reação global de oxirredução ocorrida no experimento e calcular o potencial teórico.

Tratamento/Descarte de resíduos:

A fruta pode ser descartada

Os metais e soluções podem ser reutilizados

Observações:

*Dependendo dos metais utilizados, como chumbo, pode ser necessário um tratamento mais específico caso não ofereça opção de reutilização.

Referências:

MARCONATO, J. C.; BIDÓIA, E. D. **Potencial de Eletrodo: uma Medida Arbitrária e Relativa.** Química Nova na Escola, n. 17, p. 46-49, 2003.

GODOY, L.; DELL'AGNOLO, R. M.; MELO, W. C. **Multiversos: Ciências da Natureza.** ed. 1, v. 3. São Paulo: FDT, 2020.

4.5 Experimentos para o 3º ano do ensino médio

Experimentos propostos com base nos temas disponíveis nos volumes 5 e 6 da coleção Multiversos Ciências da Natureza, intitulados, respectivamente: Ciência, Sociedade e Ambiente e Ciência, Tecnologia e Cidadania.

4.5.1 Reações orgânicas: produção de biodiesel**Teoria:**

Biodiesel é um combustível composto por ésteres de ácido graxos obtidos a partir de biomassa por um processo chamado de transesterificação, que ocorre com a reação de certos ésteres, como os triglicerídeos, com álcoois sob catálise de ácidos ou bases, tendo o glicerol como subproduto.

Durante a reação, os radicais dos triglicerídeos são substituídos pela hidroxila do álcool, formando o glicerol, enquanto o radical do álcool se liga nos ésteres de ácidos graxos formados, sendo necessário utilizar um catalisador devido baixa velocidade da reação.

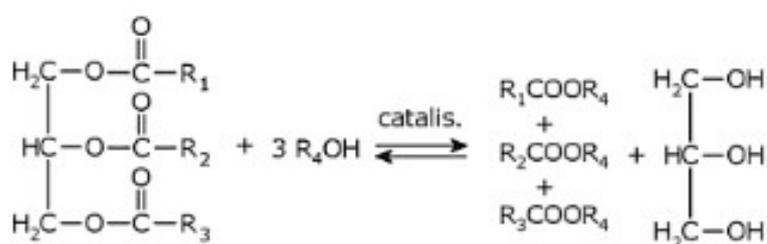


Figura 1. Reação de transesterificação genérica (Fonte: Da Silveira, 2011. pg. 49, APUD Giacomini e Baranão, 2015)

Os triglicerídeos podem ser obtidos nos óleos vegetais, por isso o uso do óleo de soja e o etanol é usado por ser menos perigosos e mais acessíveis que o metanol, além de também ser de origem renovável. O hidróxido de sódio é utilizado como catalisador alcalino, levando a necessidade do cloreto de sódio para impedir a formação do sabão (reação de saponificação: triglicerídeos + base forte). Após a separação de fases, o biodiesel se encontra em cima e o glicerol em baixo devido à diferença de densidade.

Objetivo:

Observar a reação de transesterificação

Materiais:

Cloreto de sódio/Sal de cozinha – NaCl (s)

Hidróxido de Sódio – NaOH (s)

Etanol (Álcool Etilico)

Água Quente

Óleo de Soja

Béqueres

*Óleo de fritura também pode ser usado caso esteja livre de impurezas macroscópicas

Experimento:

1. Adicionar 100 mL de Óleo de Soja a uma béquer
2. Dissolver aproximadamente 0,2 g de NaOH (s) em 30 mL de Etanol e adicionar ao béquer anterior
3. Colocar a solução do béquer em banho-maria com agitação por alguns minutos
4. Depois, adicionar 1 g de NaCl (s), 50 mL de água e 50 mL de Etanol sob aquecimento e agitação por 1 minuto
5. Esperar a separação de fases

Pontos de discussão:

- Produção e composição de biodiesel
- Reação de transesterificação
- Impacto ambiental dos tipos de combustíveis

Propostas de avaliação:

1. Montar e balancear a reação ocorrida
2. Nomear as funções orgânicas presentes no experimento

Tratamento/Descarte de resíduos:

O glicerol pode utilizado para outros experimentos, mas também pode ser descartado na pia após uma diluição.

O biodiesel pode ser reutilizado.

Observações:

É possível relacionar o experimento com o conteúdo de cinética química, abordando o uso de um catalisador e aquecimento.

Referências:

GIACOMIN, I. J. F.; BARANÃO, A. S. **Produção de Biodiesel como um método de aprendizagem para os alunos do ensino médio.** VI Encontro de Científico de Física Aplicada, Blucher Proceedings, v. 2, n. 1, p. 102-106, São Paulo: Blucher, 2015.

VOLLHADT, P.; SCHORE, N. **Química Orgânica: Estrutura e função.** ed. 6. Porto Alegre: Bookman, 2013.

4.5.2 Bioquímica: identificação de algumas biomoléculas**Teoria:**

Carboidratos são compostos de fórmula genérica $C_x(H_2O)_y$ formados após a ciclização de aldeídos e cetonas contendo hidroxilas, onde uma molécula representa um monossacarídeo.

A ligação de dois monossacarídeos forma um dissacarídeo, a ligação de três a seis monossacarídeos forma um oligossacarídeo e ligação de vários monossacarídeos é chamada de polissacarídeo.

O amido é um polissacarídeo de glicose encontrado em vegetais. Ele é formado por longas cadeias de glicose e funciona como reserva de energia, uma vez que ele é degradado no estômago em glicose.

Proteínas são polímeros compostos por uma cadeia de vários aminoácidos, moléculas que possuem os grupos amina e ácido carboxílico, unidos por ligações peptídicas.

A identificação de carboidratos por Benedict acontece quando o reagente está na presença de carboidratos redutores, ou seja, aqueles cujo carbono da carbonila pode ser oxidado em carbono de grupo carboxílico, sendo promovido pela redução de íon Cu^{2+} (aq) presente no reagente, formando uma coloração entre laranja e vermelho-tijolo.

A identificação de amido por lugol acontece devido a reação do iodo presente no reagente, por isso a possibilidade de ser substituído pela tintura de iodo, que formam um complexo de coloração azul escura.

A identificação de proteínas por Biureto ocorre devido a formação de um complexo de Cu^{2+} (aq), presente no reagente, em meio básico, devido à presença de aminas, produzindo uma coloração roxa.

Objetivo:

Identificação de carboidratos, amidos e proteínas

Materiais:

Reagente de Biureto

Reagente de Benedict

Lugol

Água quente

Amostras de Carboidratos – açúcar branco, açúcar mascavo, refrigerante, leite, frutas maduras, etc.

Amostras de Amidos – amido de milho, farinha, frutas verdes, etc.

Amostras de Proteínas – carne, clara do ovo, leite, proteína de soja, etc.

Tubos de ensaio

* Alguns reagentes podem ser substituídos:

Reagente de Biureto por uma pequena quantidade de Sulfato de Cobre – CuSO_4 (aq) + Hidróxido de Sódio – NaOH (aq)

Lugol por Tintura de Iodo

* Muitos alimentos possuem mais de uma biomolécula, podendo então ser usado para mais de um teste, como, por exemplo, o leite.

Experimento:

1. Adicionar cada biomolécula a ser identificada em 3 tubos de ensaio, em seguida adicionar água e agitar.
2. Colocar algumas gotas do reagente de Biureto nos tubos contendo as amostras e agitar. Submetê-las a um banho-maria por 2-3 minutos caso não haja mudança aparente
3. Colocar algumas gotas do reagente de Benedict nos tubos contendo as amostras, agitar e submetê-las a um banho-maria por 2-3 minutos
4. Colocar algumas gotas de Lugol nos tubos contendo as amostras, agitar e esperar alguns segundos

Pontos de discussão:

- Como ocorre a identificação por Benedict, Biureto e Lugol
- Açúcares redutores e não redutores
- Formação de amidos a partir de açúcares

Propostas de avaliação:

1. Completar uma tabela que relaciona o teste com a biomolécula

Tabela 5. Tabela proposta para avaliação do experimento de bioquímica (Fonte: autor)

	Biomolécula					
Teste	Amostra 1	Amostra 2	Amostra 3	Amostra 4	Amostra 5	Amostra n
Biureto						
Benedict						
Lugol						

2. Apresentar uma amostra desconhecida pelos alunos e, a partir dos testes, tentar identificá-lo.

Tratamento/Descarte de resíduos:

Soluções podem ser diluídas e descartadas na pia

Restos de alimento podem ser descartados no lixo

Observações:

Caso aplicado após o conteúdo de Interações Moleculares, pode ser discutido o porquê o teste de Lugol/Iodo muda de coloração com amidos, mas não com carboidratos.

Não há necessidade de aprofundar no conteúdo de complexação.

Referências:

SANTOS, C. D. et al. **Bioquímica Experimental**. Lavras: Editora UFLA, 2005.

NELSON, D. L.; COX, M. M. **Princípios de bioquímica de Lehninger**. ed. 6. Porto Alegre: Artmed, 2014.

4.5.3 Termoquímica: temperatura de dissolução**Teoria:**

Reações que liberam calor são classificadas como exotérmicas, enquanto as que absorvem calor são chamadas de endotérmicas, ambas podem ser caracterizadas, por exemplo, pela dissolução de um sal.

Para determinar se uma dissolução será endo ou exotérmica é necessário considerar a variação de entalpia para quebrar a interação soluto-soluto (ΔH_{soluto}), a variação de entalpia para quebrar a interação solvente-solvente ($\Delta H_{\text{solvente}}$) e a variação de entalpia advinda da

interação soluto-solvente ($\Delta H_{\text{mistura}}$). A soma dessas entalpias fornece a entalpia da solução ($\Delta H_{\text{solução}}$), de acordo com a equação A:

A) Variação de entalpia de dissolução:

$$\Delta H_{\text{solução}} = \Delta H_{\text{soluto}} + \Delta H_{\text{solvente}} + \Delta H_{\text{mistura}}$$

Quando $\Delta H_{\text{solução}} > 0$ a reação é endotérmica (energia entra no sistema) e quando $\Delta H_{\text{solução}} < 0$ reação é exotérmica (energia sai do sistema), sendo intrinsecamente ligada com a temperatura, visto que temperaturas mais altas favorecem processos endotérmicos, mas desfavorecem processos exotérmicos e temperaturas mais baixas favorecem processos exotérmicos, mas desfavorecem processos endotérmicos, levando a uma variação do produto de solubilidade.

Objetivo:

Verificar processos exotérmicos e endotérmicos

Materiais:

Cloreto de Amônio – NH_4Cl (s)

Cloreto de Cálcio – CaCl_2 (s)

Hidróxido de Sódio – NaOH (s)

Cloreto de Sódio – NaCl (s)

Água natural e gelada

Erlenmeyers

Termômetro

*Outros sais podem ser utilizados desde que apresentam dissoluções endotérmicas ou exotérmicas.

Experimento:

1. Adicionar água natural em erlenmeyers e medir a temperatura
2. Adicionar uma pequena quantidade de NH_4Cl (s), CaCl_2 (s), NaOH (s) e NaCl (s) nos erlenmeyers e medir a temperatura em cada processo. Agitar se necessário
3. Repetir com água gelada

Pontos de discussão:

- Processos endo/exotérmicos
- Relação entre dissolução de sais e temperatura

Propostas de avaliação:

1. Identificar quais processos foram endotérmicos e quais foram exotérmicos

Tratamento/Descarte de resíduos:

As soluções podem ser diluídas e descartadas

Observações:

Caso aplicado após o conteúdo de solubilidade, é possível relacionar o efeito da temperatura com os processos endo/exotérmicos.

Referências:

ARAUJO, M. B. C.; AMARAL, S. T. **Química geral experimental**. ed. 1. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2012.

GODOY, L.; DELL'AGNOLO, R. M.; MELO, W. C. **Multiversos: Ciências da Natureza**. ed. 1, v. 5. São Paulo: FDT, 2020.

BROWN, T. L. et al. **Química: a ciência central**. ed. 13. São Paulo: Pearson Education do Brasil Ltda, 2016.

4.5.4 Estudo dos gases: volume de oxigênio produzido por peróxido de hidrogênio**Teoria:**

Gases possuem características consideravelmente diferentes de líquido e sólidos, derivadas das baixas interações entre suas moléculas. Dentre essas características, destaca-se para o experimento e a capacidade de gases sempre exercerem pressão sobre a superfície que está em contato.

A decomposição do H_2O_2 (aq), catalisado pelo MnO_2 (s) é dada pela equação A:

A) Decomposição do H_2O_2 (aq):



Esse oxigênio borbulhado na água da proveta se acumula e começa gerar uma pressão no interior da proveta, que empurra a água para fora da mesma, até que a reação acabe e a pressão se iguale com a atmosférica.

Assumindo que o experimento condiz com a CNTP, é possível calcular o número de mols de O_2 (g) formado pela equação geral dos gases (B):

B) Equação geral dos gases rearranjada

$$n = \frac{PV}{RT}$$

Objetivo:

Observar a capacidade de gases ocuparem espaço e exercerem pressão

Materiais:

Água Oxigenada (peróxido de hidrogênio) 10 volumes – H_2O_2 (aq)

Dióxido de Manganês – MnO_2 (s)

Mangueira

Recipiente com capacidade superior a 250 mL

Proveta de 250 mL

Kitassato

Suporte Universal com Garra

* MgO_2 (s) pode ser substituído por fermento biológico

* Kitassato pode ser substituído por um erlenmeyer com rolha furada contendo uma mangueira.

Experimento:

1. Preencha aproximadamente 1/2 do recipiente grande com água sob o suporte universal
2. Preencha a proveta com 250 mL de água, rapidamente vire na bacia de forma a não derramar o líquido e prenda com a garra do suporte
3. Adicione ao kitassato 12,5 mL de Água Oxigenada e a conecte ao fundo da proveta a partir da mangueira
4. Adicione o fermento biológico ou o MnO_2 ao kitassato e tampe sua abertura superior

Pontos de discussão:

- Propriedades dos gases
- Equação geral dos gases

Propostas de avaliação:

1. Considerando a CNTP, calcular o número de mols de O_2 (g) formado utilizando a equação geral dos gases perfeitos.

Tratamento/Descarte de resíduos:

O MnO_2 (s) pode ser filtrado e reutilizado

A solução de H_2O_2 (aq) pode ser diluída e descartada

Observações:

Para cálculos mais precisos, medir a temperatura ambiente e a pressão (tabelas que correlacionam altitude com pressão) na cidade onde for realizada e utilizar no lugar do CNTP. Caso aplicado após o conteúdo de Mol e Cálculo Estequiométrico, é possível calcular a concentração e teor de H_2O_2 (aq) usados.

Referências:

RUBINGER, M. M. M.; BRAATHEN, P. C. **Ação e Reação: Ideias para Aulas Especiais de Química**. Brasil: Ministério da Educação, 2013.

BROWN, T. L. et al. **Química: a ciência central**. ed. 13. São Paulo: Pearson Education do Brasil Ltda, 2016.

5. Resultados e Discussões

Alguns experimentos foram realizados para turmas de 1º, 2º e 3º anos do ensino médio no Colégio Estadual Frederico Jayme de acordo com a disponibilidade dos professores, priorizando práticas relevantes para o conteúdo sendo abordado até momento de aplicação, com os menos relevantes sendo realizados posteriormente.

Os experimentos realizados foram: Substâncias e misturas: identificação de etanol em gasolina comum; Funções e reações químicas: neutralização ácido e base; Cinética química: reação da aspirina/vitamina C com água; Equilíbrio químico: princípio de Le Chatelier com o equilíbrio de ácido carbônico; Oxidação, redução, corrosão: reação de oxirredução entre cobre e ferro; Bioquímica: identificação de algumas biomoléculas.

Ao final de cada aula, uma breve entrevista foi feita com os alunos, consistindo em questionar o aproveitamento da prática, se ajudava, como ajudava, o que poderia melhorar, etc.

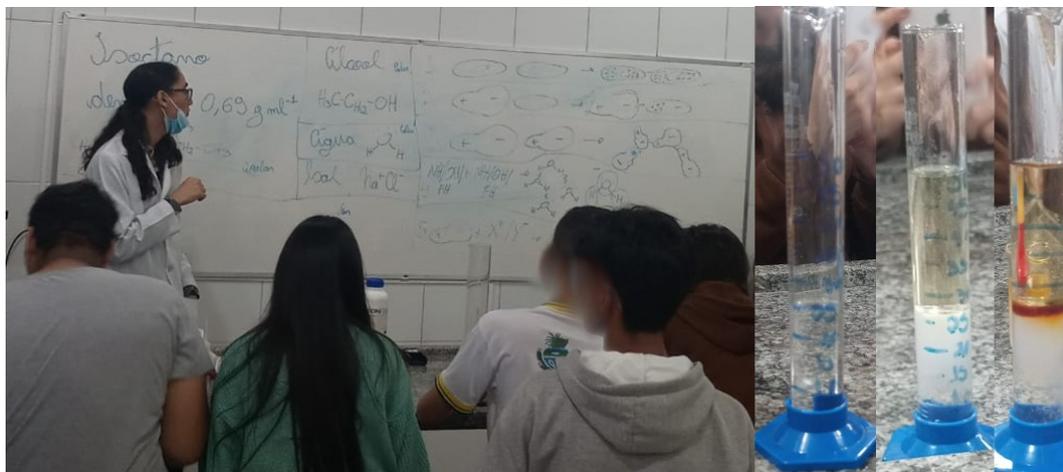
5.1 Substâncias e misturas: identificação de etanol em gasolina comum

No início, foi feita uma pequena revisão a respeito do conteúdo de interações intermoleculares, visto que os estudantes relataram não se lembrar. Depois, foram alguns tópicos presentes na seção “pontos de discussão”, em específico, a respeito das normas da ANP e tipos de misturas, assim como os dois primeiros pontos da seção “proposta de avaliação”.

Devido a falta de provetas de 100 mL, o experimento foi realizado em uma proveta de 50 mL, assim como em um béquer de 100 mL e uma proveta de 1 L, para melhor visualização.

Os outros tópicos da seção “pontos de discussão” foram abordados durante a prática e verificou-se que grande parte dos alunos demonstrava conhecimento a respeito do conteúdo de misturas, ministrado a pouco tempo pelo professor. Os outros pontos da seção “proposta de avaliação” não puderam ser abordados pela falta de tempo.

Figura 2. A: revisão de interações intermoleculares. B: proveta antes, imediatamente depois e após alguns minutos da prática, respectivamente.



(Fonte: autor)

Figura 3. Experimento utilizando o béquer de 100 mL e proveta de 1 L.



(Fonte: autor)

Os alunos mencionaram que a prática era interessante por ser tratar de uma aplicação real e que ajudou na assimilação do conteúdo de misturas. Isso dito, uma breve explicação sobre interações intermoleculares não refrescou a memória da maioria e muitos prefeririam realizar a prática em vez de apenas observá-la, essa última sendo um padrão em todos os experimentos.

5.2 Funções e reações químicas: neutralização ácido e base

No início, foi feita uma pequena revisão a respeito do conteúdo de ácido, bases e indicadores (de forma superficial), assim como abordados alguns pontos da seção “pontos de discussão”, em específico, titulação e sua utilização e coloração de outros indicadores, assim como todos os pontos da “proposta de avaliação”.

Para a prática, além do indicador fenolftaleína, também foi utilizado o suco repolho roxo como um comparativo de mudança de cor.

A maioria dos alunos mostraram não lembrar as teorias ácido-base, mas conseguiram identificar qual composto agia como tal e poucos ligaram o conceito do titulado/titulante com a escolha do indicador, apesar de ter sido mencionado.

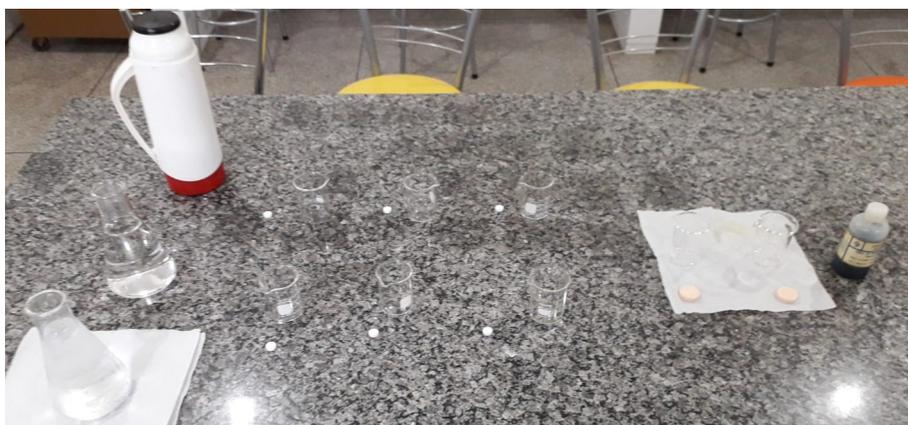
Enquanto alguns mostraram grande interesse no processo, a parte com maior reação foi a observação do ponto de viragem e do gradiente de cores proporcionado pelo suco do repolho roxo. Os estudantes também disseram ser interessante o processo de titulação e ter ajudado na compreensão da reação de neutralização.

5.3 Cinética química: reação da aspirina/vitamina C com água

No início, foi feita uma pequena revisão a respeito do conteúdo de cinética química, focando nos fatores que influenciam a velocidade das reações, indicadores (de forma superficial), visto esse último também era relevante para a prática e, após uma breve explicação da prática, foi perguntado o que se espera dos resultados, abordando assim todos os tópicos da seção “pontos de discussão”.

Essa prática foi realizado com comprimidos de aspirina, pastilhas de vitamina C e indicador azul de bromotimol.

Figura 4. Vidrarias e reagentes utilizados na prática



(Fonte: autor)

Considerando que o conteúdo de cinética tinha sido recém-ministrado, os estudantes mostraram conhecer os fatores que afetam a velocidade e conseguiram prever os resultados da prática, apesar de uma certa insegurança. Isso dito, ainda estavam incertos quanto ao motivo dessas interferências, o que foi sendo discutido durante a prática.

O momento de maior euforia foi durante a mudança de cor após a adição dos comprimidos, crescendo conforme a velocidade da mudança de cor aumentava, culminando na reação com as pastilhas, visto que a efervescência era outro fator de interesse.

Os estudantes relataram que presenciar os processos foi benéfico para confirmar o que havia sido discutido em sala, e que a mudança de cor foi mais interessante que a apenas a efervescência. A proposta de avaliação não pode ser aplicada devido à falta de tempo.

5.4 Equilíbrio químico: princípio de Le Chatelier com o equilíbrio de ácido carbônico

Os alunos, aparentemente, ainda não haviam visto a respeito do princípio de Le Chatelier, dessa forma, foi feita uma pequena introdução a respeito do conteúdo de equilíbrio químico e discutido a relação entre pH e acidez/alcalose, assim como previsto na seção “pontos de discussão”. As etapas, reações e equações necessárias para o experimento também foram apresentadas, sendo utilizado vinagre como substituto para o HCl (aq).

Considerando a retroalimentação dos alunos em experimentos passados, essa prática foi realizada duas vezes: uma para demonstrar o processo ocorrido e a outra foi realizada por alguns estudantes, algo que se mostrou altamente eficiente para prender a atenção daqueles que a realizavam, apesar de deixarem alguns desfocados por não terem sido escolhidos. A figura 4 mostra esses processos:

Figura 5. A, B e C: gradual mudança de coloração na demonstração. D: etapa final do processo feito por alunos



(Fonte: autor)

Os estudantes se mostraram pouco entusiasmados no início, visto que a reação não era das mais exorbitantes, todavia foram se tornando mais participativos conforme as bolhas começaram a aparecer e principalmente quando puderam perceber a mudança de cor.

A “proposta de avaliação” foi realizada no decorrer da prática e teve início lento, com pouca interação de alunos. Conforme mencionado anteriormente, o crescente interesse dos alunos levou a mais respostas e, apesar de vários palpites errados no começo, as respostas foram se aproximando do esperado ao final, mesmo que muitos não tenham compreendido o princípio discutido.

5.5 Oxidação, redução, corrosão: reação de oxirredução entre cobre e ferro

Inicialmente, foi feita uma pequena revisão a respeito do conteúdo de oxirredução e discutido o primeiro ponto da seção “pontos de discussão”, seguido da apresentação de um sistema feito previamente para demonstrar o que havia se esperar onde, devido ao tamanho da lâmina de ferro, foi optado utilizar um béquer para melhor efetividade, assim como mostra a figura 6:

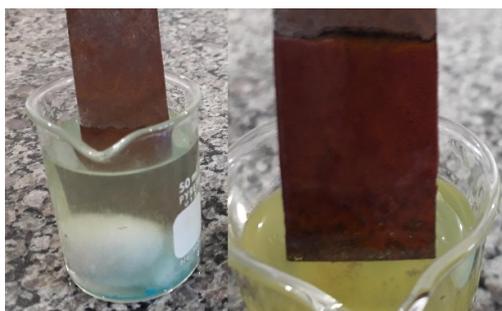
Figura 6. Sistema após uma semana de reação



(Fonte: autor)

Após o preparo da prática, os “pontos de avaliação” foram abordados e os estudantes demonstraram pouco conhecimento do assunto, apesar de terem o visto recentemente e da revisão no início da aula. Novamente, um béquer foi utilizado na realização e os estudantes puderam presenciar uma prévia da reação, visto que os foi apresentado o resultado após alguns minutos, como mostra a figura 7:

Figura 7. Respectivamente, logo após o experimento e após alguns minutos



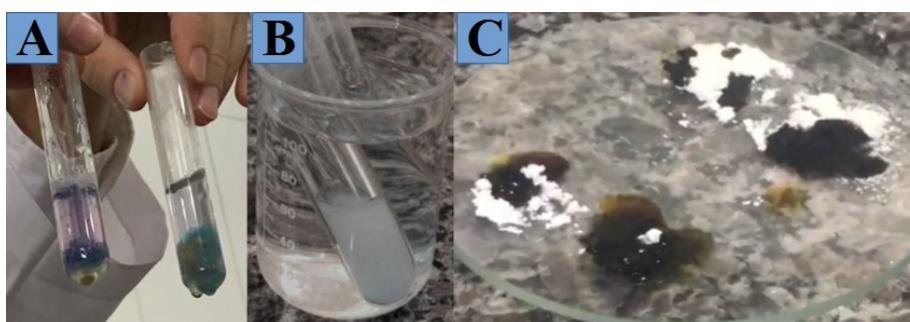
(Fonte: autor)

Os estudantes mostraram grande interesse na gradual mudança de cor da solução e da placa de ferro, principalmente após uma comparação com sistema preparado de antemão, o que levou a positivos resultados quanto ao conceito de corrosão e um pequeno avanço nos conceitos de oxirredução.

5.6 Bioquímica: identificação de algumas biomoléculas.

No começo da aula foi feita uma breve revisão das estruturas das biomoléculas relevantes, assim como os tópicos da seção “pontos de discussão”, exceto pela diferenciação entre açúcares redutores e não redutores, visto que estudariam carboidratos em aulas futuras, deixando então que eles buscassem a resposta para uma situação ocorrida no teste de Biureto. A figura 7 mostra alguns momentos da prática:

Figura 8. A: resultado dos testes de Biureto. B: banho-maria para os testes de Benedict. C: demonstração da reação do lugol e iodo com amidos.

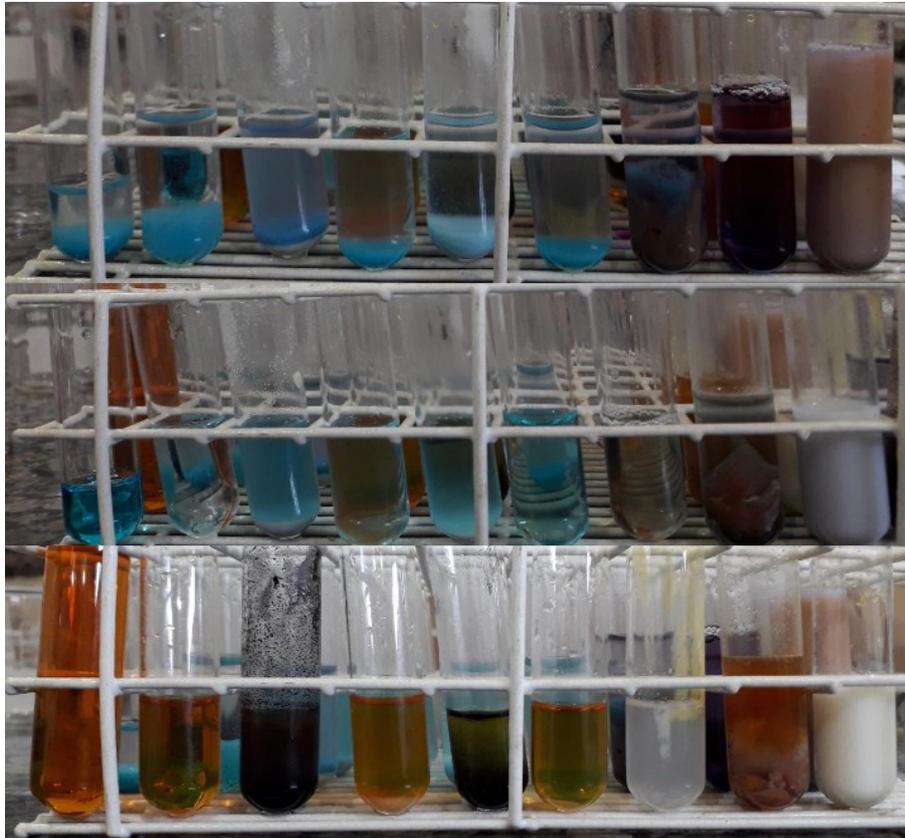


(Fonte: autor)

A figura 9 mostra os resultados dos testes de Biureto (Topo), Benedict (Meio) e Lugol (Fundo), enquanto a figura 10 mostra a tabela sugerida nas “propostas de avaliação”, mas devido a falta de tempo, a segunda proposta de avaliação não foi realizada.

Os estudantes se mostraram atentos ao experimento e demonstraram propor hipóteses corretas a respeito dos resultados antes da realização da prática, sendo que o maior interesse veio da utilidade que esses testes têm na indústria e na mudança de cor acentuada deles.

Figura 9. Cada tubo contém, da esquerda para a direita, solução controle, sal, farinha de trigo, bicarbonato de sódio, amido de milho, açúcar de mesa (sacarose), clara de ovo, carne e leite.



(Fonte: autor)

Figura 10. Tabela proposta para avaliação

	1	2	3	4	5	6	7	8
Blue	-	-	-	-	-	x	x	x
Brown	-	-	-	-	?	-	-	x
Sugar	-	x	-	x	-	-	-	-

(Fonte: autor)

A situação ocorrida no teste de Biureto mencionada anteriormente foi o teste não ter dado positivo, recebendo o símbolo “?” na tabela justamente para que eles propusessem o motivo. Enquanto eles acertaram que o açúcar de mesa não era redutor, ficou a cargo dos mesmos questionarem o porque após verem o conteúdo de carboidratos.

6. Conclusão

As aulas práticas se mostraram efetivas em atrair a atenção dos alunos e facilitar o entendimento dos conteúdos relacionados, apesar de pequenos contratempos como a falta de base teórica dos estudantes, necessitando de utilizar parte do curto tempo de aula para uma revisão. Ainda sim, foi possível a elaboração e aplicação de aulas experimentais com base nos recursos disponíveis nas escolas e com base nos requisitos do novo ensino médio e BNCC.

Isso dito, o curto tempo de aula foi o maior empecilho na aplicação as práticas. Mesmo que não houvesse necessidade de coordenar com um professor, 50 minutos se mostrou muito pouco para certas práticas, como a de bioquímica, sem contar que todo material já estava pronto antes do início da aula e desconsiderando o tempo gasto para realizar a limpeza do ambiente entre aulas. Essa problemática também atrapalha que os próprios alunos efetuem algumas práticas, quando combinado com o volume de estudantes e o tamanho do laboratório

Outro ponto importante é a quantidade de vidrarias e, principalmente, reagentes: algumas escolas possuíam pouca quantidade de muitos dos mais usados, necessitando então de alternativas. Entretanto, é possível alterar a metodologia para acomodar tais mudanças, de forma a não perder por completo a qualidade do experimento, visto que muitas alternativas podem oferecer uma vertente mais ligada ao cotidiano do estudante que os reagentes de laboratório.

As práticas aplicadas enquanto os alunos estavam estudando o conteúdo se mostraram as mais proveitosas, enquanto que as práticas aplicadas antes do conteúdo, apesar de boas para despertar interesse, apresentaram o pior rendimento, visto que metodologia utilizada não se aproveitava dessa oportunidade. Aquelas aplicadas após os estudantes estudarem o conteúdo foram úteis para relembrar o conteúdo e se mostraram decentemente úteis para fixar o mesmo.

Em suma, as práticas se mostraram efetivas estratégias de ensino, sendo bem recebidas pelos alunos e pelos professores.

7. Referências

- ANDRADE, L. V.; ZIMMER, C. G. Galvanização: uma proposta para o ensino de eletroquímica. **Química Nova na Escola**. v. 43, n. 3, p. 298-304, 2021.
- ANDRADE, M. L. F.; MASSABNI, V. G. O desenvolvimento de atividades práticas na escola: um desafio para os professores de ciências. **Ciência & Educação**. v. 17, n. 4, p. 835-854, 2011.
- ARAÚJO, M. B. C.; AMARAL, S. T. **Química geral experimental**. ed. 1. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2012.
- MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. Base Nacional Comum Curricular (BNCC). Brasil, 2018.
- BROWN, T. L. et al. **Química: a ciência central**. ed. 13. São Paulo: Pearson Education do Brasil Ltda, 2016.
- CARDOSO, S. P.; COLINVAUX, D. EXPLORANDO A MOTIVAÇÃO PARA ESTUDAR QUÍMICA. **Química Nova**. v. 23, n. 2, p. 401-404, 2000.
- CONSTANTINO, M. G; SILVA, G. V. J.; DONATE, P. M. **Fundamentos de Química Experimental**. ed. 2. São Paulo: EDUSP, 2011.
- DAZZANI et al. **Explorando a Química na Determinação do Teor de Álcool em Gasolina**. *Química Nova na Escola*, n. 17, p. 41-45 2003.
- FERREIRA L; H.; HARTWIG, D. H.; OLIVEIRA, R. C. Ensino Experimental de Química: Uma Abordagem Investigativa Contextualizada. **Química Nova na Escola**, n. 10, p. 101-106, 2010.
- FERREIRA L; H.; HARTWIG, D. H.; ROCHA-FILHO, R. C. Algumas experiências simples envolvendo o princípio de Le Chatelier. **Química Nova na Escola**. n. 5, p. 28-31, 1997.
- FRANCISCO JR, W. E.; FERREIRA, L. H.; HARTWIG, D. R. Experimentação Problematicadora: Fundamentos Teóricos e Práticos para a Aplicação em Salas de Aula de Ciências. **Química Nova na Escola**, n. 30, p. 34-41, 2008.
- GIACOMIN, I. J. F.; BARANÃO, A. S. **Produção de Biodiesel como um método de aprendizagem para os alunos do ensino médio**. VI Encontro de Científico de Física Aplicada, Blucher Proceedings, v. 2, n. 1, p. 102-106, São Paulo: Blucher, 2015.
- GIORDAN, M. O papel da experimentação no ensino de ciências. **Química Nova na Escola**, n. 10, p. 43-49, 1999.
- GODOY, L.; DELL'AGNOLO, R. M.; MELO, W. C. **Multiversos: Ciências da Natureza**. ed. 1, v. 1. São Paulo: FDT, 2020.

GODOY, L.; DELL'AGNOLO, R. M.; MELO, W. C. **Multiversos: Ciências da Natureza.** ed. 1, v. 3. São Paulo: FDT, 2020.

GODOY, L.; DELL'AGNOLO, R. M.; MELO, W. C. **Multiversos: Ciências da Natureza.** ed. 1, v. 5. São Paulo: FDT, 2020.

HOFSTEIN, A.; LUNETTA, V. N. The Role of the Laboratory in Science Teaching: Neglected Aspects of Research. **Review of Educational Research.** Estados Unidos: American Educational Research Association, vol. 52, n. 2, p. 201-217, 1982.

HOFSTEIN, A.; HUGERAT, M. **Teaching and Learning in the School Chemistry Laboratory.** Reino Unido: CPI Group (UK) Ltda, ed. 13.2022.

Lei nº 13.033, de 23 de Setembro de 2004.

Lei nº 9394, de 20 de Dezembro de 1996

LEITE, B. S. A experimentação no ensino de química: uma análise das abordagens nos livros didáticos. **Educación Química.** México: Universidad Nacional Autónoma de México, vol. 29, n. 3, p. 61-78, 2018.

LIMA, D.B; GARCIA, R.N. Uma investigação sobre a importância das aulas práticas de Biologia no Ensino Médio. **Cadernos de Aplicação.** v. 24, n. 1, 2011.

LISBÔA, J. C. F. QNEsc e a Seção Experimentação no Ensino de Química. **Química Nova na Escola.** São Paulo, vol. 37, n. 2, p. 198-202, 2015.

MACHADO, P. F. L; MÓL, S. G. Experimentando Química com Segurança. **Química Nova na Escola.** São Paulo, n. 27, p. 57-60, 2008.

MARCONATO, J. C.; BIDÓIA, E. D. **Potencial de Eletrodo: uma Medida Arbitrária e Relativa.** Química Nova na Escola, n. 17, p. 46-49, 2003.

NELSON, D. L.; COX, M. M. **Princípios de bioquímica de Lehninger.** ed. 6. Porto Alegre: Artmed, 2014.

NOVAIS, R. M. Experimentação no ensino de Química: analisando reflexões de licenciandos durante uma disciplina de prática de ensino. **Educação Química em Punto de Vista.** Uberaba, vol. 2, n. 2, p. 24-50, 2008.

PERUZZI, S. L.; FOFONKA, L. A IMPORTÂNCIA DA AULA PRÁTICA PARA A CONSTRUÇÃO SIGNIFICATIVA DO CONHECIMENTO: A VISÃO DOS PROFESSORES DAS CIÊNCIAS DA NATUREZA. **Educação Ambiental em Ação.** Novo Hamburgo: Clube de Autores, vol. 12, n. 47, 2014.

RAMOS, L. B. C.; ROSA, P. R. S. O ensino de ciências: fatores intrínsecos e extrínsecos que limitam a realização de atividades experimentais pelo professor dos anos iniciais do ensino fundamental. **Investigações em Ensino de Ciências**. vol. 13, n. 3, p. 299-331, 2008.

RUBINGER, M. M. M.; BRAATHEN, P. C. **Ação e Reação: Ideias para Aulas Especiais de Química**. Brasil: Ministério da Educação, 2013.

SANTOS, A. O. et al. Dificuldades e motivações de aprendizagem em Química de alunos do ensino médio investigadas em ações do (PIBID/UFS/Química). **Scientia Plena**. Vol. 9, n. 7, 2013.

SANTOS, C. D. et al. **Bioquímica Experimental**. Lavras: Editora UFLA, 2005.

SANTOS, L. R.; MENEZES, J. A. A experimentação no ensino de Química: principais abordagens, problemas e desafios. **Revista Eletrônica Pesquiseduca**. Santos: Universidade Católica de Santos, vol. 12, n. 26, p. 180-207, 2020.

SUBOTIN, I. et al. CHEMICAL EXPERIMENT AND ITS IMPORTANCE IN TEACHING CHEMISTRY. **Journal of Social Sciences**. Vol. 2, n. 1, p. 21-26, 2019.

SHANA, Z.; ABULIBDEH, E. S. SCIENCE PRACTICAL WORK AND ITS IMPACT ON STUDENTS' SCIENCE ACHIEVEMENT. **Journal of Technology and Science Education**. Vol. 10, n. 2, p. 199-215, 2020.

SILVA, E. A. M. DESAFIOS E CONTRIBUIÇÕES DA EXPERIMENTAÇÃO NA FORMAÇÃO INICIAL DE PROFESSORES DE QUÍMICA. **Areté: Manaus**, Vol. 11, n. 24, p. 153-169, 2018.

SILVA, R. R.; MACHADO, P. F. L.; TUNES, E. Experimentar sem medo de errar. Em Santos, W. E.; Maldaner, O. A. e Machado, P. F. L (Orgs), **Ensino de Química em foco**. Ijuí: Editora Unijuí, ed. 2, p. 211-233, 2019.

SOUZA, T. A. Experimentação no ensino de Química: A urgência do debate epistemológico na formação inicial de professores. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencia**. Vol. 20, n. 3, p. 335-358, 2021.

VOLLHADT, P.; SCHORE, N. **Química Orgânica: Estrutura e função**. ed. 6. Porto Alegre: Bookman, 2013.

ZHAO, Y. Discussion and Innovation of Basic Chemistry Experiment Teaching. **Advances in Social Science, Education and Humanities Research**. Vol. 286, p. 420-422, 2019.