

FERNANDA BICALHO ALMEIDA PAPA

SÍNTESE E CARACTERIZAÇÃO DO ALÚMEN NO ENSINO DE QUÍMICA

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

VIÇOSA
MINAS GERAIS - BRASIL
2019

**Ficha catalográfica preparada pela Biblioteca Central da Universidade
Federal de Viçosa - Câmpus Viçosa**

T

P213s Papa, Fernanda Bicalho Almeida, 1978-
2019 Síntese e caracterização do alumínio no ensino de química /
Fernanda Bicalho Almeida Papa. – Viçosa, MG, 2019.
39f. : il. (algumas color.) ; 29 cm.

Inclui anexo.

Orientador: José Roberto da Silveira Maia.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa.

Referências bibliográficas: f.35-37.

1. Química - Estudo e ensino. 2. Alumínio. 3. Potássio.
4. Cromo. 5. Química - Experiências. I. Universidade Federal de
Viçosa. Departamento de Química. Programa de Pós-Graduação
em Química. II. Título.

CDD 22 ed. 540.7

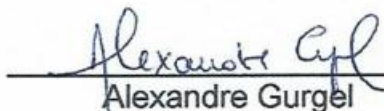
FERNANDA BICALHO ALMEIDA PAPA

SÍNTESE E CARACTERIZAÇÃO DO ALÚMEN NO ENSINO DE QUÍMICA

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Química em Rede Nacional, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

APROVADA: 25 de maio de 2019.


Daniele Cristiane Menezes
(Co-orientador)


Alexandre Gurgel


José Roberto da Silveira Maia
(Orientador)

RESUMO

PAPA, Fernanda Bicalho Almeida, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, maio de 2019. **Síntese e caracterização do Alúmen no Ensino de Química.** Orientador: José Roberto da Silveira Maia. Coorientadora: Daniele Cristiane Menezes.

Este trabalho foi elaborado com base nas questões de química presentes nas avaliações do Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) e em atividades práticas apresentadas em livros didáticos e apostilas de sistemas de Ensino que são utilizados como referência bibliográfica no Ensino Médio. Neste contexto, elaboramos uma apostila com experimentos envolvendo reações químicas denominada síntese do alúmen de potássio e do alúmen de cromo, a fim de estimular o estudante a refletir sobre conceitos básicos como por exemplo: solubilidade, condutividade elétrica, ligações químicas, funções inorgânicas, reações químicas e propriedades físicas e químicas dos materiais. Desta forma, este trabalho tem como objetivo auxiliar a prática pedagógica com experimentos que contenham um Manual do Professor e um roteiro diferenciado para o aluno. Além disso, o referido manual e também o roteiro do aluno são constituídos por vídeos agregados ao roteiro e explicação de cada etapa do experimento através da narrativa oral e em libras. A visualização dos vídeos ocorre por *smartphone* através de um aplicativo de QRCODE.

ABSTRACT

PAPA, Fernanda Bicalho Almeida, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, May, 2019. **Synthesis and characterization of alum in chemistry teaching.** Adviser: José Roberto Silveira Maia. Co-adviser: Daniele Cristiane Menezes.

This research was done based on chemistry questions proposed in the exams of the National High School Examination (ENEM) and on practical activities presented in didactic books and handouts of teaching systems that are used as bibliographical reference in the Brazilian High School system. In this context, we elaborated a booklet with experiments involving chemical reactions called syntheses of potassium alum and chromium alum, in order to stimulate the student to think about basic concepts such as: solubility, electrical conductivity, chemical bonds, inorganic functions, chemical reactions and physical and chemical properties of materials. By doing so, we aim to help the pedagogical practice with experiments that are presented in a Teacher's Manual. In addition, this manual consists of videos added to the script and explanations of each step of the experiment by means of oral narrative and Brazilian Sign Language. The videos can be seen on smartphone through a QR CODE application.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Parte das vidrarias utilizadas no experimento.....	17
Figura 2 Reagentes do experimento.....	17
Figura 3 Lata de alumínio que será reutilizada no experimento e palha de aço para retirada da resina.....	18
Figura 4 Reação entre alumínio (Al) e solução de hidróxido de potássio (KOH).....	18
Figura 5 Filtragem das impurezas da reação e coleta do material filtrado.....	19
Figura 6 Sistema após a adição de ácido sulfúrico.....	20
Figura 7 Alúmen de potássio sólido coletado obtidos após a filtração.....	20
Figura 8 Cristais de alúmen de potássio obtidos a partir do experimento de cristaliazação.....	22
Figura 9 Curva de solubilidade do alúmen de potássio.....	23
Figura 10 Condutivímetro.....	25
Figura 11 Apresentação das atividades práticas síntese, cristalização e caracterização do alúmen de potássio.....	25
Figura 12 Dicromato de potássio ($K_2Cr_2O_7$).....	28
Figura 13 Representação da dissolução do cloreto de sódio (NaCl) a nível microscópio.....	29
Figura 14 Curvas de solubilidade.....	29
Figura 15 Sistema inicial após a adição de ácido sulfúrico a solução de dicromato de potássio.....	30
Figura 16 Escurecimento do sistema após certo tempo da adição de sulfúrico à solução de dicromato de potássio.....	30
Figura17 Cristais de Alúmen de cromo após o de filtragem.....	31
Figura 18 Cristais de Alúmen de cromo após a recristalização.....	32
Figura 19 O vídeo indicado no QR Code ao lado, permite visualizar todas as etapas da Síntese do Alúmen de Crômio.....	33

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	6
2. REFERENCIAL TEÓRICO.....	8
2.1. A BNCC (Base Nacional Comum Curricular) E O ENSINO DE QUÍMICA....	8
2.2 A aprendizagem significativa e o ensino por experimentação	9
2.3. Ensino por investigação.....	11
2.4. Verbos operatórios	12
3. METODOLOGIA	13
3.1 Parte experimental	14
4. CONCLUSÃO	34
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	35
6. ANEXO.....	38

1. INTRODUÇÃO

A Química presente no cotidiano é de suma importância para estabelecer a relação entre o conhecimento prévio do aluno e o conhecimento científico. Este último deve ser construído coletivamente, através de discussões e observações, dentre outros meios, possibilitando, também, uma maior interação entre os alunos, motivando-os a buscar razões e explicações para os fenômenos que acontecem à sua volta. Wartha e Alário (2005) e Chassot *et al* (1993) argumentam que Química Contextualizada é aquela que apresenta certa utilidade para o cidadão, e assim, a aplicação do conhecimento químico pode ser muito útil para compreender alguns fenômenos.

Sabe-se que a experimentação tem o potencial de despertar o interesse dos alunos. É comum ouvir de professores que ela promove o aumento da capacidade de aprendizagem, pois a construção do conhecimento científico e a formação do pensamento são dependentes de uma abordagem experimental e ocorrem, majoritariamente, no desenvolvimento de atividades investigativas (GIORDAN, 1999).

Muitas propostas no ensino de Química e Ciências ainda desafiam a contribuição da experimentação para a elaboração do conhecimento, ignorando-a por considerá-la ainda um tipo de observação natural (GIORDAN, 1999). Porém, sabe-se que a construção do conhecimento pode ser bastante enriquecida por uma abordagem experimental, visto que a formação do pensamento e das atitudes do sujeito se dá, principalmente, no decorrer da interação com os objetos (GIORDAN, 1999).

Em relação à forma como a experimentação pode auxiliar no ensino-aprendizagem, Chassot *et al* (1993) apresentam algumas propostas. Estes autores defendem o desenvolvimento da Química de maneira que a experimentação seja um meio de adquirir dados da realidade, os quais são de suma importância para a reflexão crítica sobre o mundo (CHASSOT *et al*, 1993). Quanto à contextualização, propõem a existência de relações entre os conteúdos aprendidos e o cotidiano, bem como outras áreas do conhecimento, ou seja, um Ensino de Química para a vida.

A elaboração de práticas que contenham roteiros de caráter investigativo para promover experimentações é, portanto, essencial para uma aprendizagem significativa no Ensino de Química. Nesse sentido, é satisfatório que os roteiros

elenquem atividades que sejam capazes de compreender as relações entre ciência, tecnologia e sociedade; de motivar e despertar a atenção dos alunos; de incentivar a tomada de decisões; de estimular a criatividade; e de aprimorar a capacidade de observação e registro. Além disso, os roteiros devem contemplar atividades que perpassem a análise de dados e proposição de hipóteses para os fenômenos; que dimensionem conceitos científicos; que detectem e, posteriormente, corrijam erros conceituais dos alunos; que compreendam a natureza da ciência; e que aprimorem habilidades manipulativas.

Fundamentado nessas premissas e com o objetivo alcançar alunos de Ensino Médio de escolas públicas ou particulares, o produto gerado a partir deste trabalho consiste em dois cadernos de atividades práticas de Química. Os cadernos são um, voltado ao aluno, e outro, ao professor; ambos contêm experimentos envolvendo a síntese e a caracterização dos compostos alúmen de potássio e alúmen de cromo. O caderno direcionado ao professor, além das atividades, contém orientações pedagógicas que serão utilizadas para elaboração da sequência das aulas. Ademais, as atividades foram complementadas com vídeos ilustrativos do procedimento experimental, os quais podem ser acessados através do aplicativo leitor de QR CODE. Além disso, os vídeos apresentam as narrativas dos passos experimentais em Libras, com o fito de democratizar o acesso e a compreensão das atividades propostas.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. A BNCC (Base Nacional Comum Curricular) E O ENSINO DE QUÍMICA

A contextualização do ensino é capaz de aproximar e relacionar o cotidiano dos alunos ao conhecimento científico. Esta relação foi apontada por Lima *et al* (2000) como uma alternativa para reduzir tanto as dificuldades dos alunos quanto a rejeição pelo estudo de Química. Estes autores enfatizaram, em suas pesquisas, a pouca utilização de aulas experimentais durante a apresentação dos conteúdos. Ou, ainda, quando acontecem, geralmente são aulas de caráter demonstrativo, o que ora impossibilitam a participação ativa do aluno, ora apenas os convidam a seguir um roteiro pronto, de cunho não reflexivo. Em outras palavras, a ausência de aulas experimentais ou seu caráter puramente demonstrativo não contemplam, portanto, o potencial investigativo e a relação entre o experimento e os conceitos.

Segundo Santos e Schnetzler (2000), através da valorização da participação ativa do estudante nas atividades, tem-se o desenvolvimento de duas capacidades básicas na formação da cidadania: a de participação e a de tomada de decisão. De acordo com a nova Base Curricular Comum Nacional (BNCC), a área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias no Ensino Médio apresenta como compromisso a formação de cidadãos capazes de enfrentar os desafios contemporâneos, sendo a educação de cunho integral e voltada para cidadania um modelo capaz de promover o aprofundamento do pensamento crítico e hábil a possibilitar uma nova leitura do mundo.

Em virtude do cenário atual, a BNCC da área de Ciências da Natureza, constituída por Biologia, Física e Química, propõe a ampliação das aprendizagens essenciais desenvolvidas durante o Ensino Fundamental. Isso implica focar na interpretação dos fenômenos naturais e dos processos tecnológicos, de modo a proporcionar a apropriação de conceitos, procedimentos e teorias dos diversos campos da ciência.

Destaca-se, na nova Base Curricular, a exploração dos diferentes modos de pensar e de discutir a cultura científica, o que possibilita a apropriação de sua linguagem específica e corrobora a divulgação da ciência na sociedade. O aprofundamento conceitual de temas como “Matéria e Energia”, “Vida e Evolução” e

“Terra e Universo” são considerados fundamentais para que todas as competências sejam desenvolvidas, objetivando a resolução de problemas e a tomada de decisões. Para além do aprofundamento dessas temáticas, a Base de Ciências da Natureza propõe que os estudantes ampliem as habilidades investigativas desenvolvidas no segmento escolar anterior, baseando-se em análises quantitativas e na avaliação e comparação de modelos explicativos.

Referindo-se aos processos seletivos para ingressos em universidades, verifica-se, para elaboração dos itens, a utilização de uma matriz de referência que busca averiguar um conjunto de competências e habilidades desenvolvidas durante as séries desse segmento baseadas na BNCC. O conceito “competência” está relacionado à capacidade do estudante de dominar a norma culta da Língua Portuguesa, compreender fenômenos naturais, enfrentar situações-problema, construir argumentações consistentes e elaborar propostas que atentem para as questões sociais.

Para cada competência a ser desenvolvida, existe um conjunto de “habilidades”, o qual diz respeito à demonstração prática dessas competências. No dia a dia da sala de aula, uma das preocupações do educador é que o educando tenha sucesso nos processos seletivos para ingresso na universidade e, mais que isso, seja capaz de cursar a graduação em sua máxima plenitude, por apresentar todos os conhecimentos prévios necessários para a compreensão de conceitos e conteúdos de maior grau de complexidade. Para isso, é necessário unir o conteúdo contextualizado à experimentação, a qual estabelece a função de instrumento facilitador para aprendizagem significativa.

2.2 A aprendizagem significativa e o ensino por experimentação

De acordo com Guimarães (2009), muitos questionamentos sobre a forma de lecionar o conteúdo de Química a partir de um modelo de ensino tradicional referem-se à ação passiva do aluno que, via de regra, é tratado como mero ouvinte das informações que o professor expõe. Tais informações, geralmente, não se relacionam aos conhecimentos prévios que os estudantes construíram ao longo de sua jornada acadêmica e de suas experiências fora do âmbito escolar. Observa-se, com nossa prática em sala de aula que, quando não há relação entre o que o aluno

já sabe e aquilo que ele está aprendendo, a aprendizagem não é significativa. As informações transmitidas em sala podem ter o potencial de responder aos questionamentos e/ou aos conflitos de gerações anteriores ao aprendiz. Entretanto, esses conflitos e questionamentos nunca lhes foram acessíveis. Isso só enfatiza uma visão problemática das alternativas metodológicas de ensino da ciência. Consequentemente, as aulas expositivas respondem a questionamentos aos quais os alunos nunca tiveram acesso. Então, por que não criar problemas reais e concretos para que os aprendizes possam ser atores da construção do próprio conhecimento?

A metodologia de ensino por experimentação, entretanto, não deve ser pautada nas aulas experimentais do tipo “receita de bolo”, em que os aprendizes recebem um roteiro para seguir e devem obter os resultados que o professor espera; tampouco deve apetrechar que o conhecimento seja construído pela mera observação. Segundo Izquierdo *et al* (1999), a experimentação na escola pode ter diversas funções, como a de ilustrar um princípio, desenvolver atividades práticas, testar hipóteses ou propor a investigação. No entanto, essa última é colocada pelos autores como a que mais colabora na aprendizagem do aluno.

A teoria da aprendizagem significativa é uma abordagem cognitivista da construção do conhecimento. De acordo com David Ausubel (*apud* Moreira, 2006, p. 14), esta teoria “é um processo pelo qual uma nova informação se relaciona, de maneira substantiva (não literal) e não arbitrária, a um aspecto relevante da estrutura cognitiva do indivíduo”. A ideia parece muito simples. Caso a pretensão do educador seja ensinar significativamente, basta que avalie o que o aluno já sabe e, então, ensine de acordo com esses conhecimentos. Portanto, o fator isolado mais importante que influencia na aprendizagem significativa, segundo Ausubel (*apud* Moreira, 2006), diz respeito ao que o aluno já traz de conhecimento. Nesse processo, a nova informação a ser transmitida deve interagir com uma estrutura de conhecimentos específicos, a qual Ausubel chama de “conceito subsunçor”, estabelecendo ligações cognitivas entre o que ele sabe e o que ele está aprendendo. Por isso, pode-se dizer que a aprendizagem significativa ocorre quando uma nova informação se ancora a conceitos relevantes preexistentes na estrutura cognitiva do aprendiz. Vale ressaltar que não se trata de uma mera união, mas um processo de assimilação em que a nova informação modifica os conceitos subsunçores, transformando-os em conceitos mais gerais e abrangentes.

Em contraposição à aprendizagem significativa está o modelo de aprendizagem mecânica ou automática, em que a nova informação é aprendida sem que haja interação com informações existentes na estrutura cognitiva do sujeito. A informação é armazenada de forma literal e arbitrária, contribuindo pouco ou nada para a elaboração e diferenciação daquilo que ele sabe.

O professor pode encontrar tais vestígios de uma aprendizagem sem significado durante o enfrentamento de problemas, pois, para enfrentar os problemas, não basta ao aprendiz ter memorizado os conceitos e as informações; é necessário transformar o conhecimento original em ações e expressá-lo em forma de linguagens, oral ou escrita. Situações que permitem ao educador ter indícios daquilo que o aluno já sabe são aquelas que exigem transformações do conhecimento aprendido.

A experimentação pode ser utilizada para demonstrar e discutir os conteúdos trabalhados, mas utilizar a experimentação na resolução de problemas pode tornar a ação do educando mais ativa.

2.3. Ensino por investigação

As novas metodologias para ensinar Ciências trazem para o professor, de acordo com Bianchini (2011), atividades que proporcionam o pensamento crítico do aluno, a fim de que eles saibam refletir sobre suas ações e também sobre as tomadas pelos outros. Diante deste novo modelo, faz-se necessária uma mudança de postura do docente, cujo caráter torna-se de mediador, objetivando, portanto, intermediar explicações científicas que promovam aos discentes a capacidade de elaborar soluções para as problemáticas que surgem durante a discussão dos conteúdos.

Rompendo com as ideias tradicionais, a metodologia por investigação evidencia um sistema de ensino e aprendizagem em que o aluno tenha uma participação ativa e intelectual na construção do conhecimento. Assim, para que uma atividade seja considerada por seu caráter investigativo, o professor deve buscar um direcionamento para a aula que colabore com ações discentes, tais como a reflexão, o relato, a explicação, a elaboração de hipóteses, a análise de dados e o estímulo da curiosidade científica.

O Ensino por investigação, segundo Almeida e Sasseron (2013), é um recurso metodológico que favorece a construção do conhecimento de uma maneira que se acredita essencial ao fazer científico, já que busca colocar o aluno frente a problemas a serem resolvidos. Uma das ressalvas que devem ser feitas ao ensino por investigação na Química é a de que não é necessário que a atividade seja experimental ou ocorra em laboratório. Se a atividade apresentar as características mencionadas anteriormente, tais como o pensamento crítico, a argumentação, os debates, a elaboração de hipóteses e a análise de dados; independente do espaço que está sendo executada, será classificada com uma atividade investigativa.

2.4. Verbos operatórios

Uma queixa constante dos professores, principalmente daqueles ligados às áreas de ciências, é a de que os alunos não têm sido bem sucedidos em suas avaliações e exercícios porque, muitas vezes, faltam-lhes habilidades para interpretar o que está sendo solicitado. Não entendendo aquilo que se perguntou, obviamente, não sabem o que ou como responder.

Acredita-se, neste trabalho, que, se os docentes utilizarem a mesma terminologia e ainda observarem as habilidades de raciocínio que cada um dos verbos de comando implica, será efetivo o processo de auxílio aos alunos em sua delicada tarefa de superar dificuldades. Os verbos operatórios, que devem orientar os alunos na construção de seu pensamento, são capazes de permitir e delimitar as ações operacionais e mentais necessárias à elaboração de uma resposta adequada. Assim, estes verbos, conceituados como aqueles que direcionam ou encaminham aquilo que se solicita, podem ser considerados suporte para o raciocínio das questões, principalmente as discursivas.

Os comandos verbais são extremamente importantes no momento de responder às questões das provas de vestibulares, além de auxiliarem na reflexão de conceitos científicos. Um erro de interpretação pode levar o candidato a perder uma resposta. Por isto, é fundamental estar familiarizado com os comandos verbais, para que suas respostas expressem aquilo que a questão está exigindo.

Atualmente, em função da importância do ENEM, as avaliações discursivas aparecem apenas em algumas universidades públicas, tais como a UERJ, a UNICAMP, a USP e a UnB. Porém, é unânime, entre os professores, quer sejam da

área de Linguagens, Ciências Humanas, quer sejam das Ciências da Natureza e Matemática, que os verbos operatórios não são somente necessários para estudo de resoluções de questões de processos seletivos, mas também de suma importância para qualquer profissional saber se expressar adequadamente, discorrer sobre quaisquer temas de forma coerente e sintética, quando necessário.

No produto gerado neste trabalho, os verbos de comando aparecem durante todo o roteiro de execução dos experimentos, assim como na parte investigativa do trabalho. Isso porque, através destes marcadores, é possível orientar o estudante de maneira mais específica sobre as ações que ele deve realizar durante o experimento.

3. METODOLOGIA

Este trabalho caracteriza-se como uma pesquisa qualitativa a partir do estudo bibliográfico de artigos, publicações e documentos na Área de Ensino de Ciências e Química, relacionado ao uso da Experimentação como metodologia de ensino, em conjunto com os métodos já empregados atualmente. Uma pesquisa qualitativa (NEVES, 1996), diferentemente da pesquisa quantitativa, busca uma investigação baseada em hipóteses sobre determinado assunto específico e se apresenta de forma mais focada e direcionada, não contemplando a mensuração de dados. A forma de aquisição das informações e dados ocorre através de uma interação direta entre o pesquisador e o seu material de estudo/análise.

Neste trabalho, os roteiros e manuais dos experimentos foram escritos a partir de discussões entre a mestrande e o orientador durante a execução das atividades práticas. Durante as etapas dos experimentos e a escrita para elaboração, tanto do roteiro a ser seguido pelo aluno quanto do manual do professor, o objetivo sempre foi promover o raciocínio dos alunos, envolvê-los com o experimento, permitir discussões sobre o tema, promover iniciativa de pesquisa, criar hábito de observação, desencadeando levantamento de hipóteses e, por fim, análises e conclusões do estudo em pauta.

Os experimentos foram testados repetidas vezes, objetivando aprimorar as escolhas de conteúdo a fim de evitar a exploração de conceitos que levem o aluno à exaustão e, conseqüentemente, ao desinteresse. Outro ponto presente nas discussões de elaboração do manual do professor são as orientações dadas ao

discente em cada passo dos experimentos. Nesse sentido, a inserção de vídeos nos experimentos no manual do professor permite a ele vivenciar a atividade prática e seu tempo de execução. Assim, o docente ganhará em tempo e em qualidade quando for elaborar suas aulas. Outra opção é a utilização dos vídeos em sala de aula, com o objetivo de promover o acesso a atividades práticas em escolas que não apresentam laboratórios.

Algumas novidades foram apresentadas no manual do experimento: a primeira delas é o acesso aos vídeos a partir de um leitor de QRCODE que, por ser uma tecnologia de fácil acesso, qualquer professor ou aluno poderá acessar, desde que tenha um *smartphone* e o aplicativo de leitura instalado. A segunda novidade diz respeito à presença da narrativa dos passos do experimento em Libras, oportunizando os deficientes surdos a terem acesso aos experimentos.

3.1 Parte experimental

PRÁTICA 1

1º EXPERIMENTO - SÍNTESE DO ALÚMEN DE POTÁSSIO

A proposta inicial para a realização destas práticas esteve focada na participação do professor na elaboração da síntese do material; ou seja, este experimento seria demonstrativo para os alunos e a parte experimental de cristalização do alúmen, bem como a verificação de sua condutividade elétrica seriam executadas pelos alunos. Isso é importante por uma questão de segurança em laboratório. A escolha desta síntese está diretamente associada a sua importância no setor industrial e à oportunidade de trabalhar conceitos que são frequentemente encontrados nas questões do Exame Nacional do Ensino Médio, ENEM.

1. Roteiro do aluno

1º passo: Antes de começarmos a execução das atividades, **CONCEITUE** o termo Síntese de acordo com a Ciência Química.

2º passo: **DETERMINE**, utilizando fontes como livros e *sites* de pesquisa, a fórmula do alumínio; **INDIQUE** sua classificação quanto à função inorgânica e **CITE** algumas aplicações para essa substância.

3º passo: Observe os materiais presentes na bancada.

- a) **IDENTIFIQUE** as vidrarias presentes.
- b) **CITE** os reagentes que serão utilizados no experimento.

4º passo: Iniciando a atividade prática.

- 1- Pese aproximadamente 0,5 g de alumínio (corte um pedaço da lata de cerveja ou refrigerante fornecida; caso queira, lixe com pedaço de palha de aço para retirar impurezas, tinta entre outros materiais industriais).
- 2- Coloque o alumínio em um béquer de 250 mL e acrescente 25 mL de uma solução aquosa de hidróxido de potássio $1,4 \text{ mol L}^{-1}$.
- 3- Submeta a mistura em reação a aquecimento até que a liberação de gás não seja mais observada ou que todo o alumínio seja consumido.
- 4- Filtre a mistura, coletando o filtrado em um béquer de 250 mL.
- 5- Em banho de gelo, adicione vagarosamente ao filtrado 15 mL de uma solução de ácido sulfúrico concentrado. Um sólido branco irá precipitar; mantenha a mistura sob agitação até que este sólido desapareça.
- 6- Mantenha a mistura acidulada em banho de gelo por 15 minutos até que a temperatura da mistura esteja abaixo de 10°C ; volte a agitar vigorosamente com um bastão de vidro até a precipitação de um sólido branco formando duas fases distintas na mistura; deixe por mais alguns minutos e observe a formação dos cristais.
- 7- Filtre os cristais ou o sólido branco obtido e lave-os com água gelada e em seguida com éter etílico.
- 8- Deixe-os secar por alguns minutos a temperatura ambiente.

5º Passo: Após a finalização da prática, observe as etapas do processo que serão apresentadas pelo professor e **IDENTIFIQUE** as reações ácido-base e as reações redox na síntese de obtenção do Alumínio **JUSTIFICANDO** cada classificação.

1.2. Manual do professor

O primeiro passo da atividade traz como ponto principal a proposta de conceituar termos da química antes da execução das etapas, visto que o objetivo principal do experimento nesta etapa é sintetizar uma substância. Para isso, o roteiro exige que o aluno conceitue a palavra *síntese*, não somente baseado em seus conhecimentos prévios, mas, principalmente, tomando como referência o estudo de reações químicas abordado nos materiais didáticos do Ensino Médio. Para o segundo passo do trabalho experimental, o aluno deve pesquisar a fórmula do alúmen de potássio, já que este composto não aparece em livros didáticos de Ensino Médio por ser um sal duplo e hidratado.

A escolha de compostos de maior complexidade faz com que o discente saia de sua zona de conforto, por não trabalhar no experimento compostos que normalmente são citados a todo momento nas literaturas da Educação Básica, tais como NaCl , $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$, NaClO , FeSO_4 , CuSO_4 e AgNO_3 . Desta forma, outra novidade desta atividade experimental consiste no ato de promover pesquisa antes de iniciar o experimento. Ressalta-se que este tipo de ação não ocorre nos roteiros clássicos.

Um dos pontos que devem ser destacados é o uso do *smartphone* para promover a pesquisa e, durante seu uso, o professor deve conversar com os alunos sobre as fontes de pesquisa seguras na internet.

O terceiro passo do experimento é fazer com que os alunos identifiquem os materiais, ilustrados nas Figuras 1 e 2, e os associem às vidrarias apresentadas no estudo de métodos de separação para sistemas homogêneos e heterogêneos. Assim, antes do início da atividade (leitura do roteiro), o aluno deve ser capaz de propor hipóteses e ações que ocorrerão durante a execução do experimento.

Figura 1: Parte das vidrarias utilizadas no experimento



Fonte: Elaboração própria.

Figura 2: Reagentes do experimento



Fonte: Elaboração própria.

Dessa forma, antes do início do experimento, o aluno já pesquisou e discutiu sobre processos de separação que serão utilizados, reagentes e suas fórmulas, produtos e suas fórmulas, propriedades físicas e químicas, tanto dos reagentes quanto dos produtos e aplicações da substância que será sintetizada.

Vale ainda mencionar que a utilização de verbos operatórios no roteiro, tais como *conceitue*, *justifique*, *compare*, *classifique*, dentre outros, é outro item que foge aos roteiros clássicos de laboratório.

O quarto passo do experimento implica o início da atividade a partir da pesagem do reagente “alumínio”, disposto na Figura 3. Neste momento, o professor deve suscitar em seus alunos alguns questionamentos, os quais dizem respeito à forma em que o alumínio é encontrado na natureza, à indústria que utiliza este metal como matéria-prima, à questão ambiental envolvida por trás de seu descarte, além da importância da sua reciclagem.

Figura 3: Lata de alumínio que será reutilizada no experimento e palha de aço para retirada da resina



Fonte: Elaboração própria

Após a pesagem, o alumínio poderá ser posto inteiro ou cortado dentro do béquer; então o professor deve discutir com os alunos qual seria a melhor forma de utilizá-lo, de modo a explorar o estudo de cinética química, em especial fatores que influenciam a velocidade da reação, reforçando para o aluno do Ensino Médio que os conteúdos de química inorgânica e físico-química estão também conectados em um experimento de síntese inorgânica.

Como o alumínio utilizado provém das latinhas de refrigerante, a resina que o envolve não reage com o hidróxido de potássio, e isso é observado pelos alunos durante a reação, permitindo ao professor levantar as seguintes questões: Como a massa da resina pode influenciar no rendimento da reação? O cálculo de rendimento da reação é mais realista utilizando a latinha com resina ou sem ela, durante a medida da massa de alumínio para realizar o experimento?

Figura 4: Reação entre alumínio (Al) e solução de hidróxido de potássio(KOH)



Fonte: Elaboração própria

Durante a reação entre o alumínio e o hidróxido de potássio (Figura 4), é possível observar a liberação de gases que saem nesta primeira etapa e que são compostos que não colaboram no processo de síntese. Considerando as substâncias envolvidas na síntese, pode-se prever a liberação do gás hidrogênio e de outros subprodutos. Nesta parte, o docente pode sugerir que um dos participantes faça a leitura do rótulo da lata identificando qual resina de revestimento foi utilizada e levantar hipóteses sobre possíveis subprodutos de reação final que podem ter sido formados.

Na etapa da filtração, o professor deve promover a discussão entre os alunos quanto aos diferentes tipos de filtração (simples ou a vácuo), bem como o porquê de se fazer uma filtração após a reação ter se completado.

Figura 5: Filtragem das impurezas da reação e coleta do material filtrado



Fonte: Elaboração própria

Na etapa que envolve a adição de ácido sulfúrico, um sólido branco é formado, o que pode ser observado na Figura 6-A. Nesse momento, o professor deve provocar o questionamento aos alunos sobre a razão da formação do sólido branco e de se manter o sistema sob agitação. Após a inserção do sistema no banho de gelo, deve-se questionar o motivo do resfriamento e observar a formação de um sistema bifásico, como apresentado na figura 6-B, proporcionando, assim, uma discussão do tema *solubilidade dos materiais*, o qual aparece nos livros didáticos dos 1º e 2º anos do Ensino Médio.

Figura 6: Sistema após a adição de ácido sulfúrico

A) formação de um sólido branco



Fonte: Elaboração própria

B) A formação de um sistema bifásico



Elaboração própria

As etapas sete e oito constituem a finalização da síntese, em que o composto obtido (figura 7) é filtrado e lavado com água fria e éter etílico, reforçando a formação de duas fases distintas como finalização da síntese.

Figura 7: Alúmen de potássio sólido coletado obtidos após a filtração.

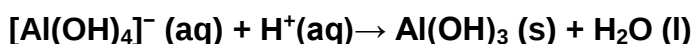


Fonte: Elaboração própria.

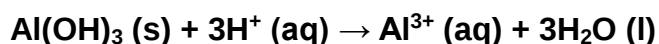
No quinto passo do roteiro, observa-se que, por se tratar de um sal de síntese mais complexa frente às reações que os alunos encontram nos livros do Ensino Médio, o foco da atividade não está em exigir do aluno a escrita das equações químicas via experimento, mas sim perceber que elas acontecem em várias etapas e que algumas substâncias sofrem variações nos estados de oxidação dos elementos que constituem as substâncias envolvidas nos processos.

Observa-se, ainda, que as equações químicas que descrevem as reações ocorridas neste experimento não aparecem descritas no roteiro do aluno. Isto porque

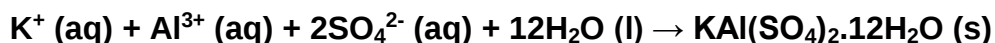
o professor deve passá-las no quadro e mencionar que a síntese do sulfato duplo de alumínio e potássio a partir da reciclagem de latas de alumínio é efetuada através de uma reação redox e de reações ácido-base. O metal alumínio reage muito pouco com soluções ácidas diluídas, pois sua superfície normalmente é protegida por uma camada de óxido de alumínio (Al_2O_3), sendo necessária a utilização de soluções alcalinas para dissolver a camada de óxido e, em seguida, atacar o metal para formar o ânion $[\text{Al}(\text{OH})_4]^-$ (aq):



Inicialmente, ocorre a formação do $\text{Al}(\text{OH})_3$ (s), que é neutro e precipita no meio aquoso. A adição de excesso de ácido sulfúrico, sob agitação, irá solubilizar o precipitado de hidróxido de alumínio:



Após o resfriamento (40 à 60 minutos), ocorre a formação e precipitação do alúmen de potássio:



2ºEXPERIMENTO- CRISTALIZAÇÃO E CRESCIMENTO DE CRISTAIS DE ALÚMEN DE POTÁSSIO

2.1. Roteiro do aluno

Transfira o alúmen obtido (Figura 7) para um béquer de 150 ou 250 mL. Calcule a quantidade de água necessária para dissolver a massa de alúmen transferida, considerando que são necessários 7 mL de água para cada 0,8 grama de alúmen. Meça a quantidade de água calculada e use-a para dissolver o sal. Aqueça a mistura em torno de 60 °C; use um termômetro para controlar a temperatura. Em seguida, resfrie a solução até atingir a temperatura ambiente ou abaixo de 30 °C. Deixe parte da solução (metade do volume) sob a bancada, por uma semana, em um recipiente adequado para que o alúmen de potássio cristalize

por evaporação lenta a temperatura ambiente. O produto esperado serão Cristais de forma geométrica definida, correspondente ao apresentado na Figura 8.

Figura 8: Cristais de alúmen de potássio obtidos a partir do experimento de cristaliazação



Fonte: Elaboração própria.

A partir da leitura e análise do texto:

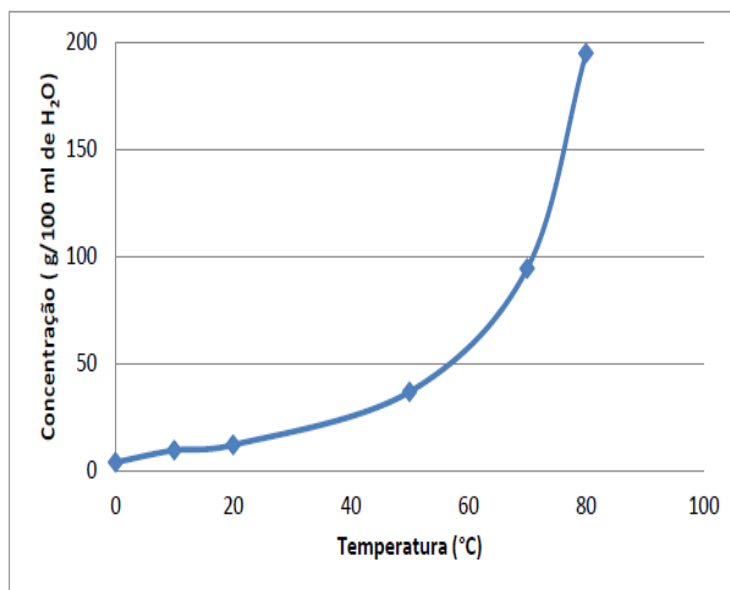
- a) **INDIQUE** quais vidrarias ou instrumentos são necessários para execução do experimento.
- b) **DETERMINE** a partir do texto o coeficiente de solubilidade do alúmen de potássio.
- c) O processo de cristalização ocorre a partir do resfriamento da solução. **CLASSIFIQUE** as soluções nas temperaturas de 60°C e 30°C quanto à saturação.

2.2 Manual do professor

O objetivo desta atividade está associado ao estudo do coeficiente de solubilidade e à identificação dos tipos de misturas quanto à relação soluto/solvente. O experimento é iniciado a partir da leitura de um texto do qual o aluno deve retirar dados de solubilidade, assim como listar as etapas de elaboração das soluções. Uma das dificuldades apresentadas pelos alunos do Ensino Médio é discernir uma solução saturada com corpo de fundo de uma solução com supersaturação. O professor deve representar, na lousa, a Curva de Solubilidade do alúmen de

potássio (Figura 9) e discutir o conceito de saturação na Química. Além disso, deve mostrar ao aluno que, pelo tipo de curva que o sal apresenta, significa que o aumento da temperatura acarreta em um aumento da solubilidade por ser uma curva de aspecto crescente, porém, próximo a 80 °C, esta solubilidade tende para o infinito.

Figura 9: Curva de solubilidade do alúmen de potássio



Fonte: IUPAC, 2012.

3º EXPERIMENTO - AVALIAÇÃO DO COMPORTAMENTO IÔNICO DO ALÚMEN DE POTÁSSIO

3.1. Roteiro do aluno

Antes de iniciar a parte experimental, é importante seguir algumas recomendações:

- Não tocar nos eletrodos simultaneamente quando o dispositivo estiver ligado à tomada.
- Sempre que for limpar os eletrodos, deve-se desligar o dispositivo.
- Ao testar os materiais líquidos, mantenha os eletrodos sempre paralelos e imersos até a mesma altura (controle de variáveis).

1- Proponha quais resultados ocorrerão após a inserção dos eletrodos nos sistemas abaixo, justificando sua resposta.

- Sistema A - Material sólido: alúmen de potássio.
- Sistema B - Materiais líquidos: água destilada; solução de alúmen de potássio.

2- Teste da condutividade da amostra sólida:

a) Coloque os eletrodos em contato com os extremos opostos da porção da amostra sólida, deixando os eletrodos afastados um do outro.

b) Anote o que foi observado.

3- Teste da condutividade das amostras líquidas: água destilada e solução de alúmen de potássio.

a) Coloque água destilada até aproximadamente 2/3 do volume do béquer. Mergulhe os eletrodos, deixando-os afastados por aproximadamente 5 cm um do outro e anote os resultados.

b) Retire 10 mL da solução utilizada no processo de recristalização do Alúmen de Potássio. Mergulhe os eletrodos, deixando-os afastados por aproximadamente 5 cm um do outro e anote os resultados.

Baseando-se no conhecimento do que é corrente elétrica:

- a) A partir de suas observações quanto à constituição e uso do condutímetro alternativo, **JUSTIFIQUE** seu uso.

3.2 Manual do professor

Como sugestão, é apropriado que o professor converse com os alunos sobre condutividade elétrica dos materiais, reforçando as características dos compostos iônicos que são condutores de corrente elétrica em meio aquoso, por apresentarem íons livres em solução.

Apresente aos alunos o condutivímetro alternativo (Figura 10) que será utilizado nesta atividade prática.

Figura 10: Condutivímetro



Fonte: Sperandio (2019, p.30)

Questione os alunos sobre os resultados obtidos neste experimento.

Promova uma discussão sobre materiais alternativos que podem ser utilizados para a construção do condutivímetro.

Peça ao aluno que liste os pontos positivos do condutivímetro utilizado na prática.

No QR Code a seguir (Figura11), você assistirá as etapas do experimento *síntese do alúmen de potássio*, assim como o processo de recristalização deste sal e a verificação da condutividade elétrica.

Figura 11- Apresentação das atividades práticas síntese, cristalização e caracterização do alúmen de potássio.



Fonte: Elaboração própria

PRÁTICA 2

1º EXPERIMENTO: SÍNTESE DO ALÚMEN DE CROMO

Assim como na síntese do alúmen de potássio, optou-se por sintetizar o alúmen de cromo por ser um sal obtido a partir das substâncias utilizadas como reagentes em um dos testes do bafômetro, porém em proporções estequiométricas distintas, gerando equações mais complexas quando comparadas às apresentadas nos livros didáticos de Ensino Médio. Além disso, optou-se por essa síntese pelo fato de ter, em sua composição, um dos elementos que constituem a estrutura do alúmen de potássio, o grupo $K(SO_4)_2^-$. Nesta atividade, serão discutidos conteúdos como solubilidade, ligações químicas, funções inorgânicas, tabela periódica (metais de transição), condutividade e polaridade, os quais são de grande relevância nas questões do ENEM.

1.1 Roteiro do aluno

1º passo: Antes de iniciarmos o experimento, **PESQUISE** sobre os reagentes e produtos que constituem esta síntese.

Sobre o reagente dicromato de potássio:

- a) **REPRESENTE** a fórmula estrutural do composto, **CLASSIFIQUE-O** quanto ao tipo de função inorgânica e **APONTE** as principais características físicas e químicas.

2º passo: Encontre em livros ou em *sites* explicações sobre os conteúdos de dissolução, curvas de solubilidade e tabela periódica, a fim de utilizá-los como base para respostas dos itens abaixo:

- a) **INDIQUE** qual(is) elemento(s) constituem a composição do dicromato de potássio que possam ser responsáveis por essa coloração. **JUSTIFIQUE**.
- b) **CONCEITUE** dissolução.
- c) **REPRESENTE**, através de equações, as etapas do processo de dissolução do reagente dicromato de potássio, **CLASSIFIQUE** os processos como endotérmicos ou exotérmicos.
- d) **PESQUISE** sobre curvas de solubilidade e **IDENTIFIQUE** quais os tipos de curvas podem ser encontradas a partir da análise de gráficos (temperatura x Solubilidade).
- e) **DETERMINE** o coeficiente de solubilidade do dicromato de potássio a 25° e a 50° C.

f) **CALCULE** as massas necessárias de dicromato de potássio em 20 mL de água a 25° C e a 50° C e **COMPARE** com a massa solicitada no (1° passo) para a síntese do alúmen de cromo.

3º passo: Iniciando a atividade prática.

- 1- Pese, em uma balança, 2g de dicromato de potássio.
- 2- Coloque os cristais em um béquer de 80 mL e adicione 20 mL de água quente, agitando até a completa dissolução.
- 3- Resfrie a solução e adicione, cuidadosamente, 1,6 mL de ácido sulfúrico concentrado.
- 4- Resfrie a solução.
- 5- Junte, lentamente (gotejando), 4 mL de Etanol, usando uma proveta ou um conta gotas, agitando constantemente. Não deixe que a temperatura exceda 50 °C. Se necessário, resfrie com banho gelo.
- 6- Cubra o béquer com um vidro de relógio e deixe a solução em repouso em banho de gelo totalmente imóvel.

Durante o repouso da solução responda os itens abaixo:

- a) **REPRESENTE** a fórmula estrutural do ácido sulfúrico (H_2SO_4) e **APONTE** as principais características físicas e químicas deste ácido.
- b) **JUSTIFIQUE** a mudança de cor da mistura ao se adicionar o Etanol no experimento.

- 7- Observe a formação de cristais de cor púrpura.
- 8- Filtre-os e lave-os com pequenas porções de etanol gelado.
- 9-Coloque-os sobre um papel de filtro limpo e deixe secar ao ar.

Sobre o produto obtido:

- a) **JUSTIFIQUE** a cor púrpura observada nos cristais formados após o resfriamento da mistura

4º passo: Retire aproximadamente 1 g do alúmen de cromo e dissolva em 10 mL de água; após a dissolução do sal, verifique, utilizando o condutímetro, se o material sintetizado apresenta condutividade elétrica em meio aquoso.

1.2 Manual do professor

A síntese escolhida envolve a produção de um sal de coloração distinta frente ao sal de origem. Este tipo de atividade permite ao professor discutir com os alunos sem grandes aprofundamentos a variação do número de oxidação do cromo associado à mudança de cor no experimento. Antes do início da atividade, o mediador deve solicitar aos alunos que representem a fórmula estrutural do dicromato de potássio (Figura 12) e, em seguida, promover uma discussão em relação às características particulares desse sal, por apresentar um metal de transição na constituição do ânion e não apresentar uma configuração eletrônica similar a um gás nobre quando ligado aos átomos de oxigênio.

Figura 12: Dicromato de potássio ($K_2Cr_2O_7$)



Fonte: Elaboração própria.

Outro ponto relevante que deve ser discutido neste momento é a solubilidade do sal. O aluno deve representar as etapas do processo de dissolução (dissociação e solvatação) para melhor compreensão deste conceito.

O professor deve utilizar o vídeo de dissolução do NaCl (Figura 13) para promover maior compreensão dos alunos sobre as etapas do processo de

dissolução (dissociação e solvatação), visto que o comportamento do $K_2Cr_2O_7$ é semelhante, por se tratar de um eletrólito forte e por não haver, em vídeo, a representação desse sal.

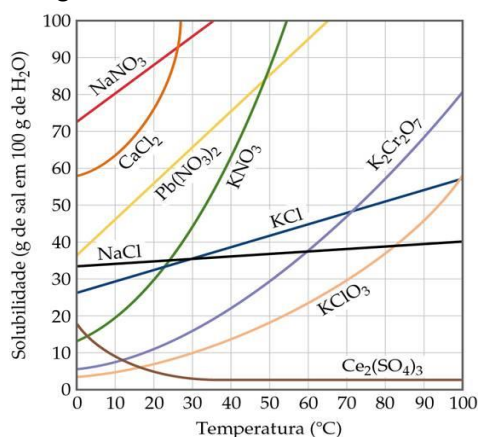
Figura 13 – Representação da dissolução do cloreto de sódio (NaCl) a nível microscópico.



Fonte: Elaboração própria

Posteriormente, o professor deve pedir que o aluno encontre ou apresente a tabela de solubilidade do dicromato ou sua curva e faça uma análise dos coeficientes de solubilidade nas temperaturas que variam de 0 °C a 50° C (Figura 14). Neste momento, o orientador deve ressaltar que a maioria das curvas traz uma relação em que a solubilidade aumenta com o aumento da temperatura e que existem sais, como o sulfato de cério, que se comportam de forma atípica aos demais, à medida que o aumento da temperatura diminui a sua solubilidade. Outro ponto importante a ser comentado com os alunos é a curva do cloreto de sódio, que sofre uma influência muito pequena da temperatura em sua solubilidade, visto que sua curva tem um crescimento muito pequeno, quase que constante no eixo y, quando comparado às demais.

Figura 14: Curvas de solubilidade



Fonte: www.ebah.com.br/content/ABAAAATzwAl/relatorio-curva-solubilidade-dicromato-potassio

A segunda etapa do experimento consiste em dissolver o sal para, em seguida, adicionar o ácido sulfúrico, como evidenciado na Figura 15. Nesta etapa, o controle de temperatura, ilustrado na Figura 16, é de grande importância, visto que, se reduzida em excesso, o dicromato de potássio pode voltar a cristalizar.

Figura 15:-Sistema inicial após a adição de ácido sulfúrico a solução de dicromato de potássio



Fonte: Elaboração própria.

Figura 16: Escurecimento do sistema após certo tempo da adição de sulfúrico à solução de dicromato de potássio.



Fonte: Elaboração própria.

Durante a adição de etanol, ocorre a formação de uma mistura extremamente tóxica, denominada mistura sulfocrômica. Por isso, esta etapa do experimento deve

ser executada pelo professor, com obrigatoriedade do uso de capela. Neste momento, o mediador deve colher dos alunos o conhecimento prévio deles no que se refere aos estudos de toxicidade dos metais. Quais metais eles conhecem que são considerados tóxicos e o porquê de serem classificados desta forma. Além disso, o professor deve incentivar os alunos a pesquisar, via *smartphone*, a toxicidade do cromo e a relevância deste tipo de pesquisa antes de manipular qualquer tipo de material desconhecido.

A reação deve durar de 30 a 40 minutos, considerando a quantidade trabalhada no experimento. Durante esse tempo, o sistema passa por mudanças de cores até a formação de um sólido de coloração púrpura, o qual será obtido a partir de uma filtração (Figura 17) que, ao ser recristalizado, formará cristais de cor preta e geometria definida (Figura 18). Dessa forma, o professor deverá aproveitar este tempo para discutir alguns aspectos das substâncias. A representação da fórmula estrutural do ácido sulfúrico deve ser solicitada ao aluno para que ele possa fazer um comparativo entre os reagentes quanto ao tipo de ligação envolvida.

Figura17: Cristais de Alúmen de cromo após o de filtragem



Fonte: Elaboração própria

Figura 18: Cristais de Alúmen de cromo após a recristalização

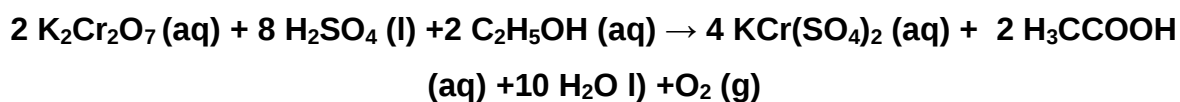


Fonte: Elaboração própria.

Outro ponto relevante é o uso do etanol. Devido à pouca experiência que os alunos têm em laboratório e à ausência deste tipo de discussão quando se estuda polaridade no Ensino Médio, é provável que o aluno encontre dificuldade para justificar as ações do etanol. Assim, o professor deve promover uma discussão de ideias entre os alunos, concluindo, juntamente com eles, que o etanol apresenta duas ações no experimento: primeiro, abaixar a polaridade do meio, para que os íons se agreguem e formem o cristal de cromo; depois, participar da reação como agente redutor no processo de redução do cromo do estado de oxidação 6+ para o estado 3+ no alúmen.

O professor deve apresentar aos alunos a reação global que representa a produção do alúmen de cromo.

Segue abaixo a equação:



Para finalizar o experimento, o mediador deve caracterizar o alúmen de cromo com um composto iônico, averiguando sua condutividade elétrica através de um condutímetro alternativo.

Figura 19: O vídeo indicado no QR Code ao lado, permite visualizar todas as etapas da Síntese do Alúmen de Crômio.



Fonte: Elaboração própria

4. CONCLUSÃO

O presente trabalho teve como objetivo auxiliar a prática pedagógica com experimentos. Nesse sentido, o produto elaborado contém aspectos relevantes para esta finalidade, como:

1. Manual do Professor diferenciado, devido à escrita embasada na aprendizagem significativa e por investigação;
2. Roteiro para o estudante de caráter investigativo apresentando, em sua escrita, verbos operatórios que auxiliam nas ações e nos pensamentos do aluno durante o experimento;
3. Vídeos agregados ao roteiro que transmitem a apresentação e explicação de cada etapa do experimento através da narrativa oral e em Libras;
4. Acesso fácil à visualização dos vídeos por *smartphone* através de um aplicativo de QRCODE.

A utilização deste produto levantará dados de aprendizagem com o tempo, mas acredita-se que o mesmo auxiliará tanto o estudante quanto o professor no desenvolvimento dos experimentos, utilizando tecnologia atualizada como ferramenta no processo de ensino-aprendizagem. Dessa forma, espera-se melhor compreensão dos conceitos inerentes à Química no Ensino Médio, além de estimular o interesse do estudante para o estudo de Ciências.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, A. G. F.F.; L. H. As ideias balizadoras necessárias ao professor ao planejar e avaliar a aplicação de uma sequência de ensino investigativo. **Enseñanza de las Ciencias**: revista de investigación y experiencias didácticas, Vigo, v. extra, p 1188-1192, 2013.

BIANCHINI T, B. **O ensino por investigação abrindo espaços para a argumentação de aluno se professores do ensino médio**. 2011. 144 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciência) – Faculdade de Ciências, Universidade Estadual Paulista. Bauru, 144 f. 2011.

BRASIL. Ministério da Educação. **Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio**. Brasília: MEC; SEMTEC, 1999.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria da Educação Média e Tecnológica. **Base Nacional Comum Curricular**: Ciências da Natureza e suas Tecnologias. Brasília: MEC, 2018.

CHASSOT, A. **Catalisando transformações na educação**. Ijuí: Editora Unijuí, 1993.

CONSTANTINO, V. R. L.; ARAKI, K.; SILVA, D. O.; OLIVEIRA, W. Preparação de compostos de alumínio a partir da bauxita: considerações sobre alguns aspectos envolvidos em um experimento didático. **Química Nova**, v. 25, n. 4, p. 490-498, 2002

COSTA, I. S. **Nucleação e crescimento cristalino**: Experimentos didáticos de cristalização. Tese (Doutorado em Geociências) – Instituto de Geociências IGc/USP, Universidade de São Paulo, 147f. 2012.

COTTON, F. A.; WILKINSON, G. **Química Inorgânica**. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1978

GAUCHE, R.; SILVA, R. R.; BAPTISTA, J. A.; SANTOS, W. L. P.; MÓL, G. S.; MACHADO, P.F.I. Formação de professores de química: concepções e proposições. **Química Nova na Escola**, v. 27, p. 26-29, 2008.

GIORDAN, M. O papel da experimentação no ensino de ciências. **Química Nova na Escola**, v. 10, p. 43-49, 1999.

GUIMARÃES, C.C. Experimentação no Ensino de Química: Caminhos e Descaminhos Rumo à Aprendizagem Significativa. **Experimentação no Ensino de Química**, v. 31, nº 3, Agosto 2009.

LEE, J. D. **Química Inorgânica**: Um novo texto conciso. São Paulo: Editora Edgard Blücher. 1980.

LIMA, J.F.L.; PINA, M.S.L.; BARBOSA, R.M.N.; JOFILI, Z.M.S. A contextualização no ensino de cinética química. **Química Nova na Escola**, v. p. 11, 26-29, 2000.

LÜDKE, M; ANDRÉ, M.E.D.A. **Pesquisa em Educação**: Abordagens Qualitativas. São Paulo: EPU, 1986.

MORTIMER, E.F.; MACHADO, A.H.; ROMANELI, L.I. A Proposta curricular de Química do estado de Minas Gerais: Fundamentos e Pressupostos. **Química Nova**, v. 23, n. 2, p. 273-283, 2000.

OHWEILER, O.A. **Química Inorgânica**. São Paulo: EdUSP, 1971.

QUAGLIANO, J. V.; VALLARINO, L. M. **Química**, 3. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Dois, 1979.

REIS, E. L. (Ed.). **Química Geral**: Práticas Fundamentais. Viçosa: Editora UFV, 2016.

SALVADEGO, W. N. C.; LABURÚ, C. E. Uma análise das relações do saber profissional. **Química Nova na Escola**, v. 31, nº 3, agosto de 2009.

SANTOS, W.L.P.; SCHNETZLER, R.P. **Educação em Química**: compromisso com a cidadania. 2ª Ed. Ijuí: Editora Unijuí, 2000.

SCHNETZLER, R. P. e Aragão, R. M. R., *Química Nova na Escola*. 1995, 1.
WARTHA, E.J. e ALÁRIO, A.F. A contextualização no ensino de química através do livro didático. **Química Nova na Escola**, n. 22, p. 42-47. 2005.

SILVA, D. P. **Questões propostas no planejamento de atividades experimentais de natureza investigativa no ensino de química**: reflexões de um grupo de professores. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) - Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 212f. 2011.

SILVA, R. M. G.; SCHNETZLER, R.P. **Estágios curriculares supervisionados de ensino**: partilhando experiências formativas. Florianópolis: EntreVer, v. 1, p.116-136, 2011.

SOUZA, V. F. M.; SASSERON, L. H. As perguntas em aulas investigativas de ciências: a construção teórica de categorias. **Revista Brasileira em Educação em Ciências**, v. 12, p. 29-44, 2012.

SPERANDIO, Gabriel Henrique. **Uma proposta por experimentação investigativa utilizando o resíduo eletroeletrônico**. Dissertação (Mestrado em Química em Rede Nacional) – Departamento de Química, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2019. No prelo.

SUART, R. C.; MARCONDES, M. E. R. A manifestação de habilidades cognitivas em atividades experimentais investigativas no ensino médio de química. **Ciências e Cognição**, v. 14, n. 1, p. 50-74, 2009

VOGEL, A. I. **Química Analítica Qualitativa**. Buenos Aires: Ed. Kapelusz, 1969.

6. ANEXO

-LISTA DE VERBOS OPERATÓRIOS

1. **AFIRMAR:** Apresentar, declarar os pontos principais de um assunto.
2. **ANALISAR:** Desdobrar ou decompor um assunto em partes de acordo com os princípios que o constituem.
3. **APLICAR:** Empregar o conhecimento em situações específicas e concretas.
4. **ASSOCIAR:** Estabelecer relação entre dois elementos (assuntos, listagem, etc.).
5. **AVALIAR:** Julgar de acordo com determinados critérios, citando aspectos positivos e negativos.
6. **CLASSIFICAR:** Pôr um assunto em ordem de acordo com os critérios pedidos (classes, seções, divisões, etc.).
7. **COMPARAR:** Estabelecer semelhanças e diferenças entre coisas, pessoas, assuntos, etc.
8. **CONCEITUAR:** Definir com suas palavras.
9. **CONTRADIZER:** Contestar, ir contra, dizer o contrário.
10. **CONTRASTAR:** Apontar as diferenças, improbabilidades entre elementos (coisas, pessoas, acontecimentos, etc.).
11. **CRITICAR:** Expressar o julgamento sobre o mérito, as limitações, a verdade dos fatos ou dos pontos de vista mencionados.
12. **DEDUZIR:** Obter ideias e tirar conclusões por meio de análise de dados conhecidos, previamente analisados.
13. **DEFINIR:** Dizer em que consiste. Expor com palavras claras e precisas o sentido exato e autorizado de um termo ou assunto.
14. **DESCREVER:** Falar sobre um assunto, objeto, pessoa apontando suas características.
15. **DIAGRAMAR:** Responder através de desenho ou gráfico representativo.
16. **DISCUTIR:** Debater, questionar um assunto, analisando-o cuidadosamente e apresentando argumentos favoráveis e contrários.
17. **DISSERTAR:** Expor determinado assunto através da argumentação.
18. **ENUMERAR:** Escrever uma relação ou um esboço, citando os itens resumidamente um por um.
19. **ESQUEMATIZAR:** Resumir, estabelecendo relações e funções entre os elementos.
20. **EXPLICAR:** Analisar o assunto e expô-lo de modo claro, fornecendo razões para as opiniões emitidas.
21. **EXPOR:** Narrar, explicar.
22. **EXTRAPOLAR:** Analisar um assunto além dos dados fornecidos, procurando determinar as implicações, as consequências, os efeitos, etc., que estejam de acordo com as condições descritas na comunicação original.
23. **FAZER PARALELO:** Comparar.
24. **GENERALIZAR:** Estender um conceito a todos os casos em que pode ser aplicado.
25. **ILUSTRAR:** Explicar usando figura, foto, diagrama ou exemplo concreto.
26. **JULGAR:** Avaliar de acordo com determinados padrões e critérios para concluir sobre o valor do assunto proposto.
27. **NUMERAR:** Listar elementos, colocando-os em ordem numérica.

28. **PROVAR:** Demonstrar a verdade sobre um assunto, citando fatos e oferecendo razões que confirmem essa verdade.
29. **INTERPRETAR:** Traduzir, dar exemplos, solucionar ou comentar um assunto com as próprias palavras, normalmente dando o seu julgamento sobre ele.
30. **INVESTIGAR:** Conhecer melhor uma área específica, através da análise, da comparação e da conceituação.
31. **JUSTIFICAR:** Provar ou dar as razões das conclusões, procurando tornar-se convincente.
32. **PROBLEMATIZAR:** Dar caráter ou feição de problema, tornar problemático, apontando aspectos negativos de determinada ideia ou situação.
33. **QUESTIONAR:** Discutir um assunto, perguntar pelos seus aspectos controvertidos.
34. **REFUTAR:** Apresentar argumentos contrários a determinada ideia, provando que ela não é válida.
35. **RELACIONAR:** Estabelecer comparação entre um assunto e outro ou escrever por itens uma série de afirmações concisas.
36. **RELATAR:** Mencionar, descrever.
37. **RESOLVER:** Efetuar, dar a solução.
38. **RESUMIR:** Organizar uma descrição em que aparecem os pontos principais, omitindo pormenores.
39. **REVER:** Examinar um assunto criticamente, analisando as afirmações importantes.
40. **SINTETIZAR:** Resumir, tornar sintético.
41. **TRADUZIR:** Reproduzir uma comunicação em outra língua, em outras palavras ou em forma de comunicação. Muda-se apenas a forma de comunicação, e não o conteúdo.
42. **TRANSCREVER:** Copiar o que se pede tal como está no texto original (abrir e fechar aspas).