

FREDERICO OZANAN TOMAZ DE ALMEIDA

IDENTIFICAÇÃO DE FERRO(III) EM AMOSTRAS MINERAIS: UMA PROPOSTA  
CONTEXTUALIZADA PARA O ENSINO DE QUÍMICA ANALÍTICA NA EDUCAÇÃO  
BÁSICA

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

Orientador: Willian Toito Suarez

VIÇOSA – MINAS GERAIS

2024

**Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central da Universidade  
Federal de Viçosa - Campus Viçosa**

T

A447i  
2024  
Almeida, Frederico Ozanan Tomaz de, 1978-  
Identificação de ferro (III) em amostras minerais: uma proposta contextualizada para o ensino de química analítica qualitativa na educação básica / Frederico Ozanan Tomaz de Almeida. – Viçosa, MG, 2024.

1 dissertação eletrônica (96 f. ): il. (algumas color.).

Inclui apêndice.

Orientador: Willian Toito Suarez.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Química, 2024.

Referências bibliográficas: f. 75-78.

DOI: <https://doi.org/10.47328/ufvbbt.2024.618>

Modo de acesso: World Wide Web.

1. Química analítica qualitativa - Estudo e ensino. 2. Ferro - Estudo e ensino. 3. Minerais - Estudo e ensino. 4. Ciência - Estudo e ensino. I. Suarez, Willian Toito, 1976-. II. Universidade Federal de Viçosa. Departamento de Química. Programa de Pós-Graduação em Química em Rede Nacional. III. Título.

CDD 22. ed. 543.07


FREDERICO OZANAN TOMAZ DE ALMEIDA

IDENTIFICAÇÃO DE FERRO(III) EM AMOSTRAS MINERAIS: UMA PROPOSTA  
CONTEXTUALIZADA PARA O ENSINO DE QUÍMICA ANALÍTICA NA EDUCAÇÃO  
BÁSICA

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


APROVADA: 27 de agosto de 2024.

Assentimento:

Documento assinado digitalmente  
 **FREDERICO OZANAN TOMAZ DE ALMEIDA**  
Data: 26/09/2024 12:27:18-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

Frederico Ozanan Tomaz de Almeida  
Autor

Documento assinado digitalmente  
 **WILLIAN TOITO SUAREZ**  
Data: 26/09/2024 09:12:20-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

Willian Toito Suarez  
Orientador

Dedico este trabalho à minha mãe Maria das Graças de Almeida (in memoriam), ao meu pai Vicente Tomaz de Almeida e às minhas filhas Maria Alice e Maria Luiza.

## AGRADECIMENTOS

Nesses anos de mestrado, de muito estudo e dedicação, quero agradecer ao apoio de algumas pessoas que me acompanharam e me incentivaram para realização de mais um sonho. Não poderia chegar até aqui, sem o apoio de vocês.

Em primeiro lugar gostaria de expressar minha mais profunda gratidão aos meus pais pelo amor incondicional, pelo apoio constante e encorajamento nos momentos mais desafiadores. Esse apoio sempre me impulsionou e foi o combustível em toda minha vida acadêmica.

Aos meus colegas do programa de mestrado PROFQUI, cuja companhia e colaboração tornaram essa jornada mais leve e enriquecedora. Deixo aqui um agradecimento especial aos amigos e companheiros de viagem que fizeram do trajeto BH-Viçosa nas madrugadas uma grande aventura.

Ao amigo muito especial Douglas Costa Silva, muitíssimo obrigado pela companhia, pela parceria, pelos altos papos, pelas trocas de experiências na educação em química e também nos games desafiadores. Você é um amigo que o PROFQUI me apresentou e que quero levar para vida!

Ao meu orientador, Doutor Willian Toito Suarez, deixo meu muito obrigado pela confiança na minha experiência profissional, pela paciência e apoio contínuo, que foram fundamentais para a realização deste trabalho.

À professora Doutora Daniele Menezes e ao professor Doutor Efraim Reis pelo interesse, disponibilidade e contribuições como membros da banca avaliadora.

À todos os colaboradores do CENTEC, gratidão pela parceria e pelo apoio que sempre me ofereceram, dentro das possibilidades, que as instituições públicas enfrentam em nosso país. Obrigado por proporcionar um ambiente de muito aprendizado e desenvolvimento profissional.

E, finalmente, a todos os alunos que me motivam a ser um educador melhor a cada dia. Sem a participação, entrega e engajamento de vocês, meu trabalho não faria sentido. A vocês, minha mais sincera gratidão.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

“Conheça todas as teorias, domine todas as técnicas, mas ao tocar uma alma humana, seja apenas outra alma humana”. (Carl Jung)

## RESUMO

ALMEIDA, Frederico Ozanan Tomaz, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, agosto de 2024. **IDENTIFICAÇÃO DE FERRO(III) EM AMOSTRAS MINERAIS: UMA PROPOSTA CONTEXTUALIZADA PARA O ENSINO DE QUÍMICA ANALÍTICA NA EDUCAÇÃO BÁSICA.** Orientador: Willian Toito Suarez.

A alfabetização científica na educação básica é essencial, e a mineração, como tema, oferece grande potencial para contextualizar diversos conteúdos. Este trabalho utiliza uma abordagem qualitativa exploratória para investigar a intersecção entre mineração e química analítica qualitativa, destacando uma lacuna significativa na literatura disponível no portal de periódicos da CAPES. O ensino por investigação, onde os alunos exploram ativamente situações com o professor como facilitador, desenvolve habilidades de pensamento crítico e resolução de problemas, superando a mera memorização. A participação ativa dos alunos nas etapas de planejamento, execução e discussão de atividades experimentais aprofunda a compreensão do processo científico e a importância dessas fases. Contextualizar análises com amostras minerais brutas pode aumentar o engajamento dos estudantes, preparando-os para o mercado de trabalho e para a resolução racional de problemas. O uso de amostras reais e a modernização das metodologias de ensino tornam a Química Analítica Qualitativa mais atrativa e eficaz, promovendo um aprendizado ativo e significativo. O produto pedagógico deste trabalho, disponível no apêndice, oferece aos educadores uma sequência de seis encontros de duas horas-aula cada, para conduzir uma atividade experimental investigativa visando a determinação do íon ferro(III) em uma amostra mineral. Esta proposta visa apoiar a prática pedagógica de professores que consideram a temática da mineração e a química analítica qualitativa relevantes para seus alunos.

**Palavras-chaves:** Química Analítica Qualitativa; Minerais; Ferro(III); Alfabetização científica;

## ABSTRACT

ALMEIDA, Frederico Ozanan Tomaz, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, August, 2024. **IDENTIFICATION OF IRON(III) IN MINERAL SAMPLES: A CONTEXTUALIZED PROPOSAL FOR TEACHING ANALYTICAL CHEMISTRY IN BASIC EDUCATION.** Advisor: Willian Toito Suarez.

Scientific literacy in basic education is essential, and mining, as a topic, offers great potential for contextualizing diverse content. This work uses an exploratory qualitative approach to investigate the intersection between mining and qualitative analytical chemistry, highlighting a significant gap in the literature available on the CAPES journal portal. Inquiry-based teaching, where students actively explore situations with the teacher as a facilitator, develops critical thinking and problem-solving skills, going beyond mere memorization. Active participation of students in the planning, execution, and discussion stages of experimental activities deepens their understanding of the scientific process and the importance of these phases. Contextualizing analyses with raw mineral samples can increase student engagement, preparing them for the job market and for rational problem-solving. The use of real samples and the modernization of teaching methodologies make Qualitative Analytical Chemistry more attractive and effective, promoting active and meaningful learning. The pedagogical product of this work, available in the appendix, offers teachers a sequence of six meetings of two class hours each, to conduct an experimental investigative activity aimed at determining the iron(III) ion in a mineral sample. This proposal aims to support the pedagogical practice of teachers who consider the theme of mining and qualitative analytical chemistry relevant to their students.

**Keyword:** Qualitative Analytical Chemistry; Minerals; Iron(III); Scientific literacy;



## LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 – ANÁLISE DO ARTIGO 1 PELO MÉTODO MAECC® .....	29
QUADRO 2 – ANÁLISE DO ARTIGO 2 PELO MÉTODO MAECC® .....	30
QUADRO 3 – ANÁLISE DO ARTIGO 3 PELO MÉTODO MAECC® .....	31
QUADRO 4 – ANÁLISE DO ARTIGO 4 PELO MÉTODO MAECC® .....	32
QUADRO 5 – ANÁLISE DO ARTIGO 5 PELO MÉTODO MAECC® .....	33
QUADRO 6 – ANÁLISE DO ARTIGO 6 PELO MÉTODO MAECC® .....	34
QUADRO 7 – ANÁLISE DO ARTIGO 7 PELO MÉTODO MAECC® .....	35
QUADRO 8 – ANÁLISE DO ARTIGO 8 PELO MÉTODO MAECC® .....	36
QUADRO 9 – ANÁLISE DO ARTIGO 9 PELO MÉTODO MAECC® .....	37
QUADRO 10 – ANÁLISE DO ARTIGO 10 PELO MÉTODO MAECC® .....	38
QUADRO 11 – ANÁLISE DO ARTIGO 11 PELO MÉTODO MAECC® .....	39
QUADRO 12 – ANÁLISE DO ARTIGO 12 PELO MÉTODO MAECC® .....	40
QUADRO 13 – ANÁLISE DO ARTIGO 13 PELO MÉTODO MAECC® .....	41

## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO .....	10
2	REFERENCIAL TEÓRICO .....	13
2.1	ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA .....	13
2.2	ENSINO POR INVESTIGAÇÃO .....	15
2.3	TEMA MINERAÇÃO APLICADA A QUÍMICA .....	17
2.4	CONTEXTUALIZAÇÃO NO ENSINO DE QUÍMICA .....	19
2.5	CONTEXTUALIZAÇÃO E EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO DE CIÊNCIAS .....	22
3	OBJETIVOS .....	25
3.1	OBJETIVO GERAL .....	25
3.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	25
4	METODOLOGIA .....	26
5	RESULTADOS .....	30
5.1	DESCRIÇÃO E ANÁLISE DOS ESTUDOS. ....	30
5.1.1	A importância da química analítica qualitativa na formação do profissional da química. ....	44
5.1.2	Uma proposta para o ensino de química analítica qualitativa .....	45
5.1.3	Proposta de um material complementar para integração entre teoria e prática na Química Analítica Qualitativa. ....	48
5.1.4	Contextualização no ensino de Química Analítica Qualitativa Experimental. ....	49
5.1.5	Modernização do Ensino de Química Analítica Qualitativa. ....	51
5.1.6	Avaliação da aprendizagem em Química Analítica Qualitativa através da metodologia de Aprendizagem Baseada em Problemas. ....	53
5.1.7	Avaliação e atualização da metodologia de ensino em Química Analítica Qualitativa. ....	56
5.1.8	Metodologias inovadoras no Ensino de Química Inorgânica Experimental para Geologia. ....	58
5.1.9	Metodologias Inovadoras para o ensino sobre solos no Ensino Médio integrado à Educação Profissional. ....	59
5.1.10	Formação continuada e Interdisciplinaridade .....	61
5.1.11	Integração interdisciplinar no Ensino Médio .....	63
5.1.12	A utilização de jogos didáticos para aprender brincando. ....	64
5.1.13	Utilização de um jogo didático para o Ensino de Mineralogia. ....	66
5.2	DISCUSSÃO DOS ESTUDOS .....	68
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	73
	REFERÊNCIAS .....	75
	APÊNDICE - PRODUTO EDUCACIONAL .....	79

## 1 INTRODUÇÃO

A pesquisa aqui apresentada está relacionada com a minha prática docente, desde o momento em que assumi em 2006 a disciplina de Mineralogia do curso Técnico em Química, modalidade integrada ao Ensino Médio, oferecido pela Fundação de Ensino de Contagem (FUNEC), até o presente momento.

Em 1998 Iniciei a graduação em Química na Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) e no final do curso, em 2002, na disciplina de mineralogia, tive o meu primeiro contato com os minerais. Infelizmente, a forma como o conteúdo foi trabalhado não se mostrou muito significativa para a minha formação, pois o foco era na cristalografia, nas operações de simetria e em algumas propriedades físicas de alguns minerais. As aulas eram ministradas em um laboratório e os minerais ficavam expostos em vitrines, porém os alunos não tinham a oportunidade de manipular as amostras, o que me trouxe muita frustração.

De acordo com Suart e Marcondes (2018), muitos cursos de Licenciatura em Ciências ainda apresentam seus currículos fundamentados em concepções tradicionais e tecnicista, separando muitas vezes o mundo acadêmico do mundo da prática. Ainda de acordo com as autoras, as experiências vivenciadas pelos professores neste tipo de formação podem torná-los reprodutores desse modelo de ensino. Os novos professores, recém formados, permanecem com as antigas concepções nos discursos, nos planejamentos e nas estratégias antiquadas de ensino, o que pouco contribuem para o processo de aprendizagem dos alunos.

Minha experiência na docência em Química começou em 1999, quando fui contratado pela Secretaria de Educação do Estado de Minas Gerais (SEEMG). Este vínculo se estendeu até 2006, ano em que pedi exoneração do meu cargo efetivo, assumido em 2004, para tomar posse na FUNEC, instituição na qual mantenho vínculo até a presente data.

Minha paixão pelo ensino de Química e meu grande interesse pelos minerais me levaram a incluir a temática da mineração nas aulas do Ensino Médio. Na época, a ausência desse tema nos livros didáticos de Química me motivou a adotar o livro paradidático “Minerais, Minérios, Metais. De onde vêm, pra onde vão?” de Canto (2004).

Esta decisão foi fundamental, pois, após ser efetivado na FUNEC e participar de uma seleção interna, fui transferido para a unidade CENTEC, onde assumi a disciplina de Mineralogia no curso Técnico em Química.

O curso técnico em Química na modalidade integrada foi implantado na FUNEC em 2006 em parceria com o CEFET-MG. Nesta parceria, os professores que assumiram as disciplinas técnicas se comprometeram a participar de uma capacitação didática que ocorreu nos laboratórios do CEFET-MG. Durante essa capacitação, aprofundei meus conhecimentos nas áreas de Mineralogia, Química Inorgânica e Química Analítica Quantitativa. A partir deste momento senti-me mais preparado e realizado com a missão de educador, pois participei de uma preparação prática direcionada para a aplicação direta em sala de aula e laboratório, no meu local de trabalho.

O conteúdo da disciplina de Mineralogia é dividido em dois momentos do período anual letivo. Nos dois primeiros trimestres letivos os alunos estudam as propriedades físicas dos minerais, como forma, brilho, cor, tenacidade, dureza, clivagem entre outras. No terceiro trimestre os alunos iniciam o estudo da Mineralogia Química, focando nas fórmulas químicas e na segregação dos minerais nos respectivos grupos aniônicos, como óxidos, sulfetos e carbonatos.

No primeiro ano do Ensino Médio Técnico Integrado são ofertadas apenas duas disciplinas da área técnica: Mineralogia e Introdução à Química Experimental. Neste momento inicial do curso, os alunos ainda não apresentam uma base sólida nos fundamentos teóricos que envolvem as análises químicas. Um dos objetivos da disciplina de Mineralogia é iniciar as primeiras discussões e construções a respeito das análises que serão executadas ao longo do curso.

A importância do tema mineração está evidente na área de Química, já que a disciplina de Mineralogia está presente tanto na graduação quanto no curso Técnico. Diante da necessidade de levar temas que promovam a alfabetização científica na educação básica geral, a temática mineração e seus desdobramentos apresenta grande relevância e potencial para contextualizar diversos conteúdos.

Na disciplina de Mineralogia pretende-se apresentar aos alunos um método analítico qualitativo de identificação de cátions e ânions. É importante destacar que para vislumbrar resultados mais significativos, é primordial que os alunos participem ativamente de todas as etapas envolvidas em uma atividade experimental. De acordo com Gomes et al. (2008), é desejável que os professores façam o possível para

construir com os alunos um objetivo claro de cada atividade experimental a ser realizada. Deve-se discutir as razões do porquê executar um determinado experimento e justificar a escolha e o uso das estratégias envolvidas no processo.

Os autores supracitados defenderam a importância da mediação do professor na realização das discussões nos momentos pré e pós laboratório. No primeiro momento é necessário explicitar e deixar bem claro o que vai ser feito durante a atividade e como será realizada. Após a execução da prática, os professores precisam promover a discussão dos resultados obtidos, retomando os objetivos propostos no momento precedente ao experimento.

Envolver os alunos ativamente nas três etapas de uma atividade experimental pode contribuir, de forma mais significativa, para que os alunos tenham uma compreensão mais global do processo e percebam a relação e a importância das etapas de planejamento, execução e discussão envolvidas nas investigações experimentais. Contextualizar as análises a partir de amostras minerais brutas podem aumentar o engajamento dos estudantes nas três etapas, preparando-os não somente para o mundo do trabalho, mas também para questionar e interferir racionalmente diante de situações problema (PACHECO, 2011).

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 Alfabetização científica

A alfabetização científica é um processo essencial para a formação de indivíduos capazes de compreender e participar de forma ativa no contexto social. Para uma participação crítica e transformadora, o indivíduo precisa ser capaz de entender, aplicar e questionar os conhecimentos científicos, o que pode levar a uma maior compreensão do impacto da Ciência em nossas vidas.

De acordo com Chassot (2003), a alfabetização científica é fundamental para que os indivíduos possam compreender e participar ativamente da sociedade tecnológica em que vivemos. O referido autor defende ainda que a alfabetização científica não deve ser vista como um fim em si mesmo, mas com um meio para a formação de cidadãos críticos e reflexivos.

Nas décadas de 1980 e 1990, segundo Chassot (2003) o ensino era centrado quase exclusivamente na necessidade de fazer com que os estudantes acumulassem conhecimentos científicos sem nenhum significado, e que muitas vezes eram provisoriamente armazenados na memória de curta duração e deletados nos minutos seguintes às avaliações formais.

Para que o processo de alfabetização científica se torne efetivo, é importante que o ensino de Ciências seja voltado para a compreensão de conceitos científicos, ao invés da simples memorização de informações. Além disso, é necessário que os educadores proponham novas metodologias que promovam a experimentação e a investigação. Essas metodologias, se bem conduzidas, podem permitir que os alunos construam seu próprio conhecimento.

Chassot (2023) argumenta que a Ciência é uma linguagem. Para que um indivíduo seja considerado alfabetizado cientificamente, ele deve ser capaz de “ler” a linguagem escrita na natureza. Isso significa entender os fenômenos naturais e suas inter-relações da mesma forma que compreendemos um texto escrito em uma língua familiar. A natureza comunica-se através de padrões, processos e leis que podem ser observados, analisados e interpretados. Ler essa linguagem envolve habilidades como a observação crítica, a formulação de hipóteses, a experimentação e a análise de dados.

A alfabetização científica, portanto, não se restringe à memorização de fatos ou fórmulas, mas envolve a capacidade de aplicar o pensamento científico para resolver problemas e tomar decisões informadas. Quando aprendemos a “ler” a natureza, desenvolvemos um entendimento profundo dos princípios científicos que governam o mundo ao nosso redor. Isso nos permite apreciar a complexidade e a beleza da natureza, ao mesmo tempo que nos capacita a enfrentar os desafios ambientais e tecnológicos do mundo moderno.

Refletindo sobre isso, é evidente que a alfabetização científica é crucial não apenas para o desenvolvimento acadêmico e profissional, mas também para a formação de cidadãos conscientes e responsáveis. Em um mundo onde questões como as mudanças climáticas, a sustentabilidade e a inovação tecnológica são cada vez mais prementes, as habilidades de interpretar e utilizar a linguagem da natureza se torna uma competência essencial. Assim, promover a alfabetização científica deve ser um objetivo central da educação em todos os níveis, fomentando uma sociedade mais informada e preparada para lidar com as complexidades do nosso tempo.

No Brasil, de acordo com Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua – PNAD Contínua (IBGE educa, 2019), a taxa de analfabetismo das pessoas de 15 anos ou mais foi estimada em 6,6% (11 milhões de analfabetos). Diante desse dado, fica o seguinte questionamento: em um país com uma quantidade tão expressiva de pessoas que não estão familiarizadas com a língua materna, como promover e valorizar a alfabetização científica?

A exclusão social, segundo Chassot (2003), muitas vezes está relacionada à falta de acesso ao conhecimento científico e tecnológico. Por isso, a alfabetização científica pode ser vista como uma ferramenta para a promoção da inclusão social, permitindo que as pessoas possam compreender e utilizar a ciência e a tecnologia de forma consciente e responsável.

É de notório saber que a maioria dos professores de Ciências enfrentam dificuldades para ensinar a disciplina de forma atraente e significativa para os alunos. Medidas como o investimento na infraestrutura das escolas, assim como na formação, atualização e aprimoramento dos professores, podem contribuir para fertilizar o rico terreno do espaço escolar para a promoção da alfabetização científica não só dos estudantes, como de toda a comunidade no entorno da escola.

É importante ressaltar que a alfabetização científica não se restringe ao ambiente escolar, mas deve ser incentivada também fora dele. Espaços culturais

como museus, teatros, feiras, debates, palestras entre outros, podem contribuir na extensão da divulgação científica para a comunidade. A popularização da Ciência e da Tecnologia em espaços acessíveis a todos/as são fundamentais para a formação de uma sociedade cientificamente alfabetizada.

## **2.2 Ensino por investigação**

O ensino por investigação e o ensino tradicional em Ciências são duas abordagens de ensino distintas que apresentam diferenças significativas em relação às metodologias e estratégias empregadas para o aprendizado dos estudantes.

O ensino tradicional é caracterizado por uma abordagem em que o professor desempenha um papel central no processo, conduzindo as aulas por meio de exposição e apresentação dos conteúdos, enquanto os alunos recebem o conteúdo transmitido de forma passiva.

Por outro lado, o ensino por investigação é uma abordagem mais participativa, na qual o aluno é incentivado a explorar e investigar situações de forma ativa. Enquanto o professor atua como um facilitador do aprendizado, oferecendo suporte e orientação aos alunos na construção de seus conhecimentos. Nesse formato de ensino, o foco está no desenvolvimento de habilidades de pensamento crítico e na resolução de problemas, e não somente na memorização de informações.

As formas de aprender e de ensinar, segundo Pozo e Crespo (2009) são inerentes à cultura, dessa forma sofrem modificações com o passar do tempo, em função da evolução da educação e dos conhecimentos que devem ser ensinados. Ainda de acordo com os autores, a nova cultura da aprendizagem apresenta três traços essenciais, estamos diante da sociedade da informação, do conhecimento múltiplo e do aprendizado contínuo.

Conforme Azevedo (2004) para que uma atividade possa ser considerada uma atividade de investigação, a ação do aluno não deve se limitar apenas ao trabalho de manipulação ou observação. Em uma atividade investigativa os alunos devem desenvolver habilidades como a reflexão, discussão e explicação; o que dará ao trabalho realizado características de uma investigação científica.



A situação de formular hipóteses, preparar experiências, realizá-las, colher dados, analisar resultados, quer dizer, encarar trabalhos de laboratório como 'projetos de investigação', favorece fortemente a motivação dos estudantes, fazendo-os adquirir atitudes tais como curiosidade, desejo de experimentar, acostumar-se a duvidar de certas afirmações, a confrontar resultados, a obterem profundas mudanças conceituais, metodológicas e atitudinais. (Lewin e Lomascólo, 1998, apud. AZEVEDO, 2004, p.21).

Uma atividade experimental de caráter investigativo envolve os conteúdos das três dimensões – conceituais, procedimentais e atitudinais. Os estudantes trabalham as informações e conceitos que fundamentam e auxiliam na interpretação dos fenômenos. Desenvolvem habilidades e competências para resolver problemas e tarefas práticas utilizando dos conhecimentos conceituais em situações concretas. E por fim, desenvolvem diversas habilidades atitudinais como a capacidade de pensar criticamente, a tomada de decisões éticas e responsáveis, desenvolvem a empatia e a solidariedade entre tantas outras habilidades e atitudes necessárias para a construção de uma sociedade mais justa e igualitária.

Azevedo (2004) ressalta que a metodologia da atividade investigativa deve proporcionar uma mudança de atitude tanto no aluno quanto na prática do professor. Para conduzir o aluno no desenvolvimento de tantas habilidades, o professor deve assumir uma postura de questionador, capaz de argumentar e conduzir o processo de ensino como um orientador e não como um expositor.

Neste trabalho será oferecido como produto educacional uma sequência didática que inclui uma atividade experimental de caráter investigativo, que se aproxima da proposta do tipo laboratório aberto, como apresentada por Azevedo (2004). De acordo com a autora, neste tipo de atividade, busca-se a solução de uma questão que será respondida por uma experiência e a busca pela solução pode ser dividida em seis momentos, sendo eles: (i) proposta do problema, em que é necessário levantar uma pergunta problematizadora que estimule a curiosidade científica dos estudantes; (ii) levantamento de hipóteses, em que os alunos levantam hipóteses sobre a solução do problema por meio de uma discussão; (iii) elaboração do plano de trabalho, em que é estabelecido o problema, buscando discutir como será realizado o experimento, de modo que os alunos se envolvem ativamente na construção do roteiro do experimento; (iv) montagem do arranjo experimental e coleta de dados, sendo essa uma etapa mais "prática" do laboratório, quando os alunos manipulam os materiais para a coleta de dados de acordo com o planejamento

previamente elaborado; (v) análise dos dados, que inclui a construção de gráficos, obtenção de equações e testes de hipóteses, sendo normalmente a parte do trabalho em que os alunos apresentam maior dificuldade, pois se trata da tradução científica dos resultados obtidos; e por fim a (vi) conclusão, em que formaliza-se uma resposta ao problema inicial discutindo a validade, ou não, das hipóteses iniciais e as consequências delas derivadas. Acrescento aqui uma sétima e última etapa, que é a de divulgação do conhecimento.

Como protagonistas de sua própria aprendizagem, os alunos são convidados a contribuir com a popularização da ciência e sua divulgação para além do espaço físico escolar. Essa divulgação pode ocorrer na forma de feiras, criação de blogs, sites ou vídeos curtos que podem ser compartilhados nas redes sociais de uma forma acessível ao público em geral.

### **2.3 Tema mineração aplicada a Química**

A mineração é uma atividade essencial para a extração de recursos minerais, que são extensamente utilizados em diversos campos da sociedade, incluindo a indústria química. A alfabetização científica desempenha um papel fundamental na compreensão dos processos envolvidos na mineração, bem como na construção para a tomada de consciência dos impactos ambientais associados a essa atividade extrativista.

A mineração envolve a extração de matérias-primas valiosas e importantes para a produção de diversos produtos como fertilizantes, medicamentos e eletrônicos. Entender um pouco a respeito dos processos de extração, separação e purificação dos minerais pode auxiliar significativamente na formação de indivíduos críticos capazes de julgar os benefícios e os impactos ambientais provocados pela atividade mineradora.

O ensino de Química pode contribuir enormemente para a formação de profissionais capacitados para atuar na indústria da mineração. É importante trabalhar conceitos como reações químicas, equilíbrio químico, cinética química, assim como também é importante que o ensino aborde os aspectos ambientais da mineração. Contaminação de solos e águas subterrâneas, destruição de habitats naturais e a

emissão de gases de efeito estufa, são alguns exemplos de impactos negativos provocados pela mineração.

Os estudantes devem ser estimulados a compreender os impactos ambientais, refletir sobre o assunto e tentar buscar alternativas mais sustentáveis, como a reciclagem de metais e a busca por possíveis fontes de energia renovável que poderiam ser utilizadas nos processos de obtenção dos metais a partir dos minerais.

Em uma primeira abordagem sobre o tema mineração, é importante investigar os conceitos que os alunos trazem sobre o tema e se possível trabalhar alguns conteúdos conceituais. A palavra mineral, por exemplo, é utilizada em diversos contextos e tem diferentes significados em cada um deles. Um nutricionista, por exemplo, utiliza a palavra mineral, quando de fato deveria utilizar “elemento”, “íon” ou “composto químico”. Os íons ferro, cálcio, sódio, potássio entre outros, são muitas vezes erroneamente citados como minerais, enquanto na verdade são íons presentes como nutrientes de alguns alimentos .

De acordo com Klein e Dutrow (2012), um mineral é um sólido de ocorrência natural, frequentemente formado por processos inorgânicos, com arranjo atômico altamente ordenado e uma composição química homogênea e definida. Cabe ao professor discutir com os alunos o significado de cada um desses parâmetros para que fique claro o significado de mineral. A ocorrência natural, implica que um mineral deve ter sido formado por processos naturais assim, materiais similares aos minerais, sintetizados em laboratório, não são considerados minerais, pois foram produzidos pelos humanos.

Ao definir que o mineral é um sólido, os materiais encontrados naturalmente nos estados líquido e gasoso não são considerados minerais. Dessa forma a água mineral, ao rigor da definição, não é um mineral devido ao seu estado físico. É importante destacar e trabalhar em sala de aula que a água mineral é uma solução que contém minerais e/ou íons dissolvidos, mas que não é um mineral em função de seu estado físico.

O arranjo interno altamente ordenado é outro critério enunciado por Klein e Dutrow (2012) para que um sólido natural seja considerado mineral. Discutir com os alunos a diferença entre um sólido cristalino e um sólido amorfo, pode ajuda-los na construção, elaboração e reelaboração de concepções não científicas que podem estar presentes. A obsidiana, por exemplo, é um sólido natural de origem inorgânica,

porém não é cristalino, sendo um sólido amorfo, ela não é considerada um mineral, neste caso recomenda-se a utilização do termo mineraloide.

A composição química definida (mas não necessariamente fixa) também é um pré-requisito abordado pelos autores acima citados para a classificação de um material como mineral. Sendo assim é possível expressar a composição química dos minerais com uma fórmula química específica. A hematita, por exemplo, é o óxido de ferro (III) e pode ser representada pela fórmula química  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ . Já a magnetita, de acordo com Klein e Dutrow (2012), comumente é representada pela fórmula  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  por apresentar 1/3 de sua composição do óxido de ferro (II) e 2/3 de óxido de ferro (III) pode ser reescrita como  $\text{FeO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$ .

Para investigar a composição química dos minerais, podem ser utilizadas técnicas analíticas. Dependendo da técnica escolhida é possível obter dados qualitativos ou quantitativos. Os dados qualitativos podem indicar a presença de alguns elementos químicos ou íons na amostra analisada, já as análises quantitativas são capazes de indicar os elementos ou íons e também quantificá-los.

As técnicas analíticas por via úmida, em que os minerais são inicialmente dissolvidos em um solvente apropriado e em seguida os íons constituintes são precipitados e caracterizados de acordo com referências disponíveis, são de baixo custo e mais acessíveis que as técnicas instrumentais. Uma referência muito divulgada no meio acadêmico, quando se trata de análises qualitativas de caracterização e identificação de cátions e ânions é o trabalho do autor Vogel (1981).

No trabalho do referido autor, são propostos diversos testes qualitativos para caracterizar e identificar cátions e ânions em soluções. Sabendo que os minerais possuem uma fórmula química definida, após a sua dissolução no solvente adequado, é possível utilizar este livro como referência para escolher alguns testes. A partir dos resultados é possível comprovar a fórmula química da amostra mineral analisada.

## **2.4 Contextualização no ensino de química**

Aprimorar o ensino de ciências tem sido um objetivo contínuo, especialmente no que se refere à necessidade de contextualizar os conteúdos, como um princípio fundamental na prática pedagógica da Ciência. Essa necessidade já faz parte de muitas discussões, de longa data, mas tornou-se mais evidente com as orientações

presentes em documentos como a Lei de Diretrizes e Bases da Educação, que reconhecem a educação como um instrumento para a formação de cidadãos BRASIL(1998). Essas diretrizes exigem mudanças no papel do professor, que deve deixar de ser um mero transmissor de conhecimento passando a assumir um papel de mediador, capaz de adaptar os objetivos educacionais ao conteúdo a ser estudado.

De acordo com Wartha et al. (2013) os termos contextualização e cotidiano são muito marcantes na área de ensino de química. No entanto o termo contextualização só passou a ser utilizado após os PCNEM (BRASIL, 1999) e os PCN+ (BRASIL, 2002).

A contextualização no ensino de ciências é essencial para garantir a relevância e a aplicabilidade dos conceitos abordados. Quando os alunos são capazes de relacionar os conhecimentos científicos com situações do cotidiano, seu interesse e engajamento tendem a aumentar significativamente. Silva e Costa (2019) defendem que contextualizar a Química não é promover uma ligação artificial entre o conhecimento e o cotidiano do aluno.

É imprescindível que o ensino de Química seja abordado não apenas como disciplina isolada, mas sim como uma ferramenta para promover a formação integral do cidadão e o desenvolvimento de seu senso crítico. Nesse sentido a utilização do conteúdo de Química deve ser enriquecida pela perspectiva social, contextualizando os conceitos científicos com questões relevantes para a sociedade.

Segundo Wartha e Alário (2005) o entendimento do significado da contextualização é fundamental para que se possam desenvolver estratégias de ensino que favoreçam o preparo para o exercício da cidadania. A Química está intrinsecamente ligada a diversos aspectos da vida cotidiana e do mundo contemporâneo, como questões ambientais, saúde pública, tecnologia e desenvolvimento sustentável.

Ao integrar esses temas ao ensino de Química, os alunos são incentivados a refletir sobre o impacto das atividades humanas no meio ambiente, a compreender os desafios relacionados à saúde e à qualidade de vida, e a avaliar criticamente as tecnologias e os produtos químicos que utilizam. Apenas a motivação do aluno ou a ilustração de aplicações do conhecimento químico, por si só, não formam um cidadão.

Em uma pesquisa realizada com quarenta e um professores Santos e Mortimer (1999) perceberam que praticamente todos os entrevistados descreveram a contextualização como sinônimo de abordagem de situações do cotidiano. De acordo

com os autores a compreensão dos processos cotidianos é importante, porém a formação do estudante para o exercício da cidadania exige um avanço no sentido de explorar as dimensões sociais da química.

Santos e Mortimer (1999) destacam uma distinção importante entre dois enfoques no ensino de ciências: a contextualização e o ensino relacionado ao cotidiano. Enquanto contextualização busca integrar a ciência em seu contexto social mais amplo, considerando suas interações com aspectos econômicos, ambientais, políticos e éticos, o ensino de ciências do cotidiano concentra-se nos conceitos científicos relacionados aos fenômenos observados no dia a dia.

No primeiro caso, a abordagem contextualizada reconhece a importância de situar a ciência dentro de um contexto social mais amplo. Isso envolve não apenas apresentar os conceitos científicos, mas também explorar como a ciência influencia e é influenciada por fatores sociais, econômicos e culturais. Nesse sentido, os estudantes são encorajados a entender a ciência como uma atividade humana inserida em um contexto histórico e sociocultural, o que pode promover uma compreensão mais profunda e crítica dos conhecimentos científicos.

Por outro lado, o ensino de ciências do cotidiano tende a focar exclusivamente nos fenômenos observáveis no dia a dia, sem necessariamente abordar as implicações sociais e culturais da ciência. Embora esse enfoque possa facilitar a conexão entre os conceitos científicos e a experiência pessoal dos alunos, corre o risco de reduzir a ciência a um conjunto de fatos isolados, sem considerar seu papel na sociedade e suas implicações éticas, políticas e econômicas.

É importante reconhecer que ambos os enfoques apresentam méritos significativos e podem se complementar no contexto do ensino de ciências. Enquanto a contextualização propicia uma visão ampla e crítica da ciência, relacionando-a a diversos aspectos sociais, o ensino voltado ao cotidiano torna os conceitos científicos mais acessíveis e pertinentes para os alunos. Contudo, torna-se imprescindível que os professores busquem equilibrar tais abordagens, promovendo uma compreensão abrangente e contextualizada da ciência que capacite os estudantes a compreender e se envolver ativamente com o mundo ao seu redor.

Wartha e Alário (2005) destacam a importância da contextualização no ensino de ciências como um meio essencial para a incorporação de valores e o desenvolvimento da autonomia na construção do conhecimento. Contextualizar o ensino vai além de simplesmente fornecer exemplos; trata-se de uma postura

contínua que envolve a incorporação de vivências concretas e diversificadas, bem como a integração do aprendizado a novas experiências.

Nessa perspectiva, contextualizar não é apenas uma estratégia didática, mas uma abordagem que reconhece a relação intrínseca entre o sujeito que aprende e o objeto do conhecimento. É reconhecer que todo conhecimento é construído a partir dessa interação e, portanto, está impregnado de valores, pois reflete e influencia o cotidiano, a sociedade e a cultura.

Ao contextualizar o conhecimento no próprio processo de sua produção, os educadores criam condições para que os alunos experimentem a curiosidade, o encantamento da descoberta e a satisfação de construir seu conhecimento de forma autônoma. Essa abordagem permite que os alunos construam uma visão de mundo própria e desenvolvam um senso de identidade, promovendo assim uma aprendizagem mais significativa e duradoura.

Portanto, ao adotar a contextualização como princípio orientador do ensino de ciências, os educadores podem proporcionar aos alunos não apenas conhecimentos científicos, mas também habilidades de pensamento crítico, autonomia intelectual e valores que os capacitam a enfrentar os desafios do mundo contemporâneo de forma responsável e consciente.

## **2.5 Contextualização e experimentação no Ensino de Ciências**

No contexto de Ciências, uma dificuldade recorrente é a habilidade dos alunos em relacionar a teoria discutida em sala de aula com as situações do mundo real que os cercam. Esta desconexão entre os conceitos abstratos ensinados e a aplicação prática desses conceitos no cotidiano do aluno, pode levar a uma compreensão superficial ou mesmo uma falta de compreensão da teoria.

É fundamental reconhecer que as teorias científicas são constituídas a partir de conceitos que representam abstrações da realidade. Assim, quando os alunos têm dificuldade em identificar ou aplicar esses conceitos em contextos do dia a dia, isso pode indicar que não compreenderam plenamente a teoria discutida em sala de aula.

Uma abordagem eficaz para tentar superar essa dificuldade é a contextualização do ensino de Ciências. A exemplificação de situações do mundo real

que sejam relevantes para os alunos, pode ser um ponto de partida para mudanças significativas no interesse pela ciência. Ao trazer a ciência para perto da vida cotidiana dos estudantes, os professores podem ajudá-los a fazer conexões mais profundas entre a teoria e a prática.

Além disso, a contextualização pode ajudar os alunos a desenvolver um entendimento mais amplo e holístico da ciência, ao reconhecerem como ela se aplica em uma variedade de contextos e disciplinas. Isso promove uma visão mais integrada e interdisciplinar do conhecimento científico, permitindo que os alunos percebam sua relevância e aplicabilidade em diferentes áreas da vida.

De acordo com Freire (1997), a compreensão da teoria requer uma experiência direta com ela. Em Ciências, a realização de experimentos emerge como uma ferramenta fundamental para que os alunos vivenciem o conteúdo conceitual, estabelecendo assim uma relação dinâmica e indissociável entre teoria e prática.

Através da experimentação, os alunos não apenas absorvem passivamente informações teóricas, mas também as exploram ativamente em um contexto prático. Ao realizar experimentos, eles têm a oportunidade de observar, questionar, testar hipóteses e analisar resultados, o que os capacita a internalizar os conceitos de forma mais profunda e significativa.

Além disso, os experimentos em Ciências oferecem uma abordagem concreta e tangível para o aprendizado, tornando os conceitos abstratos mais acessíveis e compreensíveis para os alunos. Ao verem os princípios teóricos em ação, os estudantes podem conectar a teoria à prática e compreender como os conceitos científicos se aplicam no mundo real.

Outro aspecto importante é que os experimentos promovem o desenvolvimento de habilidades científicas essenciais, como a observação, coleta de dados, análise crítica e resolução de problemas. Essas habilidades são fundamentais não apenas para o estudo das Ciências, mas também para a vida cotidiana e para o desenvolvimento de uma mentalidade investigativa crítica.

Ao conectar experimentos investigativos realizados em laboratório com situações cotidianas e problemas do mundo contemporâneo, os alunos são incentivados a pensar criticamente sobre a aplicação da ciência em suas vidas e na sociedade.

Silva e Costa (2019) ressaltam a relevância da contextualização nas atividades práticas do ensino de ciências, indo além da simples manipulação de



materiais. Essa abordagem propõe que as atividades práticas não se restrinjam apenas a identificar as vidrarias e reagentes, mas que também proporcionem um espaço significativo para a reflexão, o desenvolvimento e a construção de ideias pelos alunos.

Além disso, as atividades práticas contextualizadas oferecem aos alunos a oportunidade de desenvolver habilidades científicas essenciais, como observação, investigação e análise de dados. Mais do que apenas seguir procedimentos pré-estabelecidos, os estudantes são desafiados a formular hipóteses, a testar suas ideias e a comunicar seus resultados de forma clara e precisa.

Outro aspecto relevante é que a contextualização nas atividades práticas promove a autonomia e a construção do conhecimento pelos alunos. Ao invés de simplesmente receber informações passivamente, os estudantes são encorajados a explorar, pesquisar, selecionar, questionar, experimentar e comparar, construindo assim uma compreensão mais profunda e significativa dos fenômenos estudados.

Portanto, a abordagem proposta por Silva e Costa (2019) destaca a importância de ir além da mera manipulação de materiais no ensino de ciências, enfatizando a necessidade de proporcionar um ambiente de aprendizagem que estimule a reflexão, o desenvolvimento de habilidades e a construção ativa do conhecimento pelos alunos. Essa abordagem não apenas fortalece o aprendizado dos conceitos científicos, mas também prepara os estudantes para enfrentar os desafios do mundo contemporâneo com pensamento crítico e criatividade.

### **3 OBJETIVOS**

#### **3.1 Objetivo Geral**

Investigar como o Ensino de Química na educação básica brasileira aborda a Química Analítica Qualitativa e o tema mineração ao longo da última década (2013 a 2023). Além disso, sugerir uma abordagem prática e contextualizada para o ensino da análise qualitativa, integrada à temática da mineração.

#### **3.2 Objetivos Específicos**

- Realizar uma pesquisa bibliográfica no portal de periódicos da CAPES sobre como a Química Analítica Qualitativa e o tema mineração vem sendo trabalhada nos últimos dez anos no ensino de Química na educação básica brasileira;
- Propor o tema mineração como motivador para promoção da alfabetização científica;
- Elaborar um produto educacional de caráter experimental e investigativo, visando a promoção de um ensino contextualizado da análise de cátions e ânions a partir de amostras minerais.

## 4 METODOLOGIA

O presente trabalho adota uma abordagem qualitativa de caráter exploratório. O portal de periódicos da CAPES foi o banco de dados escolhido para a busca bibliográfica em função da maior praticidade e qualidade das informações. Inicialmente, a busca bibliográfica foi realizada utilizando as palavras-chave "ensino AND química AND analítica AND qualitativa AND minera\*". No entanto, apenas um artigo foi encontrado com esses termos.

Decidiu-se então, separar as palavras-chave relacionadas à Química Analítica Qualitativa daquelas relacionadas a "minera\*". Em uma nova busca utilizando as palavras-chave "ensino AND química AND analítica AND qualitativa", encontrou-se trinta e cinco resultados. Após aplicar os filtros "periódicos revisados por pares" e "data de criação" entre os anos de 2014 a 2023, obteve-se dez artigos.

Para ampliar o conjunto de resultados, removeu-se o filtro de data de criação, e obteve-se vinte e seis publicações. Após uma análise dos títulos e resumos desses vinte e seis artigos, selecionou-se sete trabalhos para uma leitura completa.

A busca inicial utilizando as palavras-chave "ensino AND química AND minera\*" sem filtros resultou em oitenta e um resultados. Após a aplicação do filtro "revisado por pares" obteve-se cinquenta e três resultados, e ao adicionar o filtro de data de criação entre os anos de 2014 e 2023, o número de resultados reduziu para trinta e sete. Após a análise dos títulos e da leitura dos resumos dos trinta e sete artigos foram selecionados seis para uma leitura completa.

Nas próximas seções será apresentada a análise desses estudos. Para descrever os estudos foi utilizado o método Meta-Modelo de Análise e Exploração do Conhecimento Científico® (MAECC®) (CARDOSO; ALARCÃO; CELORICO, 2013). Toda pesquisa, seja ela qualitativa ou quantitativa, demanda um processo inicial de mapeamento. Esta etapa desempenha um papel fundamental ao situar o estudo no contexto do conhecimento já existente sobre o tema, estabelecendo suas perspectivas e fundamentando sua contribuição.

No âmbito de uma revisão de literatura, o mapeamento do campo assume um papel de destaque, permitindo uma compreensão abrangente do estado atual do conhecimento em diferentes aspectos. Além disso essa etapa possibilita a transformação dessas informações em uma análise interessante para identificar limitações e apontar novas áreas de investigação necessárias.

Uma abordagem particularmente eficaz para esse mapeamento é o MAECC<sup>®</sup>, este método, além de promissor, enfatiza a importância do questionamento na condução de um mapeamento coeso e significativo, estruturado em cinco dimensões, que são: Traços identificativos, referenciais teóricos, metodologias, contributos e implicações. Dessa forma, o método oferece uma estrutura robusta para analisar e explorar o conhecimento científico. Ele permite a comparação dos dados tanto por temas quanto por ordem cronológica, facilitando a identificação de convergências e divergências entre as fontes analisadas.

Apesar da relevância significativa da mineração como tema de contextualização para o ensino de química analítica qualitativa, o número reduzido de publicações nessa área evidencia uma lacuna que precisa ser preenchida. Diante desse cenário, e com base no meu interesse e experiência como professor de mineralogia, decidi desenvolver uma sequência didática como produto pedagógico, inspirada na proposta de laboratório aberto de Azevedo (2004).

A sequência didática foi organizada em sete momentos, distribuídos ao longo de seis encontros de duas horas/aula cada. Cada encontro está detalhado em um plano de aula, com as orientações e sugestões de como o professor pode conduzir a sequência.

O esquema ilustrado na Figura 1 resume, de maneira simplificada os seis encontros abordados ao longo da sequência.

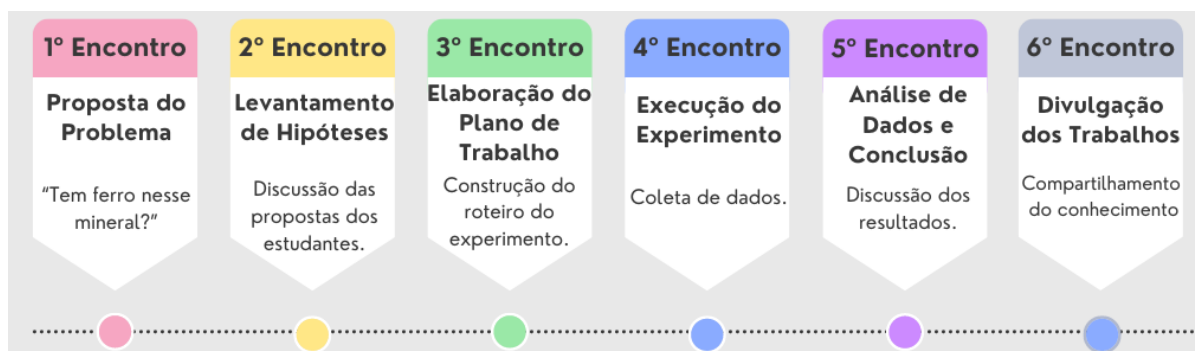


Figura 1 - Fluxograma da sequência didática

No primeiro encontro é introduzido a temática da mineração é introduzida por meio de uma leitura comentada e dialogada de um texto. O principal objetivo deste momento é apresentar conceitos fundamentais, como a diferença entre rocha, mineral, minério e metal. Além disso, é proposto aos alunos o seguinte problema: "Como comprovar quimicamente a presença de ferro em uma amostra mineral?"

No segundo encontro os estudantes apresentam e discutem suas propostas para solucionar o problema. O professor, nesse momento, deve ouvir as estratégias dos alunos, mediar as apresentações e intervir quando necessário. Juntos, iniciam a elaboração de um procedimento experimental para determinar a presença de ferro em uma amostra mineral. Além disso, conceitos químicos importantes, como retículo cristalino, solubilidade, dissociação e solvatação, devem ser trabalhados neste encontro.

No terceiro encontro o professor orienta os alunos a consultarem a obra de Vogel (1981) para, em conjunto, elaborarem o plano de trabalho. A proposta inclui a construção de um quadro contendo informações como a fórmula química, a solubilidade, os testes qualitativos possíveis, as equações químicas envolvidas e os resultados esperados. Essa abordagem visa facilitar a consulta para a execução do experimento no próximo encontro.

O quarto encontro é dedicado à execução do experimento e à coleta dos resultados. Nesse momento, são realizadas a pulverização da amostra, a abertura, o preparo das soluções reagentes e os testes qualitativos para identificar o íon  $\text{Fe(III)}$ . Fotos e vídeos também são registrados durante o processo.

No quinto encontro, ocorre a discussão dos resultados obtidos no experimento. Com base nas anotações, fotos e vídeos, os estudantes discutem em grupos, sob mediação do professor. O docente deve solicitar que os alunos expliquem, por meio da representação de equações, as observações macroscópicas dos testes qualitativos. Ao final, os alunos redigem um texto descrevendo o que foi realizado, o que aprenderam ao longo dos encontros e a resposta ao problema inicial.

O sexto e último encontro é dedicado à exibição dos vídeos produzidos pelos alunos. A proposta de criação de um vídeo visa incentivar os estudantes a assumirem um papel ativo na divulgação científica. Espera-se que essa atividade contribua para o aumento do repertório científico dos alunos e os transforme em agentes promotores da alfabetização científica em diferentes contextos, além da escola.

A análise qualitativa de íons em amostras minerais faz parte do programa da disciplina de Mineralogia, que leciono para alunos do Ensino Médio Integrado ao Técnico em Química desde 2006. Nos anos de 2022 e 2023, como aluno do programa de mestrado em rede nacional (PROFQUI), e inspirado na proposta de Azevedo (2004), reestruturei a condução dessas análises. No apêndice deste trabalho,

encontram-se orientações detalhadas e sugestões para que o professor possa conduzir cada um dos encontros.

## **5 RESULTADOS**

### **5.1 Descrição e análise dos estudos.**

Para cada um dos treze artigos selecionados foi elaborado um quadro contemplando as cinco dimensões propostas pelo método MAECC<sup>®</sup>. Os quadros de 1 a 7 referem-se ao resultado da busca, no portal de periódicos da CAPES, utilizando as palavras-chave “ensino AND química AND analítica AND qualitativa”, enquanto os quadros de 8 a 13 referem-se ao resultado da busca, também no portal de periódicos da CAPES, utilizando as palavras-chave “ensino AND química AND minera\* ”.

Quadro 1 – Análise do artigo 1 (Química Nova, 29(1), 168-172, 2006) pelo método MAECC®

<p><b>Traços Identificativos:</b>  <b>Ano:</b> 2006  <b>Autores:</b> Terezinha Ribeiro ALVIM e João Carlos de ANDRADE  <b>Título:</b> A IMPORTÂNCIA DA QUÍMICA ANALÍTICA QUALITATIVA NOS CURSOS DE QUÍMICA DAS INSTITUIÇÕES DE ENSINO SUPERIOR BRASILEIRAS.  <b>Palavras – Chave:</b> Educação Química; Química Analítica Qualitativa; Instituições Brasileiras.</p>
<p><b>Metodologias:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Uso de métodos com uma abordagem quantitativa, com consulta às páginas da web do Ministério da Educação e de instituições de ensino superior que oferecem Licenciatura e/ou Bacharelado em Química.</li> <li>- Uso dos métodos da abordagem antropológica, como a coleta de depoimentos na forma de entrevistas não estruturadas com a intensão de saber dos coordenadores dos cursos maior detalhamento sobre as grades curriculares, bem como as ementas das disciplinas da área de Química Analítica.</li> </ul>
<p><b>Referências:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- A importância da química analítica qualitativa nos cursos de graduação; A importância da química analítica qualitativa na formação de um profissional com perfil de pesquisador;</li> <li>- Autores Principais: Baum, R. M. (1984); Benedetti-Pichler (1957); Senise, P. E. A. (1982)</li> </ul>
<p><b>Contributos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- A pesquisa destaca a relevância da disciplina de Química Analítica Qualitativa, apontando que muitas das reações realizadas em laboratório são fundamentais para diversos métodos quantitativos usados em diversos contextos laboratoriais.</li> <li>- Além disso, ela conclui levando uma reflexão sobre o papel crucial dos professores dessa disciplina em motivar os estudantes, destacando exemplos práticos e reais presentes nos conteúdos programáticos.</li> </ul>
<p><b>Implicações:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Valorização da disciplina de Química Analítica Qualitativa nas universidades brasileiras;</li> <li>- Formação de profissionais com atitudes de pesquisador, ao trabalhar com amostras “desconhecidas”.</li> <li>- Formação de profissionais com maior capacidade de pensar e raciocinar criativamente.</li> </ul>

Fonte: Autor (2024)



Quadro 2 – Análise do artigo 2 (Química Nova, 29(6), 1381-1386, 2006) pelo método MAECC®

<p><b>Traços Identificativos:</b>  <b>Ano:</b> 2006  <b>Autores:</b> Daniela Gonçalves de ABREU, Carla Regina COSTA, Marilda das Dores ASSIS e Yassuko IAMAMOTO  <b>Título:</b> UMA PROPOSTA PARA O ENSINO DA QUÍMICA ANALÍTICA QUALITATIVA  <b>Palavras – Chave:</b> Química Analítica Qualitativa; Currículo; Aprendizagem.</p>
<p><b>Metodologias:</b>  - Levantamento documental histórico do desenvolvimento da disciplina Química Analítica Qualitativa no Brasil e no Mundo;  - Análise documental das ementas da disciplina Química Analítica Qualitativa em diversos cursos das principais universidades públicas brasileira.  - Relato de experiência sobre as alterações do material didático utilizado na disciplina bem como suas implicações no uso do material e a nova metodologia aplicada durante as aulas;</p>
<p><b>Referências:</b>  - Importância da Química Analítica na formação do químico estimulado a pensar, a raciocinar e a ser criativo; A importância da Análise Qualitativa no despertar do interesse dos estudantes por reações; Tratamento de resíduos e responsabilidade do químico quanto ao destino final dos resíduos gerados em suas atividades.  - Autores Principais: Senise (1982); Taube, H. (1984); Jardim, W. F.(1998)</p>
<p><b>Contributos:</b>  - Desenvolvimento histórico da análise qualitativa, como disciplina nos cursos de graduação em Química;  - A relação da Química Analítica Qualitativa com a análise de minerais e a determinação de suas composições;  - Citação das três principais referências bibliográficas utilizadas para o ensino de Química Analítica Qualitativa no Brasil. 1 – “Baccan, N.; Aleixo, L. M.; Stein, E.; Godinho, O. E. S.; Introdução à Semimicroanálise Qualitativa”; 2 – “Vogel, A. I.; Química Analítica Qualitativa”; 3 – “Alexéiev, V. N.; Semimicroanálisis Químico Cualitativo”  - Citação da declaração de Henry Taube, prêmio Nobel de Química de 1983; “Acho que um dos maiores enganos foi cometido quando a análise qualitativa foi suprimida do currículo. Este era um modo de introduzir a química descritiva que, se olharmos mais a fundo, pode despertar o interesse dos estudantes por reações. Eu considero as reações como sendo o coração da química.”  - Comparativo da marcha analítica proposta por diferentes autores;  - Reflexões acerca da redução da carga horária da disciplina ao longo dos anos de 1990 a 2001.  - Verificou-se que a disciplina de Química Analítica Qualitativa, ainda é ensinada de maneira tradicional e com uma carga horária inadequada nas principais universidades públicas brasileira, sendo ensinada de uma forma extensa e maçante não levando o aluno a uma aprendizagem verdadeiramente significativa.  - Reestruturação da disciplina para propiciar uma articulação ente os conteúdos específicos e sua relevância na formação de professores.</p>
<p><b>Implicações:</b>  - Inserção de atividades consideradas importantes para a formação profissional, como o tratamento de resíduos e a discussão de temas que possibilitem a contextualização no Ensino Médio, de conteúdos relacionados à disciplina de Química Analítica Qualitativa.  - Reestruturação do material didático utilizado na disciplina de forma a se adequar a menor carga horária e maior contextualização.  - Reflexões para incentivar uma adequação do material didático bem como da carga horária da disciplina.</p>

Fonte: Autor (2024)

Quadro 3 – Análise do artigo 3 (Educación Química, 19(3), 188-194, 2008) pelo método MAECC®

<p><b>Traços Identificativos:</b>  <b>Ano:</b> 2008  <b>Autores:</b> Josivânia Marisa DANTAS; Marcia Gorette Lima da SILVA; Pedro Farias dos Santos FILHO.  <b>Título:</b> UMA PROPOSTA DE MATERIAL DIDÁTICOS COMPLEMENTAR PARA O ENSINO DE CONCEITOS EM QUÍMICA ANALÍTICA QUALITATIVA.  <b>Palavras – Chave:</b> Material didático, Química analítica qualitativa; Separação de Cátions.</p>
<p><b>Metodologias:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Elaboração de um roteiro para análise de treze livros didáticos utilizados na disciplina de Química Analítica Qualitativa no ensino superior.</li> <li>- Elaboração de um texto de apoio às marchas analíticas.</li> <li>- Aplicação de um questionário com perguntas abertas e fechadas para investigar como o material propostos contribuiu para a formação dos alunos.</li> </ul>
<p><b>Referências:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Modificação de termos científicos, por partes dos autores, professores e alunos, podem provocar confusões conceituais;</li> <li>- O estudante não relaciona o conceito químico com a observação do experimento.</li> <li>- Distinção entre aprendizagem memorística e aprendizagem significativa.</li> <li>- Relevância da disciplina Química Analítica Qualitativa no currículo obrigatório do curso de química nas universidades brasileiras.</li> <li>- Autores Principais: Mortimer (1998); Campanario (1999); Ausubel (1989); Abreu (2006).</li> </ul>
<p><b>Contributos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Reflexão acerca da organização do material didático utilizado nas aulas de Química Analítica Qualitativa. A maioria dos materiais utilizados descreve procedimentos experimentais e não discutem os conceitos envolvidos nos experimentos realizados.</li> <li>- Promoção de uma aprendizagem mais significativa para os alunos que cursam a disciplina de Química Analítica Qualitativa.</li> <li>- Discussão sobre os conceitos químicos envolvidos na identificação e separação sistemática de íons, realizada nas aulas práticas de Química Analítica Qualitativa no ensino superior.</li> <li>- Verificou-se que poucos livros enfocam a teoria associada às reações observadas nas atividades propostas para os experimentos no laboratório.</li> <li>- Proposta de um material de apoio para auxiliar os estudantes no texto base de fundamentação teórica das etapas de identificação de cátions.</li> </ul>
<p><b>Implicações:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Alunos mais preparados para resolução de problemas reais;</li> <li>- Maior aproximação entre teoria e prática;</li> <li>- Proposta de um material, complementar aos livros base, que enfatiza conceitos envolvidos na marcha analítica.</li> </ul>

Fonte: Autor (2024)

Quadro 4 – Análise do artigo 4 (Amazônia: Revista de Educação em Ciências e Matemáticas, 9(18), 75-83, 2013) pelo método MAECC®

<p><b>Traços Identificativos:</b>  <b>Ano:</b> 2013  <b>Autores:</b> Luciana Dornelles VENQUIARUTO; João KRAUSE; Rogério Marcos DALLAGO; Helen TREICHEL; Alessandra SMANIOTTO.  <b>Título:</b> ESCÓRIA DE RECICLADORAS DE BATERIAS: UM RESÍDUO VALIOSO COMO AMOSTRA REAL EM QUÍMICA ANALÍTICA  <b>Palavras – Chave:</b> Experimentação; química analítica; chumbo; escória de recicladoras de baterias.</p>
<p><b>Metodologias:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Obtenção de um bloco maciço de escória (60% Fe e 6% Pb) fornecido por uma indústria de reciclagem de baterias automotivas.</li> <li>- Preparo de soluções;</li> <li>- Ensaios com o reagente nitrato de chumbo e com amostra real de escória;</li> <li>- Precipitação fracionada com EDTA para separar/identificar <math>Fe^{3+}/Pb^{2+}</math>.</li> </ul>
<p><b>Referências:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ciência ensinada com a finalidade de formar alunos capazes de exercerem uma cidadania crítica;</li> <li>- Ensino cada vez menos asséptico e mais encharcado de realidade.</li> <li>- Autores Principais: Delizoicov (2002); Chassot (2010);</li> </ul>
<p><b>Contributos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ensino de química analítica qualitativa de forma mais contextualizada.</li> <li>- Metodologia simples, viável e aplicável mesmo em presença de íons interferentes.</li> <li>- Sugestão de uso de amostras reais para contextualizar as práticas de identificação de íons das práticas de análises qualitativas.</li> <li>- Explorar de forma prática o equilíbrio de complexação e precipitação;</li> </ul>
<p><b>Implicações:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Alunos mais preparados para resolução de problemas reais;</li> </ul>

Fonte: Autor (2024)

Quadro 5 – Análise do artigo 5 (Revista de Ensino, Educação e Ciências Humanas, 17(2), 172-180, 2016) pelo método MAECC®

<p><b>Traços Identificativos:</b>  <b>Ano:</b> 2016  <b>Autores:</b> Maria das Graças GOMES; Paulo Henrique Medeiros THEOPHILO  <b>Título:</b> QUÍMICA QUALITATIVA: UM OLHAR SOBRE A MEDIAÇÃO UTILIZANDO RECURSOS DIGITAIS  <b>Palavras – Chave:</b> Química Qualitativa; Didática; Multimídia; Contextualização.</p>
<p><b>Metodologias:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Pesquisa participante para coleta de opiniões dos alunos sobre a perspectiva da disciplina de Química Analítica Qualitativa;</li> <li>- Escolha de onde inserir os recursos midiáticos;</li> <li>- Elaboração do material projetável em tela;</li> <li>- Rediagramação do manual do estudante;</li> <li>- Observação da mediação feita pelo professor com o novo material;</li> </ul>
<p><b>Referências:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Desenvolvimento da Química Analítica Qualitativa em função das atividades mineradoras na Europa do sec. XVIII. Análise qualitativa e a visão CTS; Fundamentos da Química Analítica Qualitativa; Diminuição das pesquisas na área da Química Analítica Qualitativa devido ao avanço da Físico-Química e dos métodos instrumentais; Cursos de Análise Qualitativa descontextualizados; Dimensão ampla da ciência que vai além do campo conceitual; Contextualização versus exemplificação; Uso de recursos multimídia como “inovação conservadora”; Professor como mediador;</li> <li>- Autores Principais: Andrade (2009); Senise (1993); Iamamoto (2006); Santos (2002); Wartha (2013); Cysneiros (1999); Meier (2011);</li> </ul>
<p><b>Contributos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Coleta e tratamento de resíduos para suscitar discussões na tentativa de fazer da contextualização um princípio norteador da prática;</li> <li>- Reflexão acerca da forma como a disciplina ainda é trabalhada de forma descontextualizada;</li> <li>- Produção de um material midiático dos procedimentos inerentes às práticas de laboratório da disciplina de Química Analítica Qualitativa;</li> <li>- Reflexão sobre a importância de o professor compreender seu papel de mediador e potencializador da construção do conhecimento pelo mediado;</li> </ul>
<p><b>Implicações:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Necessidade de uma resignificação do material didático com o objetivo de colaborar com o professor na contextualização necessária à abordagem CTS;</li> <li>- Encontro entre o modelo tradicional de ensino da química analítica qualitativa com a possibilidade de uma mediação mais moderna;</li> <li>- A importância do uso da informática e da tecnologia como ferramentas para que a educação atinja o seu propósito.</li> </ul>

Fonte: Autor (2024)

Quadro 6 – Análise do artigo 6 (Revista Insignare Scientia, 3(2), 36-48, 2020) pelo método MAECC®

<p><b>Traços Identificativos:</b></p> <p><b>Ano:</b> 2020  <b>Autores:</b> Ângela Cristina RAIMONDI e Eliane Siqueira RAZZOTO  <b>Título:</b> APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMAS NO ENSINO DE QUÍMICA ANALÍTICA QUALITATIVA  <b>Palavras – Chave:</b> ABP; metodologias ativas; aprendizagem significativa.</p>
<p><b>Metodologias:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- O presente estudo visou avaliar a aprendizagem, mediante a aplicação da metodologia de Aprendizagem Baseada em Problemas, em aulas de Química Analítica de turmas de um curso Engenharia Química;</li> <li>- Relato de experiência de um universo amostral de 5 turmas do 6º período de um curso de Engenharia Química.</li> </ul>
<p><b>Referências:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Aprendizagem baseada em problemas; .Estimulação do pensamento científico; Associação bem planejada e aplicada entre teoria e prática; Tripé: Conceito, atitude e aprendizagem.</li> <li>- Autores Principais: Batinga e Teixeira (2014); Campos e Nigro (1999); Grasselli e Colasurdo (2012); Araújo (2016); Pozo (2002)</li> </ul>
<p><b>Contributos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- A metodologia da aprendizagem baseada e problemas potencializa o desenvolvimento de uma atitude proativa na educação científica, maximizando a interação, a participação e o envolvimento dos estudantes no processo de aprendizagem.</li> </ul>
<p><b>Implicações:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Substituição da marcha analítica repetitiva e não reflexiva, por uma abordagem de contexto real;</li> <li>- Formação de estudantes ativos capazes de desenvolver sua própria aula prática para construção do conhecimento.</li> <li>- Desenvolvimento de habilidades, como autonomia e pensamentos crítico.</li> <li>- Descentralização do conhecimento na imagem do professor.</li> </ul>

Fonte: Autor (2024)

Quadro 7 – Análise do artigo 7 (Química Nova, 44(4), 502-511, 2021) pelo método MAECC®

<p><b>Traços Identificativos:</b>  <b>Ano:</b> 2021  <b>Autores:</b> Julia Pereira POSTIGOIA, Hellen Franciane Gonçalves BARBOSA, Roberta Maura CALEFI, Jany Hellen Ferreira de JESUS, Priscila CERVINI, Rafael Martos BUORO, Rosa Lucia Simencio OTERO e Éder Tadeu Gomes CAVALHEIRO  <b>Título:</b> UMA PROPOSTA PARA O ENSINO DE LABORATÓRIO DE QUÍMICA ANALÍTICA QUALITATIVA  <b>Palavras – Chave:</b> ensino de química analítica; laboratório de química analítica qualitativa; fenômenos macroscópicos; separação e identificação de cátions;</p>
<p><b>Metodologias:</b>  - Trabalho desenvolvido na disciplina Laboratório de Química Analítica Qualitativa, no Instituto de Química de São Carlos da USP, para uma turma de 60 alunos do segundo período do curso de bacharelado em química.  - A turma de 60 alunos foi dividida em 3 subturmas de 20 alunos cada.  - A nova metodologia proposta foi aplicada em 2 subturmas, enquanto na terceira foram mantidos os procedimentos tradicionais.  - Em 2015 foi aplicado um questionário de opinião sobre a metodologia, em 2019, após 4 anos de aprimoramento do material usado, uma nova rodada de avaliação da metodologia foi aplicada.  - Foi aplicado um questionário para avaliar como os discentes se apropriaram do conteúdo teórico da disciplina entre os anos de 2015 e 2019.</p>
<p><b>Referências:</b>  - Relevância da Química Analítica Qualitativa na formação do profissional da química; Adequação da carga horária; Aguçamento da observação e do espírito crítico; Livro didático de química analítica qualitativa; Processo de classificação dos cátions;  - Autores Principais: Senise (1993); Baccan (1997); Vogel (1981);</p>
<p><b>Contributos:</b>  - Modernização da apresentação do conteúdo para os tempos atuais.  - Reflexões acerca do caos ao insistir na abordagem clássica da marcha analítica tradicional com uma carga horária reduzida.  - A seleção de amostras do cotidiano dos alunos como águas, solos, minérios e outras podem atrair a atenção dos alunos, mas não afetam o conteúdo.  - Minimizar a quantidade de resíduos tóxicos gerados nas aulas, sem comprometer o aprendizado;  - Abordagem construtivista, na linha da aprendizagem significativa de Ausubel, observando íons de cada grupo e organizando conceitos.  - Alunos mais interessados e motivados em esclarecer o que houve em cada reação realizada.  - A observação seguida da pesquisa da reação desenvolve a habilidade de resolução de problemas e maior independência.  - Uso de fontes bibliográficas como fontes confiáveis de informação;</p>
<p><b>Implicações:</b>  - Metodologia moderna para trabalhar os conteúdos da Química Analítica Qualitativa, mantendo a qualidade na formação do profissional em química.  - Proposta de estudo do comportamento individual dos cátions, sem necessariamente fazer o uso da marcha analítica tradicional.  - Alunos capazes de entender as reações individuais dos cátions de cada grupo e como seria possível usá-las na sua separação e identificação, para proceder a marcha analítica completa.  - Redução significativa do volume de resíduos gerados em relação ao uso da tradicional marcha analítica.</p>

Fonte: Autor (2024)

Quadro 8 – Análise do artigo 8 (Terræ Didatica, 4(1), 14-27, 2008) pelo método MAECC®

<p><b>Traços Identificativos:</b>  <b>Ano:</b> 2013  <b>Autores:</b> Carlos Jorge da CUNHA; Orliney Maciel GUIMARÃES; Márcio Peres de ARAÚJO; Eleonora Maria Gouvêa VASCONCELLOS; Joaniel Munhoz MARTINS; José Manoel dos Reis NETO; Fernanda Machado MARTINS.  <b>Título:</b> ENSINO DE TÉCNICAS DE ANÁLISES DE MINERAIS COM ÊNFASE NA INTERPRETAÇÃO DE DADOS: TEORIA E PRÁTICA NA FORMAÇÃO DO GEÓLOGO.  <b>Palavras – Chave:</b> Análise de minerais e rochas, material didático, formação do geólogo, competências, articulação entre teoria e prática.</p>
<p><b>Metodologias:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Atividade didática desenvolvida na disciplina de Química Inorgânica Experimental do curso de Geologia da UFPR.</li> <li>- Seleção de doze amostras minerais para análises de fluorescência de raios X, difração de raios X de pó, microscopia eletrônica de varredura e microscopia óptica (petrografia).</li> <li>- Foi disponibilizado aos alunos um material didático composto de um conjunto de dados analíticos reais, coletados de amostras de minerais e rochas.</li> <li>- Além dos dados obtidos, os alunos devem recorrer à literatura para embasar suas interpretações e identificar a amostra de mineral ou rocha que está sendo proposta.</li> <li>- Os alunos trabalharam em dupla e tiveram que analisar os dados, entregar um trabalho escrito com interpretações e respostas às questões propostas. Ao final do semestre, os alunos fizeram uma apresentação oral para compartilhar os resultados.</li> <li>- Aplicação de um questionário para investigar como a atividade contribuiu no entendimento da utilização das técnicas em geologia.</li> </ul>
<p><b>Referências:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Antes a competência visava a produtividade advinda pela repetição de procedimentos, hoje passa pelo pensar, pelo ler a realidade, compreender os processos, identificar problemas e gerar soluções, exigindo articulação entre o fazer e o conhecer.</li> <li>- Descentralização da figura do professor no processo de aprendizagem.</li> <li>- Autores Principais: Antunes (2001); Ferreira (2006);</li> </ul>
<p><b>Contributos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Articulação entre teoria e prática através da interpretação de dados de análise instrumental de caracterização elementar, estrutural e mineralógica de minerais e rochas.</li> <li>- Produção de um material didático para aproximar a teoria da prática de uma forma investigativa e contextualizada.</li> </ul>
<p><b>Implicações:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Formação de geólogos mais preparados para pensar, ler a realidade, compreender os processos, identificar problemas e propor soluções.</li> <li>- Alunos mais motivados e engajados na realização das atividades.</li> <li>- Maior articulação entre o fazer e o conhecer para a formação de profissionais capazes de aprender a aprender inseridos na realidade histórico-social, política e econômica do país.</li> <li>- Proposta de criação de uma disciplina de Química aplicada à mineralogia.</li> </ul>

Fonte: Autor (2024)

Quadro 9 – Análise do artigo 9 (Educitec – Revista de Estudos e Pesquisa sobre Ensino Tecnológico, 5(10), 228-248, 2019) pelo método MAECC®

<p><b>Traços Identificativos:</b></p> <p><b>Ano:</b> 2019  <b>Autores:</b> Juvenal Severino BOTELHO; Jean Dalmo de Oliveira MARQUES; Alexandre Nicolette Sodré OLIVEIRA.  <b>Título:</b> EXPERIMENTOS EM LABORATÓRIO PARA O ENSINO SOBRE SOLOS NA DISCIPLINA DE GEOGRAFIA.  <b>Palavras – Chave:</b> Ensino-aprendizagem, experimentos em laboratório, solo.</p>
<p><b>Metodologias:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Pesquisa qualitativa desenvolvida a partir da realização de atividades interventivas caracterizadas por aulas expositivas dialogadas e experimentos em laboratório.</li> <li>- Aplicação de questionários, roteiros norteadores e avaliações realizadas em cada atividade.</li> </ul>
<p><b>Referências:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- A oferta do Ensino Médio integrado à Educação Profissional deverá contribuir com a melhoria da qualidade dessa etapa final da educação básica;</li> <li>- O Ensino Médio integrado proporcionará melhores condições de cidadania, de trabalho e de inclusão social aos jovens e adultos em busca de uma formação profissional de qualidade e de novos horizontes para suas vidas.</li> <li>- Investigação qualitativa que se preocupa com o processo e não simplesmente com o resultado e/ou produto obtido.</li> <li>- Teoria e prática são indissociáveis, e devem possibilitar o desenvolvimento de conhecimentos, competências e saberes profissionais articulados ao mundo do trabalho, das tecnologias e demandas socioeconômicas e ambientais.</li> </ul> <p>- Autores Principais: Lodi (2006); Bogdan e Biklen (1994); Santos e Azevedo (2016);</p>
<p><b>Contributos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Proposta de experimento de caráter investigativo e interdisciplinar.</li> <li>- Investigação das contribuições do desenvolvimento de experimentos em laboratório sobre solos na disciplina Geografia.</li> <li>- Promoção da autonomia, capacidade crítica, raciocínio e habilidades cognitivas;</li> </ul>
<p><b>Implicações:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Fortalecimento de uma aprendizagem integrada, regional e reflexiva;</li> <li>- Desenvolvimento de mudanças atitudinais a partir da contextualização do ensino teórico com a realidade dos alunos.</li> </ul>

Fonte: Autor (2024)



Quadro 10 – Análise do artigo 10 (Terræ Didática, 15, p. e019030, 2019) pelo método MAECC®

<p><b>Traços Identificativos:</b></p> <p><b>Ano:</b> 2019  <b>Autores:</b> Pedro Wagner GONÇALVES; Natalina Aparecida Laguna SICCA; Maurílio Antônio Ribeiro ALVES; Maria Cristina da Silveira G. FERNANDES.  <b>Título:</b> A CIÊNCIA ATRÁS DA SIDERURGIA E DA MINERAÇÃO DO FERRO.  <b>Palavras – Chave:</b> Ciências da Terra, mudança ambiental global, integração curricular, formação de professores, história da ciência, mineração de ferro.</p>
<p><b>Metodologias:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Pesquisa Ação.</li> <li>- Professores e pesquisadores de distintas áreas do conhecimento exploraram as ligações entre as Ciências da Terra e a formação de uma atitude cidadã diante do ambiente e do planeta.</li> </ul>
<p><b>Referências:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Alfabetização em Ciência do Sistema Terra e sua contribuição para uma perspectiva mais realista de alfabetização ambiental;</li> <li>- Alfabetização científica associada à formação continuada;</li> <li>- Autores Principais: Mayer (2002); Gonçalves (2001);</li> </ul>
<p><b>Contributos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Descrição de um módulo de formação continuada de professores que tem como tema as transformações do material ferro na Terra e no universo.</li> <li>- Os professores participantes da formação continuada, passaram a se envolver no processo de formação de outros professores.</li> <li>- Oficinas de formação continuada em que os participantes são conduzidos a reconhecer que disciplinas diferentes podem ser integradas por meio de eixos temáticos.</li> <li>- Promoção da alfabetização ambiental dos professores.</li> </ul>
<p><b>Implicações:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- As orientações sobre os eixos curriculares e os princípios metodológicos investigativos, incentivou os professores em formação a identificar locais e questões regionais da cidade para construir processos educativos interdisciplinares.</li> <li>- Maior autonomia e confiança com o currículo em ação.</li> </ul>

Fonte: Autor (2024)

Quadro 11 – Análise do artigo 11 (Terræ Didática, 16, p. e020027, 2020) pelo método MAECC®

<p><b>Traços Identificativos:</b>  <b>Ano:</b> 2020  <b>Autores:</b> Eduardo Profeta Ramos de ARAÚJO; Alias Araújo BRESSANE; Celso Dal Ré CARNEIRO.  <b>Título:</b> O CARTAZ “OS ELEMENTOS QUÍMICOS E A VIDA” PARA ENSINO DE GEOCIÊNCIAS NA EDUCAÇÃO BÁSICA.  <b>Palavras – Chave:</b> Vida, Biociências, Geociências, Geologia, Alimentação e Saúde.</p>
<p><b>Metodologias:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Projeto piloto exploratório.</li> <li>- Proposta de um tema transversal a partir da Geociências, mas, fundamentado nas disciplinas Química e na Biologia.</li> <li>- Reuniões entre os professores para discutir a integração dos temas buscando promover a interdisciplinaridade.</li> <li>- Os alunos passaram a investigar, em seus lares, os avisos inseridos nas embalagens de produtos industrializados, especialmente na parte das informações nutricionais e composições químicas.</li> <li>- Os professores auxiliaram os alunos na interpretação dos rótulos e com relação ao ciclo natural dos elementos químicos e sua importância para a vida.</li> <li>- Os alunos produziram um cartaz sobre a relação entre a origem mineral dos elementos químicos e sua presença nos alimentos.</li> <li>- Os alunos divulgaram os cartazes para a comunidade não escolar.</li> </ul>
<p><b>Referências:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Desenvolvimento de temas transversais nas diversas disciplinas da educação básica.</li> <li>- Minerais, Rochas, solos, atmosfera e água como os grandes reservatórios de elementos químicos.</li> <li>- Só se pode ensinar e aprender partindo do senso comum de que o aprendiz dispõe.</li> <li>- O ensino deve transformar o conhecimento prévio do aluno em conhecimento científico para reconstruir sua realidade, sob nova contextualização de conhecimentos.</li> <li>- Ensinar é criar possibilidades para sua própria produção ou construção do conhecimento</li> <li>- Autores Principais: Carneiro et al. (2009); Lepsch (2002); Valmiqui et al. (2007); Teixeira et al. (2009); Wicander &amp; Monroe (2011); Alves (2007); Araújo (2012); Freire (2003)</li> </ul>
<p><b>Contributos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Promoção de aprendizado significativo para estudantes do ensino médio e também para o público não escolar;</li> <li>- Reflexões sobre a relevância da integração de disciplinas para facilitar a construção do conhecimento.</li> <li>- Relaciona a composição química dos alimentos com a composição das rochas e minerais, que são fontes naturais desses elementos para os seres vivos.</li> </ul>
<p><b>Implicações:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Proposta de atividades lúdicas e interativas que possibilitam a interação de conceitos das disciplinas Química, Geografia e Biologia.</li> <li>- Formação de alunos mais engajados e capazes de promover a alfabetização científica junto ao público não escolar.</li> </ul>

Fonte: Autor (2024)

Quadro 12 – Análise do artigo 12 (Química Nova na Escola, 43(3), 295-305, 2020) pelo método MAECC®

<p><b>Traços Identificativos:</b>  <b>Ano:</b> 2020  <b>Autores:</b> Eduarda GIESE, Fernando L. FARIA e José W. S. CRUZ.  <b>Título:</b> MINEROPÓLIO: UMA PROPOSTA DE ATIVIDADE LÚDICA PARA O ESTUDO DO POTENCIAL MINERAL DO BRASIL NO ENSINO MÉDIO.  <b>Palavras – Chave:</b> Jogo didático, abordagem CTS, ensino de Química.</p>
<p><b>Metodologias:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Aplicação de um jogo didático chamado <i>Mineropólio</i>.</li> <li>- Observação participante da sequência de ensino;</li> <li>- Aplicação de questionários aos estudantes;</li> <li>- Gravação em áudio das aulas e diários de campo;</li> <li>- Dados analisados a partir da Análise de Conteúdo.</li> <li>- Leitura flutuante, codificação das respostas e categorização.</li> </ul>
<p><b>Referências:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Na abordagem CTS, ressalta-se a importância de trabalhar problemas sociais que afetam o cidadão e que exigem um posicionamento quanto ao encaminhamento de suas soluções.</li> <li>- A conscientização dos direitos e deveres de um cidadão pode favorecer sua inclusão e ação em sociedade.</li> <li>- O uso de jogos e atividades lúdicas propõe uma forma de diferenciar as aulas proporcionando diversão juntamente com aprendizagem, e podendo tornar mais próxima a relação entre alunos e professores.</li> <li>- Autores Principais: Santos e Schnetzler (2003); Silveira e Bazzo (2007); Soares (2008 e 2015).</li> </ul>
<p><b>Contributos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Estudo da composição química dos minerais atrelada aos reflexos sociais, ambientais e econômicos.</li> <li>- Discussão sobre a prática de mineração e sua relação com os avanços da Ciência e Tecnologia, suas causas, consequências, interesses econômicos entre outros.</li> <li>- Abordagem lúdica e educativa da temática extração mineral a partir de discussões que permeiam o enfoque CTS.</li> </ul>
<p><b>Implicações:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Abordagem contextualizada para estudar os elementos químicos;</li> <li>- Desenvolvimento de mudanças atitudinais a partir da contextualização do ensino teórico com o tema mineração.</li> <li>- Necessidade de um trabalho em paralelo sobre ligações químicas.</li> <li>- O professor tem um importante papel como mediador das discussões em sala e no estreitamento da relação com a turma durante a aplicação do jogo.</li> </ul>

Fonte: Autor (2024)

Quadro 13 – Análise do artigo 13 (Química Nova na Escola, 43(2), 167-175, 2021) pelo método MAECC®

<p><b>Traços Identificativos:</b>  <b>Ano:</b> 2021  <b>Autores:</b> Edemar BENEDETTI FILHO, Alexandre D. M. CAVAGIS, Karen O. dos SANTOS, Luzia P. dos S. BENEDETTI.  <b>Título:</b> UM JOGO DE TABULEIRO ENVOLVENDO CONCEITOS DE MINERALOGIA NO ENSINO DE QUÍMICA.  <b>Palavras – Chave:</b> Ensino de Química, mineralogia, jogo de tabuleiro.</p>
<p><b>Metodologias:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Pesquisa exploratória.</li> <li>- Entrevista semiestruturada.</li> <li>- Planejamento estruturado para a coleta de dados.</li> <li>- Determinou-se “o que” e “como” observar, definindo bem o foco da investigação conforme Ludke (2013).</li> <li>- Submeteu-se o jogo a uma equipe de estudantes de licenciatura em Química, a fim de avaliar o potencial pedagógico.</li> <li>- Aplicação do jogo com alunos do Ensino Médio de uma escola pública estadual.</li> <li>- Análise da aplicação baseada em uma abordagem qualitativa, fundamentada na descrição, observação e interpretação.</li> </ul>
<p><b>Referências:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Metodologias ativas empregam a problematização como estratégia de ensino e aprendizagem, com o objetivo de alcançar e motivar o discente.</li> <li>- O conhecimento adquirido deve ser útil nas diversas situações da vida cotidiana dos alunos.</li> <li>- O professor precisa agir de modo que o jogo vire motivo secundário e, ao fim do processo, o estudo torne-se atividade.</li> <li>- Durante o jogo o aluno pode se expor mais, sem medo de errar ou ser rechaçado pela turma ou pelo professor; a partir disso, ele fala mais, pergunta mais e consegue construir argumentações pertinentes à abordagem do conteúdo em questão.</li> <li>- Autores Principais: Leite (2020), Oliveira et al. (2018), Messeder (2012), Ianoshiro e Mesquita (2019),</li> </ul>
<p><b>Contributos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Desenvolvimento e aplicação de uma atividade lúdica envolvendo um jogo de tabuleiro para o ensino de conceitos de mineralogia no Ensino Médio.</li> <li>- Possibilidade de aplicação na Educação Básica para a aprendizagem de conceitos que, normalmente não são trabalhados no Ensino Médio.</li> <li>- Possibilidade de aplicação no Ensino Superior para aprendizagem e revisão de tópicos em disciplinas como Química Inorgânica ou Mineralogia.</li> </ul>
<p><b>Implicações:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Processo de aprendizado mais dinâmico, descontraído e prazeroso.</li> <li>- Durante a fase de avaliação do jogo, estudantes de licenciatura tiveram a oportunidade de participar do processo criativo e aplicação de uma metodologia lúdica. Oportunizar esses momentos diferenciados, durante a formação dos futuros professores, certamente desenvolve conhecimentos, inspirações e iniciativas que os permitirão idealizar, planejar e aplicar ferramentas metodológicas alternativas na trajetória profissional.</li> </ul>

Fonte: Autor (2024)

A seguir, os artigos serão discutidos para evidenciar os desafios e suas contribuições. Cada um dos trabalhos, buscou melhorar a forma como a química analítica qualitativa ou a temática da mineração podem ser trabalhadas de maneira mais significativa no Brasil nos últimos anos.

#### 5.1.1 A importância da química analítica qualitativa na formação do profissional da química.

*Artigo: A importância da Química Analítica Qualitativa nos cursos de Química das instituições de Ensino Superior Brasileiras (ALVIN; ANDRADE, 2006).*

O artigo em questão, faz um levantamento documental e uma análise da grade curricular dos cursos de Licenciatura e Bacharelado em Química das principais universidades públicas brasileiras. Além da análise documental, os pesquisadores coletaram depoimentos, na forma de entrevistas não estruturadas, dos coordenadores dos cursos. Nessas entrevistas, foi possível obter mais detalhes sobre as grades curriculares, bem como as ementas das disciplinas da área de Química Analítica. As informações qualitativas, obtidas por meio das entrevistas proporcionaram maior compreensão sobre a importância atribuída à disciplina, bem como sobre as práticas pedagógicas adotadas.

Autores como Baum (1984), Benedetti-Pichler (1957) e Senise (1982), citados neste trabalho, por Alvin e Andrade (2006), destacam a importância da Química Analítica Qualitativa na formação acadêmica. Benedetti-Pichler (1957) argumenta que muitas das reações qualitativas realizadas em laboratório são fundamentais para a compreensão e desenvolvimento de métodos quantitativos usados em diversos contextos laboratoriais.

A Química Analítica Qualitativa desempenha um papel crucial na formação de estudantes de Química, tanto em cursos de Licenciatura quanto de Bacharelado. A relevância dessa disciplina vai além do simples aprendizado de técnicas laboratoriais, Senise (1982), de acordo com Alvin e Andrade (2006), enfatiza o papel desta disciplina na formação de um profissional com perfil de pesquisador, com habilidades para propor a resolução de problemas com rigor científico e criatividade.

A pesquisa revelou a relevância da Química Analítica Qualitativa na formação de estudantes de Química. Identificou-se que a disciplina não apenas ensina técnicas

laboratoriais fundamentais, mas também promove o desenvolvimento de habilidades de pesquisa, como a capacidade de trabalhar com amostras desconhecidas e a aplicação de métodos rigorosos de análise. Esta formação é crucial para a capacitação de profissionais que possam atuar em diversos contextos laboratoriais e industriais. Além disso, a pesquisa conclui que os professores desempenham um papel crucial em motivar os estudantes, utilizando exemplos práticos e reais nos conteúdos programáticos.

A pesquisa aponta para a necessidade de valorização da disciplina de Química Analítica Qualitativa nas universidades brasileiras. Dada a sua importância na formação de habilidades críticas e práticas, as instituições de ensino devem garantir que essa disciplina tenha uma presença significativa nas grades curriculares e que os recursos necessários para seu ensino sejam adequados.

#### 5.1.2 Uma proposta para o ensino de química analítica qualitativa

*Artigo: Uma proposta para o ensino da química analítica qualitativa  
(ABREU et al., 2006).*

A Química Analítica Qualitativa é uma disciplina fundamental na formação dos profissionais da Química, desempenhando um papel crucial no desenvolvimento do pensamento crítico, raciocínio lógico e criatividade dos estudantes. Este estudo busca explorar o desenvolvimento histórico dessa disciplina, analisar as ementas dos cursos em universidades públicas brasileiras, e relatar experiências de mudanças no material didático utilizado, destacando as implicações dessas alterações no ensino.

Neste trabalho foi feito o levantamento documental histórico que abrangeu o desenvolvimento da Química Analítica Qualitativa tanto no Brasil quanto no mundo. A análise incluiu uma revisão das principais mudanças curriculares e a evolução do ensino na disciplina, desde suas origens até os dias atuais. Esse levantamento proporcionou uma compreensão profunda sobre como a disciplina foi moldada ao longo do tempo e as influências de diferentes contextos educacionais.

O desenvolvimento histórico da Química Analítica Qualitativa como disciplina nos cursos de graduação em Química, revela sua evolução e adaptação às necessidades educacionais e científicas. Inicialmente focada em técnicas

exclusivamente descritivas e práticas laboratoriais básicas e descontextualizadas, a disciplina incorporou ao longo do tempo métodos mais avançados e contextualizações contemporâneas, como a análise de minerais e a determinação de suas composições.

A química Analítica Qualitativa é fundamental para a análise de minerais, permitindo a determinação precisa de suas composições. Esta aplicação prática reforça a importância da disciplina não apenas no contexto acadêmico, mas também em diversas indústrias que dependem da análise química precisa.

Neste trabalho, os autores citaram as três principais referências, utilizadas no ensino de Química Analítica Qualitativa no Brasil. De acordo com os autores, as obras de Bacan et al. (1997), Vogel(1996) e Alexéiev(1975) são essenciais para a formação teórica e prática dos estudantes, oferecendo uma base sólida de conhecimento e metodologias.

Merece destaque neste trabalho, a citação de um trecho de uma entrevista, de Henry Taube, prêmio Nobel de Química de 1993, que afirmou: “Acho que um dos maiores enganos foi cometido quando a análise qualitativa foi suprimida do currículo. Este era o modo de introduzir a química descritiva que, se olharmos mais a fundo, pode despertar o interesse dos estudantes por reações. Eu considero as reações como sendo o coração da Química.” Esta declaração sublinha a importância da Química Analítica Qualitativa no ensino de reações química e na motivação dos estudantes.

Infelizmente com o advento das Físico-química e das técnicas instrumentais de análises muitas universidades americanas e europeias, retiraram a disciplina de suas grades curriculares. A pesquisa observou uma redução significativa da carga horária dedicada à Química Analítica Qualitativa entre os anos de 1990 e 2001. Essa diminuição, se não for bem readequada, compromete a profundidade e a eficácia do ensino da disciplina, tornando-o menos atrativo e menos capaz de proporcionar uma aprendizagem significativa.

A Química Analítica Qualitativa deve ser valorizada nas universidades brasileiras, dado seu papel crucial na formação de químicos competentes e inovadores. É necessário reestruturar a disciplina para que ela possa articular os conteúdos específicos com a relevância prática e contextual, especialmente na formação de professores.

Diante da necessidade de reduzir a carga horária da disciplina, o departamento de Química da Universidade de São Paulo (USP) tomou algumas

ações. Algumas reações da marcha analítica clássica, foram suprimidas sem grandes comprometimentos, pois os cátions que foram excluídos das práticas, foram discutidos de forma teórica ou comparativa com outros cátions que tiveram os experimentos mantidos. Outra mudança importante, foi a inclusão do tema “tratamento de resíduos”, com o objetivo de alertar os alunos sobre a responsabilidade do químico quanto ao destino final dos resíduos gerados em suas atividades.

A reestruturação da disciplina em uma menor carga horária, e com novas propostas requer também a reestruturação do material didático utilizado. O material deve ser atualizado para incluir exemplos práticos e reais que sejam relevantes para os estudantes, tornando o aprendizado mais aplicado, significativo e engajador. De acordo com os pesquisadores, o novo material didático, propõe questões para reflexão e informações contextualizadas junto ao texto principal e não mais inseridas em notas de rodapé ou no final do capítulo.

Outra modificação introduzida foi com relação ao momento de discussão dos experimentos. Anteriormente era discutida a teoria e os alunos faziam a prática para comprovar o que era trabalhado nas aulas teóricas. Com a nova proposta, é apresentado aos alunos um esquema de separação dos cátions e os cuidados experimentais básicos, a parte experimental é executada, e somente após este momento eram feitas as discussões e a fundamentação teoria era apresentada.

Essa reestrutura exige que os professores e coordenadores envolvidos na formação dos profissionais da Química revisem regularmente seus currículos e metodologias para garantir que estejam alinhados com as necessidades e expectativas dos estudantes, bem como com as demandas do mercado de trabalho.

Assim como no artigo 1, publicado por Alvin e Andrade (2006), este trabalho reforça a importância da disciplina de Química Analítica Qualitativa na formação de químicos, contribuindo significativamente para o desenvolvimento de habilidades criativas e práticas. Através de levantamento bibliográfico, ambos trabalhos, destacaram a importância histórica e contemporânea da disciplina, bem com as necessidades de valorização e reestruturação para melhorar o ensino nas universidades brasileiras. A implementação de mudanças curriculares e metodológicas pode assegurar que a Química Analítica Qualitativa continue a desempenhar seu papel crucial na educação química, formando profissionais competentes e conscientes.



### 5.1.3 Proposta de um material complementar para integração entre teoria e prática na Química Analítica Qualitativa.

*Artigo: Uma proposta de material didáticos complementar para o ensino de conceitos em química analítica qualitativa (DANTAS et al. 2008).*

A Química Analítica Qualitativa é uma disciplina central na formação dos químicos, essencial para desenvolver habilidades críticas e práticas. No entanto, a abordagem tradicional focada em procedimentos experimentais sem uma discussão aprofundada dos conceitos subjacentes pode limitar a aprendizagem significativa dos estudantes. Este artigo propõe uma metodologia para melhorar o ensino da Química Analítica Qualitativa no Ensino Superior, promove reflexões sobre o material didático utilizado e apresenta implicações para uma formação mais integrada e significativa.

Inicialmente o grupo de pesquisa elaborou um roteiro para analisar treze livros didáticos utilizados na disciplina de Química Analítica Qualitativa no Ensino Superior. Esse roteiro inclui critérios como a presença de discussões teóricas, a clareza na descrição dos procedimentos experimentais, a integração entre teoria e prática, e a abordagem dos conceitos químicos envolvidos nas reações e processos descritos.

A partir da análise dos livros, os pesquisadores propuseram um texto de apoio para complementar as marchas analíticas utilizadas nas aulas práticas. Esse material foi elaborado para fornecer uma fundamentação teórica mais sólida sobre as etapas de identificação de cátions, explicando os conceitos químicos envolvidos e a relevância de cada etapa. A intenção foi promover uma compreensão mais profunda da relação entre a teoria e os procedimentos experimentais.

Um questionário com perguntas abertas e fechadas foi aplicado para investigar como o material proposto contribuiu para a formação dos alunos. As perguntas abordaram aspectos como a clareza do material, a relevância dos conceitos discutidos, a integração entre teoria e prática, e a percepção dos estudantes sobre a utilidade do material no desenvolvimento de suas habilidades analíticas.

Mortimer (1998), Campanario (1999), Ausubel (1989) e Abreu (2006) fornecem um quadro teórico para entender os desafios e oportunidades no ensino da Química Analítica Qualitativa. Ausubel (1989) destaca a distinção entre aprendizagem memorística e aprendizagem significativa, argumentando que a última ocorre quando os novos conhecimentos são relacionados aos conceitos já existentes na mente do

aluno. Mortimer (1998) e Campanario (1999) discutem como a modificação de termos científicos pode provocar confusões conceituais, enquanto Abreu (2006) ressalta a importância de integrar teoria e prática para evitar que os estudantes não relacionem o conceito químico com a observação do experimento.

A análise dos livros didáticos revelou que a maioria dos materiais descreve detalhadamente os procedimentos experimentais, mas pouco discutem os conceitos teóricos envolvidos nos experimentos. Este enfoque pode levar a uma aprendizagem superficial e “memorística”, onde os estudantes realizam as etapas experimentais sem entender plenamente os princípios químicos envolvidos.

O texto de apoio às marchas analíticas desenvolvido nesta pesquisa visa promover uma aprendizagem mais significativa. Ao fornecer uma base teórica relacionada diretamente com um procedimento experimental, o material ajudou os estudantes na compreensão de reações e processos envolvidos, facilitando a aplicação do conhecimento em situações práticas.

A proposta de um material complementar que integra teoria e prática, demonstrou, através das respostas dos alunos, ser uma boa estratégia para facilitar a aproximação entre teoria e prática. A Química Analítica é uma disciplina de grande relevância na formação de químicos, mas o seu ensino tradicional apresenta desafios que podem limitar a aprendizagem significativa. Fomentar a pesquisa nesta área e apoiar os professores nas propostas de novos materiais e estratégias didáticas, pode ser um caminho interessante na promoção de uma melhor formação dos alunos.

#### 5.1.4 Contextualização no ensino de Química Analítica Qualitativa Experimental.

*Artigo: Escória de recicladoras de baterias: um resíduo valioso como amostra real em química analítica (VENQUIARUTO et al. 2013)*

O ensino de Química desempenha um papel importante na formação de estudantes capazes de exercer uma cidadania crítica, conforme defendido por Delizoicov (2022) e Chassot (2010) apud Venquiaruto et al. (2013). Integrar prática reais ao currículo pode tornar o aprendizado mais contextualizado e significativo. Este estudo explora metodologias que utilizam amostras de escória, contendo chumbo, obtidas em recicladoras de baterias automotivas.

A primeira etapa deste estudo envolveu a obtenção de um bloco maciço de escória com composição de 60% de Fe e 6% de Pb, fornecidos por uma indústria de reciclagem de baterias automotivas. Essas amostras reais fornecem um contexto industrial autêntico para os estudantes, aproximando-os das aplicações práticas da química analítica.

Após a pulverização, a amostra foi dissolvida em ácidos apropriados para obter soluções contendo íons  $\text{Fe}^{3+}$  e  $\text{Pb}^{2+}$ . Foram realizados ensaios utilizando o reagente nitrato de chumbo e as soluções preparadas a partir da escória. Esses ensaios permitiram a observação das reações características de precipitação e complexação, essenciais para a identificação dos íons metálicos presentes nas amostras do reagente e da escória.

A precipitação fracionada com EDTA foi utilizada para separar e identificar os íons  $\text{Fe}^{3+}$  e  $\text{Pb}^{2+}$ . O EDTA, um agente quelante, permite a separação seletiva dos íons devido às suas diferentes constantes de estabilidade com  $\text{Fe}^{3+}$  e  $\text{Pb}^{2+}$ . Esse método não só demonstra princípios fundamentais de equilíbrio químico, mas também a aplicabilidade prática de técnicas analíticas em contextos industriais.

Delizoicov (2002) e Chassot (2010) apud Venquiaruto et al. (2013) argumentam que a ciência deve ser ensinada de forma a capacitar os alunos para exercerem uma cidadania crítica. Isso implica, segundo Chassot (2010) em um ensino cada vez menos asséptico e mais encharcado de realidade, onde os estudantes possam relacionar conceitos teóricos com aplicações práticas. A Química Analítica Qualitativa, quando ensinada com amostras reais e contextos industriais, pode proporcionar essa experiência enriquecedora.

O uso de amostras reais de uma indústria de reciclagem de baterias automotivas no ensino de Química Analítica Qualitativa promove um aprendizado mais contextualizado. Os estudantes têm a oportunidade de ver como os conceitos aprendidos na sala de aula são aplicados para resolver problemas reais, o que aumenta a relevância e a motivação para o aprendizado.

A metodologia utilizada, que inclui a precipitação fracionada com EDTA, é simples, viável e eficaz mesmo na presença de íons interferentes. A utilização de amostras reais para as práticas é um ponto forte deste estudo. Esta abordagem não só contextualiza o aprendizado, mas também oferece uma oportunidade para os estudantes explorarem de forma prática o equilíbrio de complexação e precipitação.

Integrar práticas reais e contextos industriais ao ensino de Química Analítica Qualitativa é essencial para formar alunos capazes de exercer uma cidadania crítica e resolver problemas reais. As metodologias utilizadas neste estudo, incluindo a obtenção de amostras industriais, preparo de soluções, ensaio com reagentes específicos, complexação e precipitação fracionada com EDTA, demonstraram ser eficazes para promover um ensino mais contextualizado e significativo. As implicações para a formação dos alunos são claras: Ao aproximar teoria e prática, preparamos futuros químicos mais competentes e conscientes de seu papel na sociedade.

#### 5.1.5 Modernização do Ensino de Química Analítica Qualitativa.

*Artigo: Química Qualitativa: um olhar sobre a mediação utilizando recursos digitais.  
(GOMES e THEOPHILO 2016)*

O ensino de Química Analítica Qualitativa tem enfrentado desafios na sua contextualização e atualização, especialmente em face dos avanços tecnológicos e metodológicos. A integração de recursos midiáticos e a mediação eficaz pelo professor são essenciais para tornar essa disciplina mais relevante e engajadora para os alunos. Este estudo investiga metodologias participativas e inovadoras para renovar o ensino de Química Analítica Qualitativa, baseando-se em fundamentos históricos e contemporâneos, e discutindo suas implicações para o processo educativo.

A metodologia de pesquisa participante foi empregada para coletar opiniões dos alunos sobre a disciplina de Química Analítica Qualitativa. Essa abordagem permitiu compreender as perspectivas dos estudantes e identificar áreas que necessitam de melhorias ou atualização. Os dados coletados forneceram insights valiosos para o desenvolvimento de materiais didáticos mais contextualizados e envolventes.

Com base na opinião dos alunos e nas necessidades identificadas, foram escolhidos os pontos específicos onde os recursos midiáticos seriam inseridos no currículo da disciplina. A seleção criteriosa desses pontos visou maximizar o impacto positivo na aprendizagem, integrando tecnologia de forma a complementar e enriquecer o conteúdo tradicional.

Foi elaborado um material projetável em tela, incluindo vídeos, animações e apresentações interativa que ilustram os procedimentos e conceitos de Química Analítica Qualitativa. Este material foi desenvolvido para facilitar a compreensão e o engajamento dos alunos, utilizando recursos visuais interativos para explicar os processos laboratoriais e teóricos de maneira mais clara e acessível.

O manual do estuante foi rediagramado para incorporar os novos recursos midiáticos e para tornar o conteúdo mais acessível e contextualizado. A rediagramação incluiu a adição de links para recursos online, gráficos aprimorados e seções interativas que incentivaram a exploração ativa do material.

A implementação do novo material foi acompanhada por uma observação cuidadosa da mediação feita pelos professores. Esta observação focou em como os professores utilizavam os novos recursos em suas aulas e como esses recursos influenciavam a dinâmica da sala de aula e a compreensão dos alunos. A análise dessas observações foi crucial para avaliar a eficácia do novo material e identificar áreas para melhorias futuras.

A Química Analítica Qualitativa desenvolveu-se significativamente em função das atividades mineradoras na Europa do século XVIII, como apontado por Andrade (2009) e Senise (1993) apud Gomes e Theophilo (2016). No entanto, com o avanço da Físico-Química e dos métodos instrumentais, houve uma diminuição das pesquisas na área, conforme discutido por Yamamoto (2006) citado pelos autores deste artigo.

Cursos descontextualizados de Análise Qualitativa têm sido criticados por não refletirem a dimensão ampla da ciência que vai além do campo conceitual, de acordo com Santos (2002) e Wartha (2013) apud Gomes e Theophilo (2016). A contextualização, em contraste com a mera exemplificação, é fundamental para um ensino mais significativo. Cysneiros (1999) citado por Gomes e Theophilo (2016) defende que muitos educadores, na ânsia da contextualização, usam os recursos multimídia para promover uma “inovação conservadora” que em nada contribui para a aprendizagem significativa.

A coleta e o tratamento de resíduos nos laboratórios foram utilizados com tema para discussões sobre contextualização e responsabilidade ambiental. Esse enfoque não apenas contextualiza a prática de laboratório, mas também introduz os alunos à importância da gestão de resíduos e da sustentabilidade, conforme princípios da abordagem CTS (Ciência Tecnologia e Sociedade).

A pesquisa destacou a importância do professor como mediador e facilitador da aprendizagem. A capacidade do professor de utilizar os novos recursos de forma eficaz é crucial para potencializar a construção do conhecimento pelos alunos. Isso inclui a habilidade de integrar os recursos midiáticos com o conteúdo teórico e prático de maneira coesa e significativa.

A modernização do ensino de Química Analítica Qualitativa, através da integração de recursos midiáticos e da mediação eficaz pelo professor, pode transformar a aprendizagem, tornando-a mais contextualizada e significativa. As metodologias utilizadas, que incluem a pesquisa participante, elaboração de material projetável e observação da mediação do professor, demonstraram ser eficazes para alcançar esses objetivos. As implicações para a prática educativa são profundas, sugerindo uma ressignificação do material didático e a integração de tecnologias para promover uma educação mais relevante e engajadora.

5.1.6 Avaliação da aprendizagem em Química Analítica Qualitativa através da metodologia de Aprendizagem Baseada em Problemas.

*Artigo: Aprendizagem baseada em problemas no ensino de Química Analítica Qualitativa. (RAIMONDI e RAZZOTO, 2020)*

A aprendizagem baseada em problemas (ABP) é uma metodologia educacional que tem ganhado destaque por sua capacidade de promover uma aprendizagem ativa, integrando teoria e prática de maneira eficaz. Este estudo visa avaliar a eficácia da ABP em aulas de Química Analítica Qualitativa para alunos do curso de Engenharia Química, investigando como essa abordagem pode estimular o pensamento científico e desenvolver habilidades essenciais para a formação de engenheiros químicos.

O presente estudo foi conduzido com a aplicação da metodologia de ABP em aulas de Química Analítica Qualitativa. A pesquisa foi realizada em cinco turmas do sexto período de um curso de Engenharia Química entre os anos de 2017 e 2018. A ABP foi escolhida por sua capacidade de estimular a interação, a participação ativa dos alunos e o desenvolvimento de habilidades críticas e autônomas.

O estudo incluiu um relato de experiência, documentando as práticas pedagógicas e os resultados observados ao longo do semestre. Este relato abrangeu aspectos como a preparação dos problemas, a condução das aulas, a participação dos alunos e a avaliação dos resultados de aprendizagem.

A ABP é uma metodologia que coloca os alunos no centro do processo de aprendizagem, desafiando-os a resolver problemas complexos e reais. Esta abordagem é fundamentada, segundo dos autores, em teorias de aprendizagem que enfatizam a importância da associação bem planejada entre teoria e prática (Campos e Nigro, 1999; Gasselli e Colasurdo, 2012). Ainda segundo os pesquisadores, a ABP estimula o pensamento científico, promovendo uma integração entre conhecimento teórico, atitudes proativas e práticas de aprendizagem (Batinga e Teixeira, 2014; Pozo, 2002).

Nessa pesquisa, após introduções teóricas sobre equilíbrio químico e práticas de identificação de cátions e ânions, os estudantes foram organizados em grupos de trabalho e receberam um cenário de desastre ambiental envolvendo uma barragem de lama tóxica. Cada grupo deveria analisar amostra de água contaminada para identificar possíveis íons de chumbo, mercúrio e prata, utilizando métodos clássicos de análise qualitativa de metais.

A atividade foi dividida em várias etapas, começando com o envio de uma proposta de trabalho contendo materiais, reagentes, equipamentos e metodologia. A execução prática teve duração máxima de noventa minutos, com possibilidade de nova tentativa para as equipes que não atingissem seus objetivos. Os estudantes foram orientados a filmar o processo experimental e a criar um vídeo de 5 a 10 minutos como parte do material avaliativo.

A avaliação incluiu um relatório detalhado, dividido em alguns tópicos. Os critérios de avaliação abarcavam a listagem completa de materiais e reagentes, descrição e fluxograma dos procedimentos, fundamentação teórica das reações envolvidas, considerações finais sobre a eficiência do método, e referências bibliográficas conforme normas da ABNT. Além disso, a avaliação envolveu uma ficha de avaliação por pares, onde cada aluno avaliava a participação dos colegas, provendo feedback e incentivando a corresponsabilidade no processo avaliativo.

A metodologia da ABP demonstrou um impacto significativo no desenvolvimento de atitudes proativas entre os estudantes. Ao serem desafiados a resolver problemas reais, os alunos mostraram maior envolvimento e participação

ativa no processo de aprendizagem. Este envolvimento fundamental para a educação científica, pois promove uma atitude investigativa e crítica.

A ABP potencializa a associação entre teoria e prática, tornando o aprendizado mais significativo. Ao resolver problemas contextualizados, os alunos são capazes de ver a aplicação prática dos conceitos teóricos, o que reforça a compreensão e retenção do conhecimento.

A pesquisa sugere que a ABP pode substituir a marcha analítica tradicional, que muitas vezes é repetitiva e não reflexiva, por uma abordagem baseada em contextos reais. Essa mudança promove um aprendizado mais dinâmico e relevante, preparando melhor os estudantes para os desafios profissionais.

A ABP fomenta a formação de estudantes ativos, capazes de desenvolver suas próprias aulas práticas e construir conhecimento de forma autônoma. Essa autonomia é essencial para a formação de engenheiros químicos que possam atuar de maneira independente e inovadora no mercado de trabalho.

A metodologia também contribuiu para o desenvolvimento de habilidades como autonomia e pensamento crítico. Ao enfrentar problemas complexos, os alunos aprendem a analisar situações, formular hipóteses, testar soluções e refletir sobre os resultados, habilidades essenciais para qualquer profissional, especialmente da área de engenharia química.

Outro ponto que merece destaque na ABP é a descentralização do conhecimento da figura do professor, incentivando os alunos a se tornarem protagonistas de seu próprio aprendizado. O professor assume papel de facilitador, guiando os alunos no processo de descoberta e resolução de problemas, o que pode levar a uma aprendizagem mais profunda e duradoura.

A pesquisa sugere que a substituição de abordagens tradicionais por metodologias como a ABP pode trazer benefícios significativos para a educação científica, preparando melhor os alunos para os desafios do mundo real. A adoção de práticas pedagógicas inovadoras, que descentralizem o conhecimento e promovam a autonomia dos estudantes, é essencial para formar profissionais capacitados e adaptáveis às demandas contemporâneas.



### 5.1.7 Avaliação e atualização da metodologia de ensino em Química Analítica Qualitativa.

*Artigo: Uma proposta para o ensino da química analítica qualitativa. (POSTIGO, 2021)*

A disciplina de Química Analítica Qualitativa experimental clássica, segundo os autores deste trabalho, é alvo de grande controvérsia nos cursos de Química em todo o Brasil. Enquanto muitos professores a consideram essencial para a formação dos futuros profissionais, outros a veem como uma disciplina ultrapassada e sem utilidade.

A relevância da Química Analítica Qualitativa na formação de profissionais da Química, segundo os autores é amplamente reconhecida (Senise, 1993; Baccan, 1997; Vogel, 1981). Essa disciplina não só aprimora a capacidade de observação e o espírito crítico dos alunos, como também é essencial para o desenvolvimento de habilidades práticas e teóricas fundamentais.

A metodologia tradicional de ensino dessa disciplina, centrada na marcha analítica, enfrenta desafios significativos, especialmente quando se trata de engajar os alunos e adaptar-se às restrições de carga horária. Este estudo, desenvolvido no Instituto de Química de São Carlos da USP, propôs a modernização dessa metodologia, avaliando seu impacto em termos de aprendizado e motivação dos alunos.

O estudo foi realizado na disciplina Laboratório de Química Analítica Qualitativa, envolvendo sessenta alunos do segundo período do curso de bacharelado em Química. Para facilitar a implementação da nova metodologia, a turma foi dividida em três subturmas de vinte alunos cada. Duas subturmas receberam a nova metodologia, enquanto a terceira seguiu os procedimentos tradicionais.

Em 2015, um questionário de opinião foi aplicado para avaliar a receptividade dos alunos à nova metodologia. Após quatro anos de aprimoramento, uma nova rodada de avaliações foi realizada em 2019. Durante esse período, questionários adicionais foram utilizados para medir como os alunos se apropriavam do conteúdo teórico da disciplina.

A pesquisa destacou a necessidade de modernizar a apresentação do conteúdo de Química Analítica Qualitativa para torná-lo mais relevante para os tempos atuais. Isso inclui a utilização de amostras do cotidiano dos alunos, como água, solos

e minérios, para tornar as aulas mais engajantes sem comprometer a profundidade do conteúdo.

Uma preocupação importante que merece destaque neste trabalho, foi a minimização de resíduos tóxicos gerados durante as aulas. A nova metodologia conseguiu reduzir significativamente o volume de resíduos, alinhando-se a práticas mais sustentáveis sem comprometer a qualidade do aprendizado.

Segundo os autores, foi adotada a abordagem construtivista, baseada na teoria da aprendizagem significativa, proposta por Ausubel. Os alunos foram incentivados a observar os íons de cada grupo, organizar conceitos e entender as reações individuais, ao invés de seguir mecanicamente a marcha analítica tradicional.

Os resultados mostraram que os alunos estavam mais interessados e motivados para entender as reações realizadas. A metodologia incentivou a observação seguida da pesquisa, desenvolvendo habilidades de resolução de problemas e independência acadêmica. O estudo enfatizou ainda, a importância de utilizar fontes bibliográficas confiáveis, promovendo a pesquisa independente e o desenvolvimento de uma base teórica sólida entre os alunos.

A nova metodologia propôs uma abordagem moderna para o ensino de Química Analítica Qualitativa, mantendo a qualidade da formação dos profissionais de Química. Isso inclui o estudo do comportamento individual dos cátions sem necessariamente utilizar a marcha analítica tradicional, mas entendendo as reações e suas aplicações na separação e identificação dos cátions.

A modernização da metodologia de Ensino em Química Analítica Qualitativa apresentada neste trabalho, demonstrou ser eficaz em tornar o aprendizado mais contextualizado, relevante e sustentável. A abordagem construtivista e a utilização de amostras do cotidiano não só engajaram os alunos, mas também desenvolveram suas habilidades críticas e a de resolução de problemas, mantendo a qualidade e a profundidade do conteúdo. Esta pesquisa destaca a importância de atualizar métodos de ensino para formar profissionais de Química mais bem preparados para os desafios contemporâneos.

### 5.1.8 Metodologias inovadoras no Ensino de Química Inorgânica Experimental para Geologia.

*Artigo: Ensino de técnicas de análises de minerais com ênfase na interpretação de dados: teoria e prática na formação do geólogo. (CUNHA et al., 2008)*

A educação em Geologia, assim como em outras áreas, exige uma articulação entre teoria e prática, especialmente no contexto da Química Inorgânica Experimental. Este estudo descreve uma atividade didática desenvolvida no curso de Geologia da Universidade Federal do Paraná (UFPR), que utiliza análises instrumentais para aprofundar a compreensão dos alunos sobre a caracterização de minerais e rochas.

De acordo com os autores, segundo Antunes (2021) e Ferreira (2006), a modernização do ensino passa pela descentralização da figura do professor e pela valorização da competência de pensar, ler a realidade, compreender processos, identificar problemas e gerar soluções. Essa abordagem exige uma articulação entre o fazer e o conhecer, promovendo uma educação mais reflexiva e crítica.

A atividade apresentada neste trabalho foi realizada na disciplina de Química Inorgânica Experimental, envolvendo a seleção de doze amostras minerais. As amostras foram analisadas utilizando técnicas de fluorescência de raios X, difração de raios X de pó, microscopia eletrônica de varredura e microscopia óptica (petrografia). Este conjunto de técnicas forneceu dados analíticos reais sobre a composição e estrutura dos minerais, essencial para a formação de geólogos.

Os alunos receberam um material didático composto de dados analíticos coletados das amostras. Os dados foram fornecidos da forma como são obtidos diretamente dos equipamentos, bem como a metodologia de análise utilizada e as condições experimentais utilizadas para sua obtenção. Além dos dados fornecidos, os alunos foram incentivados a recorrer à literatura especializada para fundamentar suas interpretações e respostas às questões propostas e, ao final do semestre, realizaram uma apresentação oral para compartilhar seus resultados.

Para avaliar a eficácia da metodologia, foi aplicado um questionário aos alunos. Este questionário visava investigar como a atividade contribuiu para o entendimento da utilização das técnicas em geologia e para o desenvolvimento de habilidades críticas e analíticas.

As respostas ao questionário demonstraram que a atividade proporcionou uma articulação robusta entre teoria e prática, utilizando dados de análise instrumental para a caracterização elementar, estrutural e mineralógica de minerais e rochas. Este processo investigativo e contextualizado ajudou a aproximar os alunos da realidade profissional.

Apesar dos esforços na proposta de uma nova metodologia, alguns estudantes demonstraram indiferença e desinteresse pela atividade. Essa postura demonstrada por alguns alunos, de acordo com os autores, se deve a sua formação ao longo de toda sua vida escolar pelo contato com uma metodologia de ensino muitas vezes centrada no professor e na transmissão passiva de conhecimento. Essa metodologia limita o desenvolvimento de habilidades investigativas e de pensamento crítico, resultando em alunos que não se envolvem ativamente neste tipo de atividade.

Mesmo que parcialmente, a atividade promoveu uma maior integração entre o fazer e o conhecer, essencial para a formação de profissionais que aprendem a aprender e que estão inseridos na realidade prática de seu campo de atuação. A implementação de metodologias inovadoras no ensino de Química Inorgânica Experimental para Geologia, como a descrita neste estudo, mostrou-se eficaz na formação de profissionais mais bem preparados, críticos e engajados. A articulação entre teoria e prática, a descentralização do professor e a utilização de dados analíticos reais contribuíram significativamente para o desenvolvimento de competências essenciais no campo da Geologia.

Esse estudo reforça a importância de apoiar novas metodologias e modernização na forma de ensinar para atender às demandas contemporâneas e preparar os alunos para enfrentar os desafios reais de sua profissão.

#### 5.1.9 Metodologias Inovadoras para o ensino sobre solos no Ensino Médio integrado à Educação Profissional.

*Artigo: Experimentos em laboratório para o ensino sobre solos na disciplina de Geografia. (BOTELHO et al. 2019)*

A integração entre o Ensino Médio e a Educação Profissional tem sido apontada como uma estratégia para melhorar a qualidade da educação básica e

promover melhores condições de cidadania, trabalho e inclusão social para jovens e adultos. Este estudo qualitativo, baseado em atividades interventivas, investiga as contribuições de aulas expositivas dialogadas e experimentais laboratoriais para o desenvolvimento de competências e saberes profissionais articulados ao mundo do trabalho e às demandas socioeconômicas e ambientais.

Lodi (2006) e Santos e Azevedo (2016) apud Botelho et al. (2019) apontam que a oferta do Ensino Médio integrado à Educação Profissional contribui significativamente para a melhoria da qualidade dessa etapa final da educação básica. Este modelo educacional é projetado para fornecer aos alunos melhores condições para enfrentar os desafios do mundo moderno.

Neste trabalho foi feita uma pesquisa qualitativa, que de acordo com Bogdan e Biklen (1994) apud Botelho et al. (2019), foca-se no processo de aprendizagem, enfatizando a importância de entender dinâmicas e interações que ocorrem durante as atividades educativas.

O estudo foi desenvolvido em uma escola que oferece o Ensino Médio integrado à Educação Profissional. Participaram do estudo quarenta alunos do Ensino Médio dos cursos técnicos em Química e Mecânica do IFMA-CMC. A pesquisa foi conduzida a partir de atividades interventivas que incluíram aulas expositivas dialogadas e experimentos em laboratório. A aplicação de questionários, roteiros norteadores e avaliações foi realizada em cada atividade para capturar as percepções dos alunos e avaliar o impacto das intervenções.

A pesquisa propôs a realização de experimentos de caráter investigativo e interdisciplinar, com foco na disciplina de Geografia, utilizando solos como objeto de estudo. Os experimentos realizados foram sobre identificação e reconhecimento de minerais e rochas; origem e formação do solo; reconhecimento de cores do solo; identificação de textura do solo; análise de infiltração e retenção de água. Esses experimentos permitiram aos alunos explorar de forma prática conceitos teóricos, promovendo uma aprendizagem mais significativa e contextualizada.

Os alunos responderam um questionário antes e após a participação nas atividades interventivas com o intuito de verificar a contribuição dos experimentos. Os resultados apontam para o fortalecimento de uma aprendizagem integrada, que considera as especificidades regionais e promove uma reflexão crítica sobre a realidade dos alunos. Este enfoque permite que os estudantes relacionem os conteúdos teóricos com suas experiências cotidianas e demandas locais. Os autores

concluem destacando a necessidade de repensar as práticas pedagógicas, para que estas sejam alinhadas a uma abordagem investigativa. Isso é fundamental para que os estudantes valorizem o conhecimento sobre o solo e estabeleçam as conexões necessária com o contexto em que vivem.

#### 5.1.10 Formação continuada e Interdisciplinaridade

*Artigo: A Ciência atrás da siderurgia e da mineração do ferro.  
(GONÇALVES et al., 2019)*

O estudo destaca a necessidade de incluir Ciências da Terra no currículo básico brasileiro, oferecendo formação contínua para professores, promovendo a alfabetização científica e ambiental, e utilizando métodos de ensino investigativo e interdisciplinares. A alfabetização em Ciência do Sistema Terra é fundamental para proporcionar uma visão holística e realista das questões ambientais. Mayer (2002) apud Gonçalves et al. (2019) destaca a importância de uma alfabetização que vá além do conhecimento básico, integrando conceitos científicos complexos com a realidade ambiental cotidiana.

Gonçalves (2001), citado pelos autores desta pesquisa, enfatiza a necessidade de associar a alfabetização científica à formação continuada de professores. Essa associação é importante para que os educadores possam atualizar seus conhecimentos e metodologias, tornando-se agentes eficazes de mudanças em suas comunidades.

A metodologia de pesquisa-ação foi empregada para envolver professores e pesquisadores de diversas áreas do conhecimento na exploração de conexões entre as Ciências da Terra e a educação para a cidadania ambiental. Essa abordagem permite que os participantes atuem como copesquisadores, colaborando ativamente na identificação de problemas e no desenvolvimento de soluções educacionais.

O estudo descreve um módulo de formação continuada de professores, focado nas transformações do material ferro na Terra e no universo. Este tema permite a integração de conhecimentos de diversas disciplinas, como Química, Física e Biologia, proporcionando uma visão abrangente e interdisciplinar.

Diante da carência de registros históricos e culturais, professores do Ensino Básico identificaram e estudaram a história de uma siderúrgica que operou na década de 1920 na região Ribeirão Preto, São Paulo. Isso incentivou a elaboração de um módulo de formação continuada de professores focado na história do ferro, desde sua origem estrelar até sua utilização na siderurgia e mineração, integrando diversas disciplinas como Biologia, Física, Química, Geografia e História.

Os professores que participaram do módulo de formação continuada passaram a se envolver ativamente no processo de formação de outros professores. Essa disseminação do conhecimento e de práticas educativas reflete a eficácia da pesquisa-ação em promover uma cultura de colaboração e aprendizado contínuo.

As oficinas de formação continuada foram estruturadas para que os participantes reconhecessem a possibilidade de integrar diferentes disciplinas por meio de eixos temáticos. Essas oficinas não só promoveram a alfabetização ambiental dos professores, mas também incentivaram a criação de processos educativos interdisciplinares.

As orientações sobre eixos curriculares e princípios metodológicos investigativos incentivaram os professores em formação a identificar locais e questões regionais relevantes. Essa prática promove a construção de processos educativos que são diretamente aplicáveis ao contexto local, aumentando a relevância e o impacto do ensino.

Ao se envolverem ativamente na criação e implementação de currículos interdisciplinares, os professores ganham maior autonomia e confiança. Essa autonomia é crucial para que os educadores possam adaptar suas práticas pedagógicas às necessidades específicas de seus alunos e comunidades, promovendo um ensino mais eficaz e significativo.

A pesquisa-ação mostrou-se uma metodologia poderosa para integrar as Ciências da Terra e a educação para a cidadania ambiental na formação continuada de professores. Os resultados deste estudo destacam a importância de uma abordagem interdisciplinar e contextualizada, que não só promove a alfabetização científica e ambiental, mas também capacita os professores a serem agentes de mudança em suas comunidades.

Durante o módulo de formação continuada, os participantes tiveram a oportunidade de interagir e discutir dentro de uma abordagem realista, preparando-se para o estudo e debate de questões ambientais. Apesar do pequeno número de

participantes, o objetivo não era construir propostas universais, mas sim inspirar outros professores com possibilidades inovadoras de ensino. O módulo intitulado “Ferro: do sol aos objetos de metal”, consolidou investigações anteriores e promoveu avanços nas reflexões dos professores sobre o ensino.

Os pesquisadores encerram afirmando que o desenvolvimento contínuo e colaborativo dos professores do Grupo de Pesquisa, por meio de testes e reelaboração do currículo, resultou em maior autonomia e confiança na aplicação do currículo. O crescente ganho de qualidade dos professores, é o indicador de sucesso dos princípios metodológicos adotados.

A formação continuada, apoiada por práticas investigativas e colaborativas, é essencial para o desenvolvimento de uma educação que prepara os alunos para enfrentar os desafios ambientais do século XXI de maneira crítica e responsável.

#### 5.1.11 Integração interdisciplinar no Ensino Médio

*Artigo: O cartaz “os elementos químicos e a vida” para ensino de Geociências na Educação Básica. (ARAÚJO et al., 2020)*

A integração de temas transversais no currículo escolar é fundamental para promover uma educação que transcenda as barreiras das disciplinas tradicionais, proporcionando uma visão holística e contextualizada do conhecimento. Este estudo descreve um projeto piloto exploratório que utilizou as Geociências como tema transversal, fundamentando nas disciplinas Química e Biologia, com o objetivo de promover a interdisciplinaridade e o aprendizado significativo entre os alunos do Ensino Médio.

A abordagem de temas transversais, como a inter-relação entre minerais, rochas, solos, atmosfera e água, facilita a integração de conhecimentos de diferentes disciplinas. Teixeira et al. (2009) e Wicander & Monroe (2011) apud Araújo et al. (2020) enfatizam a importância de considerar os grandes reservatórios de elementos químicos na Terra ao ensinar conceitos científicos.

Freire (2003) e Teixeira et al. (2009) citados por Araújo et al. (2020) destacam que o ensino deve transformar o conhecimento prévio dos alunos em conhecimento científico, reconstruindo sua realidade sob uma nova contextualização. Esse processo



de ensinar dever criar possibilidades para a produção ou construção do conhecimento pelos próprios alunos.

De acordo com os pesquisadores deste trabalho, Alves (2007) e Araújo (2012) defendem que a alfabetização científica deve partir do senso comum dos alunos. O ensino contextualizado possibilita que os alunos compreendam a relevância dos conceitos científicos em seu cotidiano, promovendo um aprendizado significativo.

O projeto piloto foi desenvolvido em uma escola de ensino médio, onde professores de Química, Biologia e Geociências se reuniram regularmente para discutir a integração de temas e promover a interdisciplinaridade. A proposta central era investigar a presença de elementos químicos nos produtos industrializados consumidos pelos alunos em seus lares.

Os alunos foram incentivados a investigar os avisos e informações nutricionais presentes nas embalagens de produtos industrializados. Com o auxílio dos professores, eles interpretaram esses rótulos, relacionando a composição química dos produtos com o ciclo natural dos elementos químicos e sua importância biológica.

Como parte das atividades, os alunos produziram cartazes explicativos que relacionavam a origem mineral dos elementos químicos e sua presença nos alimentos. Esses cartazes foram, posteriormente, divulgados para a comunidade não escolar, promovendo a alfabetização científica.

A proposta de atividades lúdicas e interativas, que combinam conceitos de Química, Geografia e Biologia, demonstrou ser eficaz na promoção do engajamento dos alunos. Essas atividades permitiram uma melhor compreensão dos conceitos científicos e sua aplicação prática.

Ao desenvolver e divulgar cartazes para a comunidade não escolar, os alunos se tornaram agentes ativos na promoção da alfabetização científica. Esse envolvimento não só fortalece o aprendizado individual, mas também contribui para a educação científica da comunidade em geral.

#### 5.1.12 A utilização de jogos didáticos para aprender brincando.

*Artigo: Mineropólio: uma proposta de atividade lúdica para o estudo do potencial mineral do Brasil no ensino médio. (GIESE et al., 2020)*

A abordagem Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) enfatiza a importância de trabalhar problemas sociais que afetam os cidadãos e requerem um posicionamento crítico quanto às suas soluções. Dentre deste contexto, a utilização de jogos didáticos pode ser uma ferramenta poderosa para promover a aprendizagem e a conscientização dos alunos de maneira lúdica e interativa. Este estudo investiga a aplicação do jogo didático Mineropólio em aulas de Química, observando suas implicações na compreensão dos conceitos científicos e na formação cidadã dos estudantes.

De acordo com Santos e Schnetzler (2003), citados por Giese et al. (2020), a abordagem CTS ressalta a importância de discutir problemas sociais relevantes que exigem um posicionamento crítico dos alunos. Silveira e Bazzo (2007), também citados pelos autores deste trabalho, destacam que a conscientização dos direitos e deveres dos cidadãos pode favorecer sua inclusão e ação na sociedade.

O uso de jogos e atividades lúdicas nas aulas, conforme discutido por Soares (2008, 2015) apud Giese et al. (2020), oferece uma forma diferenciada de ensino que pode tornar as aulas mais envolventes e fortalecer a relação entre alunos e professores. Esses jogos não apenas proporcionam diversão, mas também facilitam a aprendizagem e a internalização de conceitos complexos.

A pesquisa envolveu duas turmas de primeiro ano de uma escola pública de Ensino Médio, com cerca de trinta alunos cada, do município de Blumenau – SC. O estudo foi conduzido em uma sequência de ensino composta por 6 aulas de 45 minutos para uma das turmas e 8 aulas de 45 minutos para a outra. A sequência incluiu a aplicação do jogo didático Mineropólio. Este jogo foi desenhado para ensinar a composição química dos minerais e suas implicações sociais, ambientais e econômicas.

Os pesquisadores adotaram uma abordagem de observação participante, registrando as interações dos alunos e suas respostas durante as seções de jogo. A coleta de dados envolveu a aplicação de questionários aos estudantes, gravações em áudio das aulas e a manutenção de diários de campo pelos pesquisadores.

Os dados foram analisados por meio da Análise de Conteúdo, como proposto por Bardin (2011) e Franco (2005). Inicialmente foi realizada uma leitura flutuante, seguida da codificação das respostas e categorização. Esta metodologia permitiu aos pesquisadores identificar padrões e temas recorrentes nas respostas dos alunos, proporcionando uma compreensão profunda dos impactos do jogo na aprendizagem.

O jogo Mineropólio permitiu aos alunos estudar a composição química dos minerais, abordando também questões sociais, ambientais e econômicas relacionadas à prática da mineração. Esta abordagem integrativa facilitou a compreensão dos avanços da Ciência e Tecnologia e suas consequências.

A contextualização do ensino com o tema da mineração contribuiu para o desenvolvimento de mudanças atitudinais nos alunos. Segundo os autores, eles passaram a compreender melhor as implicações ambientais e sociais da extração mineral, favorecendo uma atitude mais crítica e responsável.

Outro ponto importante, destacado pelos pesquisadores, diz respeito ao papel do professor, o qual deve assumir o papel de mediador das discussões em sala de aula. A interação próxima entre professores e alunos durante o jogo facilitou a compreensão dos conceitos e estreitou a relação entre eles, tornando o processo de aprendizagem mais dinâmico e participativo.

A aplicação do jogo didático Mineropólio em aulas de Química mostrou-se uma estratégia eficaz para promover a aprendizagem significativa e a conscientização cidadã. A abordagem lúdica e interativa facilitou a compreensão dos conceitos científicos e suas implicações sociais, ambientais e econômicas, demonstrando a importância da integração de temas transversais e da abordagem CTS no ensino. Este estudo reforça a necessidade de metodologias inovadoras que combinem teoria e prática, preparando os alunos para enfrentar desafios do mundo contemporâneo de maneira crítica e informada.

#### 5.1.13 Utilização de um jogo didático para o Ensino de Mineralogia.

*Artigo: Um jogo de tabuleiro envolvendo conceitos de mineralogia no Ensino de Química. (BENEDETTI FILHO et al., 2021)*

O uso de metodologias ativas no ensino tem se mostrado uma estratégia eficaz para motivar e engajar os alunos, especialmente em disciplinas que exigem a compreensão de conceitos complexos, como a Química e a Mineralogia. Este estudo exploratório investiga a aplicação de um jogo de tabuleiro didático para o ensino de Mineralogia em turma de Ensino Médio, avaliando seu potencial pedagógico e suas implicações na formação dos alunos e futuros professores.

De acordo com Leite (2020) e Oliveira et al. (2018) apud Benedette Filho et al. (2021), as metodologias ativas, como a problematização, são eficazes para motivar os alunos e tornar o conhecimento adquirido útil em diversas situações cotidianas. Durante o jogo, segundo Ianoshiro & Mesquita (2019) apud Benedette Filho et al. (2021), os alunos podem expor mais livremente, falar mais, perguntar mais e construir argumentações pertinentes ao conteúdo, sem medo de errar ou ser rejeitados. O professor, segundo Messeder (2012) apud Benedette Filho et al. (2021), deve agir de modo que o jogo vire um motivo secundário e, ao fim do processo, o estudo torne-se a atividade principal. Isso permite que o aluno internalize os conceitos de uma forma mais natural e prazerosa.

Essa pesquisa seguiu um caráter exploratório, utilizando entrevistas semiestruturadas para coletar dados qualitativos. Segundo Ludke (2013) citado pelos autores, é essencial determinar “o que” e “como” observar, definindo claramente o foco da investigação. As entrevistas foram planejadas para obter insights detalhados sobre a percepção dos participantes em relação ao jogo didático.

Um planejamento estruturado foi elaborado para a coleta de dados, incluindo a definição de critérios e procedimentos para a observação e entrevista. A pesquisa foi submetida a uma equipe de estudantes de licenciatura em Química para avaliar o potencial pedagógico do jogo antes de sua aplicação em turmas de Ensino Médio.

O jogo foi aplicado a alunos do 3º ano do Ensino médio, em uma escola pública estadual do interior do Estado de São Paulo. Os alunos receberam uma apostila, em PDF, para lerem o conteúdo antes da realização da atividade. A análise da aplicação baseou-se em uma abordagem qualitativa, focada na descrição, observação e interpretação de dados coletados durante as sessões de jogo. As entrevistas semiestruturadas e os diários de campo dos pesquisadores forneceram uma base rica para a análise de conteúdo.

O desenvolvimento e a aplicação do jogo de tabuleiro permitiram abordar conceitos de mineralogia de forma lúdica e acessível para alunos do Ensino Médio. Esse tipo de atividade pode facilitar a aprendizagem de conceitos que normalmente não são trabalhados em profundidade nesse nível de ensino.

De acordo com os autores, o jogo também pode ser utilizado no Ensino Superior, em disciplinas como Química Inorgânica ou Mineralogia, para a aprendizagem e revisão de tópicos complexos, proporcionando uma ferramenta alternativa e complementar ao ensino tradicional desses conteúdos.

Os resultados da pesquisa, apontam que o uso do jogo proporcionou um processo de aprendizado mais dinâmico, descontraído e prazeroso para os alunos. A abordagem lúdica facilitou a compreensão e a retenção dos conceitos ensinados, incentivando a participação ativa e o envolvimento dos estudantes.

Outro ponto que merece destaque neste trabalho foi a fase de avaliação do jogo, na qual os estudantes de licenciatura tiveram a oportunidade de participar do processo criativo e da aplicação de uma metodologia lúdica. Esses momentos diferenciados durante a formação dos futuros professores desenvolveram conhecimentos, inspirações e iniciativas que os capacitam a idealizar, planejar e aplicar ferramentas metodológicas alternativas em sua trajetória profissional. Este estudo reforça a importância de integrar metodologias ativas e lúdicas no currículo escolar para promover uma aprendizagem significativa e contextualizada.

## **5.2 Discussão dos Estudos**

A Química Analítica Qualitativa ocupa um papel fundamental na formação de profissionais da área da Química, sendo essencial para o desenvolvimento de competências críticas no entendimento e aplicação de princípios químicos. Esta disciplina, que se foca na identificação dos componentes de uma amostra, pode ir além do simples reconhecimento de substâncias, envolvendo uma série de técnicas e metodologias que formam a base para análises mais complexas e quantitativas.

Os estudos realizados ao longo dos últimos anos evidenciam a relevância histórica da Química Analítica Qualitativa na formação dos profissionais da Química. Desde o século XIX, com os primeiros avanços na identificação de elementos e compostos, a Química Analítica tem evoluído constantemente.

A metodologia desta disciplina envolve uma série de técnicas laboratoriais que permitem a identificação de íons e compostos em uma amostra. Estas técnicas incluem reações de precipitação, complexação e oxidação-redução, que podem ser aplicadas a diversas áreas da Química.

Um dos principais desafios no ensino de Química Analítica Qualitativa é a integração eficaz entre teoria e prática. Estudos, com o de Dantas et al. (2008), demonstram que muitos livros didáticos falham em fornecer uma base teórica sólida que acompanhe os procedimentos experimentais. A compreensão teórica dos

princípios subjacentes às reações qualitativas é crucial para que os estudantes possam aplicar esses conhecimentos de maneira eficaz em contextos práticos.

Para abordar essa lacuna, a criação de materiais didáticos que integrem teoria e prática de maneira coesa é fundamental. Tais materiais devem incluir explicações detalhadas dos conceitos teóricos, exemplos de aplicação prática e exercícios que incentivem o pensamento crítico e a resolução de problemas. A utilização de recursos multimídia, como vídeos e animações, pode ser uma ferramenta poderosa para ilustrar procedimentos complexos e tornar o aprendizado mais acessível e envolvente.

A contextualização do Ensino de Química Analítica Qualitativa é essencial para tornar o aprendizado mais relevante e significativo para os estudantes. Abreu et al. (2006) sugerem que a disciplina deve evoluir para incluir metodologias mais avançadas e contextualizadas, como a análise de minerais e a determinação de suas composições. A utilização de amostras reais, como minerais e resíduos industriais, pode tornar o ensino mais aplicável e interessantes.

Venquiaruto et al. (2013) exemplificam essa abordagem ao utilizar escórias de recicladoras de baterias automotivas como amostras para análise. Esse tipo de contextualização não apenas demonstra a relevância prática dos conhecimentos adquiridos, mas também incentiva os estudantes a refletirem sobre questões ambientais e industriais, promovendo uma formação mais completa e responsável.

A modernização do ensino de Química Analítica Qualitativa é uma necessidade premente para acompanhar as rápidas mudanças tecnológicas e as novas demandas do mercado de trabalho. Gomes e Theophilo (2016) investigam a integração de recursos digitais no ensino dessa disciplina e destacam a importância de utilizar vídeos, animações e apresentações interativas para ilustrar procedimentos e conceitos.

A utilização de plataformas de aprendizagem online e softwares de simulação podem enriquecer o ensino, permitindo que os estudantes realizem experimentos virtuais e tenham acesso a uma vasta gama de recursos educacionais. Além disso, a implementação de laboratórios virtuais e a utilização de instrumentos digitais em experimentos práticos podem proporcionar uma experiência de aprendizado mais rica e diversificada.

A aprendizagem baseada em problemas (ABP) é uma metodologia que tem mostrado resultados promissores no ensino de Química Analítica Qualitativa. Raimondi e Razzoto (2020) demonstram que a ABP promove um aprendizado mais

ativo e significativo, integrando teoria e prática de maneira eficaz. Ao utilizar cenários reais, como desastres ambientais, para a identificação de íons metálicos, a ABP incentiva a participação ativa de alunos e desenvolve habilidades críticas e de resolução de problemas.

Essa metodologia permite que os estudantes trabalhem em equipe para resolver problemas complexos, promovendo a colaboração, a comunicação e a autonomia. A ABP também prepara os estudantes para enfrentar desafios profissionais de maneira independente e inovadora, equipando-os com as competências necessárias para serem bem sucedidos em suas carreiras.

A avaliação contínua e a atualização da metodologia de ensino são essenciais para garantir que a Química Analítica Qualitativa tenha os impactos positivos na formação dos futuros profissionais. Postigo (2021) discute a importância de modernizar os métodos de ensino e propõe a reestruturação das aulas para torná-las mais dinâmicas e interativas. A divisão das turmas em subturmas para comparar metodologias tradicionais e modernizadas revelou que a utilização de novas abordagens pode aumentar a motivação dos alunos e melhorar a aprendizagem.

A implementação de avaliações formativas, que forneçam feedback contínuo aos estudantes, é crucial para identificar dificuldades e ajustar as metodologias de ensino de acordo com as demandas. Além disso, a capacitação dos professores para utilizar novas tecnologias e abordagens pedagógicas é fundamental para garantir que eles possam mediar eficazmente o aprendizado dos estudantes.

A análise dos artigos sobre metodologias inovadoras no Ensino de Química contextualizada ao tema da Mineralogia revela um movimento convergente em direção à integração da teoria e prática, ao uso de atividades lúdicas e investigativas, e à valorização da formação contínua e interdisciplinar de professores. Os estudos discutidos evidenciam uma evolução cronológica na aplicação de metodologias ativas e na promoção de uma educação contextualizada, refletindo as demandas contemporâneas de uma sociedade em constante transformação.

Cunha et al. (2008) introduziram uma atividade didática no curso de Geologia da UFPR, utilizando técnicas instrumentais para a caracterização de minerais, promovendo uma robusta integração entre teoria e prática. Este estudo inicial destaca a necessidade de descentralizar a figura do professor e incentivar a capacidade crítica e analítica dos alunos, princípios que ressoam ao longo dos estudos subsequentes. A avaliação positiva dos alunos quanto à articulação entre teoria e prática reflete o

sucesso da metodologia em aproximar a formação acadêmica da realidade profissional.

Botelho et al. (2019) avançam essa discussão ao investigar a integração do Ensino Médio com a Educação Profissional, utilizando atividades experimentais para o ensino sobre solos na disciplina de Geografia. A pesquisa realizada reafirma a importância de metodologias investigativas e interdisciplinares, promovendo uma aprendizagem contextualizada que considera as especificidades regionais e as demandas socioeconômicas e ambientais dos estudantes.

Gonçalves et al. (2019) ampliam a discussão ao focar na formação continuada de professores e na interdisciplinaridade. O estudo destaca a alfabetização científica e ambiental como fundamentais para proporcionar uma visão holística das questões ambientais. A pesquisa empregada envolveu professores como copesquisadores, promovendo a integração de conhecimentos de diversas disciplinas e reforçando a importância de uma educação contextualizada e colaborativa.

Os artigos de Giese et al. (2020) e Benedette Filho et al. (2021) enfatizam o uso de jogos didáticos como ferramentas poderosas para promover a aprendizagem lúdica e interativa. Giese et al. (2020) investigaram a aplicação do jogo Mineropólio para ensinar conceitos de Química relacionados à mineração, evidenciando a importância da abordagem Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) para desenvolver uma compreensão crítica e responsável das implicações ambientais e sociais. Benedette Filho et al. (2021), por sua vez, exploraram um jogo de tabuleiro para o ensino de Mineralogia, destacando o papel das metodologias ativas em motivar e engajar os alunos, facilitando a internalização de conceitos complexos de forma prazerosa.

Araújo et al. (2020) discutem a utilização de temas transversais para promover a interdisciplinaridade no ensino de Geociências, integrando conhecimentos de Química, Biologia e outras disciplinas. O projeto piloto desenvolvido mostrou que atividades lúdicas e interativas, como a produção de cartazes explicativos, não só fortalecem o aprendizado individual dos alunos, mas também contribuem para a educação científica da comunidade em geral.

Em suma, a Química Analítica Qualitativa deve ser ensinada de maneira contextualizada e prática, integrando teoria e prática de forma coesa. A utilização de amostras reais, como os minerais, aliado à modernização das metodologias de ensino e a utilização de novas tecnologias podem transformar a disciplina, tornando-a mais



atraente e eficaz para os estudantes. Ao promover um aprendizado mais ativo e significativo, estaremos formando estudantes mais bem preparados para enfrentar os desafios do mundo real e contribuir de maneira significativa para a sociedade.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho adotou uma abordagem qualitativa de caráter exploratório, para investigar se havia alguma convergência entre a temática da mineração e a química analítica qualitativa. O portal de periódicos da CAPES, escolhido para a pesquisa, demonstrou que existe uma grande lacuna sobre este assunto. Nos últimos dez anos (2014 a 2023) foi publicado apenas um artigo relacionando as palavras-chave "ensino AND química AND analítica AND qualitativa AND minera\*\*".

Diante deste resultado foi necessário separar as palavras chaves, e refazer a busca com a temática da mineração separada da análise qualitativa. Após essa decisão foram obtidas 10 publicações relacionadas à análise qualitativa entre os anos de 2014 e 2023. Frente ao baixo número de publicações, filtro de data de criação foi retirado obtendo-se 26 publicações das quais foram selecionados 7 trabalhos, após a leitura dos títulos e dos resumos.

Com relação à busca por trabalhos relacionados à temática da mineração relacionada ao ensino de química, foram utilizadas as palavras-chave "ensino AND química AND minera\*\*" obtendo-se 37 trabalhos, dos quais 6 foram analisados, por estarem relacionados a alguma proposta de ensino inovadora.

Os trabalhos relacionados à Química Analítica Qualitativa demonstraram que essa disciplina vem se reestruturando ao longo dos anos, na tentativa de se assumir uma abordagem mais dinâmica, contextualizada e inovadora. A integração teórico-prática, o uso de tecnologias digitais, a adoção de metodologias com a Aprendizagem Baseada em Problemas, a contextualização social, o desenvolvimento de competências transversais e a capacitação de professores são estratégias que vêm transformando, nos últimos anos, a forma como essa disciplina é ensinada.

As pesquisas envolvendo a temática da mineração relacionada ao ensino de química convergem na promoção de uma abordagem mais dinâmica e participativa no ensino de Ciências, enfatizando a importância da integração entre teoria e prática, o desenvolvimento de habilidades críticas e analíticas, a contextualização com a realidade dos alunos e a utilização de metodologias inovadoras, como jogos didáticos e atividades investigativas. Essas convergências indicam uma tendência contemporânea no ensino de ciências, que busca tornar o processo de aprendizagem mais significativo, envolvente e relevante para os alunos.

Após uma análise aprofundada e reflexiva, embasada nos trabalhos apresentados e em minha experiência como aluno de Licenciatura em Química e professor de Química, fica evidente a carência de práticas experimentais contextualizadas ao tema mineração no Ensino de Química Analítica Qualitativa tanto na Educação Básica quanto no Ensino Superior.

Na maioria das vezes, os professores que atuam no Ensino Médio têm sua base de ensino de Química fundamentada nas experiências que tiveram durante a graduação. Para que haja uma mudança efetiva, é indispensável uma transformação desde a formação inicial dos professores, capacitando-os a implementar práticas pedagógicas que rompam com o paradigma tradicional. Além disso, a formação continuada dos professores, com incentivo e acesso a práticas metodológicas inovadoras, pode ser uma interessante estratégia na reconstrução e descentralização do papel do professor nos dias atuais.

O produto pedagógico disponibilizado no apêndice dessa pesquisa, é uma tentativa de colaborar com a prática pedagógica dos professores que julgarem a temática da mineração e o ensino da química analítica qualitativa relevantes para a realidade de seus alunos. O trabalho tem como objetivo disponibilizar para o professor uma sequência de seis encontros, de duas horas aulas cada um, para conduzir uma atividade experimental investigativa que visa a determinação do íon ferro(III) em uma amostra mineral.

No primeiro encontro, é proposto um texto para introdução da temática da mineração do ferro. No segundo encontro, os alunos apresentarão uma proposta de como proceder a identificação de ferro(III) em uma amostra mineral. No terceiro encontro o professor orienta os alunos na elaboração do plano de trabalho, de acordo os recursos disponíveis na escola. No quarto encontro os alunos executam o experimento planejado e fazem os registros com anotações, fotos e vídeos. No quinto encontro o professor e os alunos discutem os resultados da prática utilizando a linguagem científica adequada. No sexto e último encontro os alunos compartilham para a turma os vídeos produzidos da investigação realizada.

Devemos ressaltar que através dessa proposta não podemos garantir a real efetividade na aprendizagem dos alunos. Estamos com ela propondo uma aula experimental contextualizada à temática da mineração, que se aproxima da proposta do ensino por investigação, visando tornar a abordagem mais dinâmica, envolvente, relevante e significativa para os alunos.

## REFERÊNCIAS

ABREU , Daniela Gonçalves de; COSTA, Carla Regina; ASSIS, Marilda das Dores; IAMAMOTO , Yassuko. Uma proposta para o ensino da Química Analítica Qualitativa. **Química Nova**, v. 29, n. 6, p. 1381–1386, nov. 2006. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/qn/a/XbrHYFHwr9bYLr38tM4J7Cj/#>. Acesso em: 10 jun. 2023.

ALVIM, Terezinha Ribeiro; ANDRADE, João Carlos de. A importância da Química Analítica Qualitativa nos cursos de Química das instituições de ensino superior brasileiras. **Química Nova**, v. 29, n. 1, p. 168–172, jan. 2006. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/qn/a/HtWD8bKNVppz37Nz5HwVzbS/>. Acesso em: 12 jun. 2023.

ARAUJO, Eduardo Profeta Ramos de; BRESSANE, Elias Araújo; CARNEIRO, Celso Dal Ré. O cartaz “Os Elementos Químicos e a Vida” para ensino de Geociências na educação básica. **Terræ Didática**, Campinas, SP, v. 16, p. 1-8, 2020. Disponível em: <https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/td/article/view/8657238>. Acesso em: 11 jun. 2023.

AZEVEDO, Maria Cristina P. Stella de. Ensino por investigação: Problematizando as atividades em sala de aula. In: CARVALHO, Anna Maria Pessoa de (org). **Ensino de Ciências: Unindo a pesquisa e a prática**. 1. Ed, São Paulo: Cengage Learning, 2004, p. 19 - 33.

BENEDETTI FILHO, Edeimar; CAVAGIS, Alexandre D. M.; SANTOS, Karen Ouverney dos; BENEDETTI, Luzia Pires dos Santos. Um jogo de tabuleiro envolvendo conceitos de mineralogia no Ensino de Química. **Química Nova na Escola**, vol. 43, Nº 2, p. 167-175, mai. 2021. Disponível em: [http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc43\\_2/06-RSA-27-20.pdf](http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc43_2/06-RSA-27-20.pdf). Acesso em: 11 jun. 2023.

BOTELHO, Juvenal Severino; MARQUES, Jean Dalmo de Oliveira; OLIVEIRA, Alexandre Nicolette Sodré. Experimentos em laboratório para o ensino sobre solos na disciplina de geografia. **Educitec - Revista de Estudos e Pesquisas sobre Ensino Tecnológico**, Manaus, Brasil, v. 5, n. 10; p. 228-248, mar. 2019. Disponível em: <https://sistemascmc.ifam.edu.br/educitec/index.php/educitec/article/view/450>. Acesso em: 10 jun. 2023.

BRASIL, Ministério da Educação, Lei de Diretrizes e bases das Educação: Lei 9.394/96. Brasília – DF, 1998.

CANTO, Eduardo Leite do. **Minerais, minérios, metais : de onde vêm? para onde vão**. 2 Ed, São Paulo: Moderna, 2004.

CARDOSO, Teresa; ALARCÃO, Isabel; CELORICO, Jacinto Antunes. MAECC: um caminho para mapear investigação. **Indagatio Didactica**, v. 5, n. 2, p. 289-299, 2013.

CHASSOT, Attico. Alfabetização científica: uma possibilidade para a inclusão social. **Revista Brasileira de Educação**, n. 22, p. 89–100, jan. 2003.

Conheça o Brasil – População EDUCAÇÃO. IBGE educa, 2019. Disponível em: <https://educa.ibge.gov.br/jovens/conheca-o-brasil/populacao/18317-educacao.html>. Acesso em: 27 mai. 2023.

CUNHA, Jorge da Cunha; GUIMARÃES, Orliney Marciel; ARAÚJO, Márcio Peres; VASCONCELLOS Eleonora Maria Gouvêa Vasconcelos; MARTINS, Joaniel Munhoz Martins; REIS NETO, José Manoel dos, MARTINS Fernanda Machado. Ensino de técnicas de análises de minerais com ênfase na interpretação de dados: teoria e prática na formação do geólogo **Terra Didática**, 4(1):14-27, 2008. Disponível em: [https://www.ige.unicamp.br/terraedidatica/v4/v4\\_a3.html](https://www.ige.unicamp.br/terraedidatica/v4/v4_a3.html). Acesso em: 10 jun. 2023.

DANTAS, Josivânia Marisa; SILVA, Márcia Gorette Lima da; SANTOS FILHO, Pedro Faria dos. Uma proposta de material didático complementar para o ensino de conceitos em química analítica qualitativa. **Educación Química**, Ciudad de México, v. 19, n. 3, p. 188-194, 2008. Disponível em: [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0187-893X2008000300005&lng=es&nrm=iso](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-893X2008000300005&lng=es&nrm=iso). Acesso em: 10 jun. 2023.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia da Autonomia: Saberes necessários à prática educativa**. São Paulo: Paz e Terra, 1996.

GIESE, Eduarda; FARIA, Fernanda Luiza; CRUZ JÚNIOR, José Wilmo da. Mineropólio: Uma proposta de atividade lúdica para o estudo do potencial mineral do Brasil no Ensino Médio. **Química Nova na Escola**, vol. 43, Nº 3, p. 295-305, ago. 2020. Disponível em: [http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc42\\_3/11-AF-78-19.pdf](http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc42_3/11-AF-78-19.pdf). Acesso em: 11 de jun. 2023.

GOMES, Alessandro Damásio Trani; BORGES, A. Tarciso; JUSTI, Rosária. Students' performance in investigative activity and their understanding of activity aims. **International Journal of Science Education**, v. 30, n. 1, p. 109-135, 2008.

GOMES, Maria das Graças; THEOPHILO, Paulo Henrique Medeiros. Química Qualitativa: um Olhar sobre a Mediação utilizando Recursos Digitais. **Revista de Ensino, Educação e Ciências Humanas**, [S. l.], v. 17, n. 2, p. 172–180, 2016. Disponível em: <https://revistaensinoeducacao.pgsscogna.com.br/ensino/article/view/3948>. Acesso em: 10 jun. 2023.

GONÇALVES, Pedro Wagner; SICCA, Natalina Aparecida Laguna; ALVES, Maurílio Antônio Ribeiro; FERNANDES, Maria Cristina da Silveira Galan. A ciência atrás da siderurgia e da mineração do ferro. **Terra Didática**, Campinas, SP, v. 15, p. e019030, 2019. Disponível em: <https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/td/article/view/8654167>. Acesso em: 10 jun. 2023.

KLEIN, Cornelis; DUTROW, Barbara. **Manual de Ciência dos Minerais**. Tradução e revisão técnica de Rualdo Menegat. 23ª ed. Bookman: Porto Alegre, 2012.

PACHECO, Eliezer. Institutos Federais uma revolução na educação profissional e tecnológica. 1ª Ed, Moderna. Brasília, P 13 – 32, 2011.

PNAD Educação 2019: Mais da metade das pessoas de 25 anos ou mais não completaram o ensino médio. **Agencia IBGE notícias**, 16 de julho de 2020. Disponível em: <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-sala-de-imprensa/2013-agencia-de-noticias/releases/28285-pnad-educacao-2019-mais-da-metade-das-pessoas-de-25-anos-ou-mais-nao-completaram-o-ensino-medio>. Acesso em: 05 de mai. 2023.

POSTIGOIA, Julia Pereira; BARBOSA, Hellen Franciane Gonçalves; CALEFI, Roberta Maura; JESUS, Jany Hellen Ferreira de; CERVINI, Priscila; BUORO, Rafael Martos; OTERO, Rosa Lucia Simencio e CAVALHEIRO, Éder Tadeu Gomes. UMA PROPOSTA PARA O ENSINO DE LABORATÓRIO DE QUÍMICA ANALÍTICA QUALITATIVA. **Química Nova**, v. 44, n. 4, p. 502–511, abr. 2021. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/qn/a/9mFW6QtQf9YdZ34nXQyvqzC/#>. Acesso em: 10 jun. 2023.

POZO, Juan Ignacio; CRESPO, Miguel Ángel Gómez. **A aprendizagem e o ensino de ciências: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico**. 5. ed. Artmed: Porto Alegre, 2009.

RAIMONDI, Ângela Cristina; RAZZOTO, Eliane Siqueira. Aprendizagem Baseada em Problemas no Ensino de Química Analítica Qualitativa. **Revista Insignare Scientia - RIS**, v. 3, n. 2, p. 36-48, 24 ago. 2020. Disponível em: <https://periodicos.uffs.edu.br/index.php/RIS/article/view/11159>. Acesso em: 12 jun. 2023.

SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos; MORTIMER, Eduardo Fleury. A dimensão social do ensino de Química – Um estudo exploratório da visão de professores. II Encontro Nacional de pesquisa em Educação em Ciências. Valinhos, 1999. Disponível em: <https://fep.if.usp.br/~profis%20arquivo/encontros/enpec/iienpec/Dados/trabalhos/A57.pdf>. Acesso em: 9 jun. 2023.

SILVA, A. L. P.; COSTA, H. R. Contextualização e experimentação na revista química nova na escola: uma análise das edições de 2009 à 2016. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, v. 12, n. 2, 2019. Disponível em: <https://periodicos.utfr.br/rbect/article/view/8326>. Acesso em: 3 jun. 2023.

SUART, Rita de Cássia; MARCONDES, Maria Eunice Ribeiro. O processo de reflexão orientada na formação inicial de um licenciando de química visando o ensino por investigação e a promoção da alfabetização científica. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte, Brasil)**, vol.20, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1983-21172018200106>. Acesso em: 03 jan. 2023.

VENQUIARUTO, Luciana Dornelles; KRAUSE, João; DALLAGO, Rogério Marcos; TREICHEL, Helen; SMANIOTTO Alessandra. Escória de recicladoras de baterias: um resíduo valioso como amostra real em Química Analítica. **Amazônia: Revista de Educação em Ciências e Matemáticas**, Belém, v. 9, n. 18, p. 75-83, jun. 2013. Disponível em: <https://periodicos.ufpa.br/index.php/revistaamazonia/article/view/2023>. Acesso em: 12 jun. 2023.

VOGEL, Arthur Israel. **Química Analítica Qualitativa**. Tradução de Antônio Gimeno. Revisão Técnica G Svehla. 5 ed. São Paulo: Mestre Jou, 1981.

WARTHA, Edson José; ALÁRIO, Adelaide Faljoni-Alário. Contextualização no ensino de química através do livro didático. **Química Nova na Escola**, n. 22, p. 42-47, 2005. Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc22/a09.pdf>. Acesso em: 04 jan. 2023.

WARTHA, Edson José; SILVA, Erivanildo Lopes da; BEJARANO, Nelson Rui Ribas. Cotidiano e contextualização no ensino de química. **Química Nova na Escola**, v. 35, n. 2, p. 84-91, 2013. Disponível em: [http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc35\\_2/04-CCD-151-12.pdf](http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc35_2/04-CCD-151-12.pdf). Acesso em: 04 jan. 2023.

## APÊNDICE - PRODUTO EDUCACIONAL

### Aula 1 – Proposta do problema: “Tem Ferro nesse mineral?”

#### ▪ Objetivos da Aula:

Introduzir a temática da mineração.

Apresentar alguns vocabulários científicos relacionados à química e à mineração.

Motivar a reflexão e a discussão entre os estudantes.

#### ▪ Tempo de aula: 2 h/a

Texto para introdução do tema

A mineração do ferro desempenha um papel crucial na economia global, fornecendo a matéria-prima essencial para a produção de aço, componente fundamental em diversas indústrias. No entanto essa prática não está isenta de debates acalorados sobre seus impactos, que vão desde benefícios econômicos até graves danos ambientais.

A mineração do ferro tem sido historicamente um pilar da economia de muitos países. Ela impulsiona a criação de empregos, promove o desenvolvimento de comunidades locais e contribui para a arrecadação de impostos. A indústria siderúrgica, dependente do minério de ferro, é um setor estratégico que alimenta a produção de uma vasta gama de bens, desde automóveis até estruturas de edifícios.

A busca por métodos mais eficientes e sustentáveis de extração de ferro impulsiona o avanço tecnológico na indústria mineradora. Inovações como automação, sensoriamento remoto e processos de beneficiamento mais eficientes têm o potencial de reduzir impactos ambientais e melhorar a segurança do trabalho.

Por outro lado, a mineração do ferro pode acarretar em impactos ambientais significativos. A escavação e o descarte de resíduos podem resultar em degradação do solo, contaminação de recursos hídricos e perda de biodiversidade. Além disso, as emissões de gases de efeito estufa associadas à produção de aço contribuem para mudanças climáticas.

No vasto território brasileiro, há uma riqueza mineral que muitas vezes passa despercebida aos olhos dos que percorrem trilhas e caminhos próximos às jazidas. A hematita e a magnetita, são exemplos de minerais de ferro cuja presença é marcante em algumas regiões do país. De acordo com Canto (1996) as reservas do quadrilátero ferrífero, em Minas Gerais, contribuem com mais de 75% do minério de ferro extraído no país. Embora muitas pessoas possam não as reconhecer à primeira vista, sua presença revela uma conexão entre a geologia e a paisagem que permeia o cotidiano de muitos brasileiros.

» **Você sabe a diferença entre os termos mineral, minério, rocha e metal?**

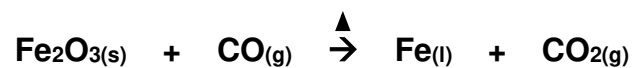
No parágrafo anterior a hematita e magnetita foram citados como exemplo de minerais que contém ferro, mas apenas a presença de ferro, em um mineral não o



torna um minério. De acordo com Canto (1996 p.15) um *Mineral* é uma substância natural presente na crosta terrestre, *Rochas* são agregados naturais formados por dois ou mais minerais. Dessa forma podemos dizer que o elemento químico ferro pode ser encontrado na natureza na forma de uma substância composta, essa substância é considerada um mineral, que por sua vez, pode estar sozinho ou associado a outros minerais compondo uma rocha.

Para exemplificar podemos citar o *Itabirito*, uma rocha formada pelos minerais quartzo e hematita. A partir do momento em que a rocha Itabirito é explorada para se tirar proveito econômico da obtenção do ferro de um de seus minerais, a rocha itabirito passa ser considerada um minério de ferro. Na etapa de beneficiamento da rocha itabirito, é realizada a separação dos minerais que a compõe. A hematita, mineral de interesse econômico devido a presença do ferro, recebe o status de *mineral-minério*, enquanto o quartzo é chamado de *mineral de ganga*, pois não apresenta interesse econômico sendo considerado o rejeito da mineração.

Após a segregação dos minerais, o concentrado de hematita passa por uma série de etapas antes de ser encaminhada para a siderurgia. Na indústria siderúrgica, o elemento metálico ferro pode ser obtido a partir de uma reação conhecida como oxirredução. A hematita de fórmula química  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  é levada a um alto-forno siderúrgico onde reage com o coque, um tipo de carvão com alto teor de carbono. De forma simplificada, nessa reação, o oxigênio presente na hematita se liga ao monóxido de carbono, gerado pela queima do coque, obtendo-se ao final o “ferro fundido” também conhecido como “ferro gusa” e o gás carbônico. A equação química a seguir representa a reação descrita.



>> Você já encontrou alguma amostra de itabirito ou hematita? Caso afirmativo, você consegue descrever aparência física da amostra?

A hematita é frequentemente encontrada na forma de pequenas rochas ou sedimentos, quando anidra ela apresenta uma coloração que vai do preto ao prateado e quando hidratada, se cobre com uma camada de limonita, de coloração que vai do castanho ao amarelo claro, dependendo do grau de limonitização. É interessante destacar que a cor de uma amostra de hematita “inteira” é diferente da cor da hematita pulverizada. Se você já viu alguma imagem de uma mina de minério de ferro, deve ter percebido uma forte coloração castanha, o que evidencia a presença do pó da hematita.

À medida que as pessoas comuns exploram trilhas em regiões próximas às jazidas de hematita, podem deparar-se com exemplares desse mineral. A hematita chama a atenção pela sua aparência metálica e brilho característico, e à medida que a hematita vai absorvendo água ela ganha uma coloração avermelhada semelhante à ferrugem.

» E aí?! Será que você já encontrou alguma amostra de hematita ou algum mineral ferruginoso em seu caminho, e não sabia?

Antes de decidir explorar uma jazida de minério de ferro, as mineradoras precisam investigar se a rocha a ser explorada contém um teor de hematita que justifique a mineração. De acordo com Caxito e Dias (2018) os produtos gerados após os processos de beneficiamento, geralmente devem apresentar um teor de ferro entre 58% a 65%, para que a produção de minério seja economicamente viável.

» Você tem ideia de como é possível comprovar quimicamente a presença de ferro em um mineral?

Apenas a aparência física como a cor, o brilho e o traço, não garantem a presença de ferro em uma amostra mineral. Por meio de evidências de reações químicas é possível caracterizar diversos elementos e seus grupos iônicos. No caso das mineradoras, é necessário não só identificar, mas também quantificar o ferro presente em uma rocha. Pois como dito anteriormente, antes de iniciar a exploração, é preciso saber se o teor de ferro na rocha estará dentro da faixa que a torna um minério de ferro.

Encontrar um equilíbrio entre os benefícios econômicos e a sustentabilidade ambiental é um desafio crucial para a indústria da mineração do ferro. Investir em práticas de extração responsáveis, adotar tecnologias limpas e promover a recuperação de áreas degradadas são passos importantes para mitigar os impactos negativos.

À medida que a demanda por ferro continua a crescer, é imperativo que a indústria adote abordagens mais sustentáveis. A transição para fontes de energia renováveis na produção do aço, a reciclagem eficiente e a implementação de regulamentação mais rigorosas são elementos-chave para construir um futuro no qual os benefícios da mineração do ferro não venham à custa do meio ambiente e das comunidades locais.

▪ **Orientações para o professor:**

Para iniciar a aula, o professor solicitará que a turma se organize em grupos de quatro a seis estudantes, e se posicionem de forma que o professor possa circular livremente pelos grupos. O professor entregará para cada estudante um texto para introduzir alguns conceitos importantes acerca da mineração e do mineral hematita.

Inicialmente o professor deve tranquilizar e motivar os estudantes, a fazer uma leitura individual e silenciosa com um tempo combinado e cronometrado. Por se tratar de um assunto novo, com termos possivelmente desconhecidos, o professor deve solicitar aos alunos que marquem as dúvidas para uma discussão no próximo momento.

Após a leitura silenciosa, o professor conduzirá uma leitura mais calma e aprofundada. Cada parágrafo do texto será lido em voz alta por um estudante de cada grupo, a escolha do professor. A cada parágrafo lido, o professor fará uma pausa para

conduzir uma discussão das dúvidas dos estudantes. Nessa etapa o professor deverá assumir uma postura de mediador, buscando com os próprios estudantes construir as respostas das dúvidas da turma.

No decorrer do texto são feitos alguns questionamentos como: “Você sabe a diferença entre os termos *mineral*, *minério*, *rocha* e *metal*?” no decorrer da leitura, ao chegar nesses questionamentos, o professor deverá propor que os estudantes conversem sobre o assunto com os colegas de grupo. Durante a discussão o professor caminhará pelos grupos para motivar, identificar dúvidas e fazer direcionamentos para a realização da proposta.

Para concluir o momento da leitura coletiva, o professor deve recapitular com os estudantes os pontos importantes da discussão. De acordo com o perfil da turma o professor deverá solicitar um registro, em forma de tópicos ou esquema, que pode ser construído por cada grupo ou de forma coletiva utilizando a lousa.

▪ **Encerrando a aula: Proposta do problema – “Tem ferro nesse mineral?”**

O professor solicitará que os estudantes pesquisem, em uma fonte que eles considerem confiável, uma maneira de identificar e comprovar quimicamente a presença de ferro em uma amostra de hematita. Cada grupo de estudantes deverá apresentar um esquema do procedimento sugerido, bem como a fonte utilizada e levar para a aula seguinte.

▪ **Referências:**

CANTO, Eduardo Leite do. **Minerais, minérios, metais: De onde vêm? para onde vão**. 2 Ed, São Paulo: Moderna, 2004.

CAXITO, Fabrício e DIAS, Tatiana Gonçalves. **Ferro**. Disponível em: <http://recursomineralmg.codemge.com.br/wp-content/uploads/2018/10/Ferro.pdf>. Acesso em: 28 ago. 2023.

## **Aula 2 – Levantamento de Hipóteses – Apresentação e discussão das propostas dos estudantes para a identificação do ferro em uma amostra mineral.**

### ▪ **Objetivos da Aula:**

Socialização das propostas de identificação da presença de ferro em uma amostra. Destacar a importância das referências científicas para o embasamento das hipóteses.

Trabalhar o vocabulário científico.

### ▪ **Tempo de aula: 2 h/a**

Neste encontro o professor deverá organizar a disposição das carteiras da sala em círculo e solicitar que os estudantes de um mesmo grupo fiquem próximos para facilitar as discussões. O professor deverá escolher um grupo para iniciar a apresentação da proposta e pedir aos demais alunos que fiquem atentos para identificar pontos semelhantes entre a proposta que está sendo apresentada e a proposta que cada grupo trouxe.

Após a exposição do primeiro grupo, o professor deverá perguntar à turma se outro grupo tem uma proposta diferente. O professor deverá solicitar que o grupo compartilhe sua nova proposta, e seguir dessa forma, até que todos os grupos tenham apresentado. Caso um grupo tenha uma proposta semelhante a uma que já tenha sido apresentada, o professor deverá pedir que o grupo apresente e cite as referências utilizadas. Em seguida o professor solicitará que os grupos com propostas semelhantes citem suas referências para identificar se a fonte da pesquisa foi a mesma ou não.

Após o compartilhamento das propostas de todos os grupos, o professor deverá comentar a importância das referências em um trabalho de caráter científico. Neste momento é interessante pedir aos estudantes que expliquem o passo a passo da pesquisa realizada. Caso o professor detecte fontes de pesquisa de confiança duvidosa, esse pode ser um bom momento para apresentar algumas possibilidades mais confiáveis para a turma. Com o uso de um computador com acesso à internet e um projetor o professor pode indicar as palavras chaves para uma boa busca, pode mostrar aos alunos como filtrar a pesquisa e até mostrar uma busca em sites como o google acadêmicos e o portal de periódicos da capes.

Alguns termos e expressões de procedimentos específicos do ambiente de laboratório podem ter surgido na fala ou nas propostas de investigações dos estudantes. Essa pode ser uma ótima oportunidade para promover a alfabetização científica da turma. Termos como ataque, abertura e dissolução das amostras são exemplos de expressões sinônimas muito utilizadas nas análises que exigem a solubilização de amostras sólidas.

A solvatação dos cátions e ânions do cloreto de sódio por moléculas de água, pode ser observada em uma animação disponível no youtube, que pode ser acessada pelo QR code abaixo. Ao compartilhar essa animação com os alunos o professor pode fazer diversas reflexões com os estudantes. No vídeo é possível observar o que ocorre

em nível atômico durante a quebra do retículo cristalino do NaCl pela ação das moléculas de água. Nesse momento o professor pode chamar a atenção dos alunos para observar que os íons  $\text{Na}^+$  deixam o retículo cristalino, levados pela água a partir da interação dos átomos de oxigênio, enquanto os íons  $\text{Cl}^-$  interagem com os átomos de hidrogênio da água. Essa pode ser uma ótima oportunidade para trabalhar o conceito de interação íon-dipolo que ocorre devido a interação eletrostática de cargas opostas de uma substância de natureza iônica e outra de natureza molecular.



Link do vídeo Dissolução do sal em água disponível em <https://youtu.be/dZrYNGiltNk?si=YiX0UIKAuqz0Hvpl>

Dependendo da disponibilidade de tempo, do interesse do professor e de sua turma, este pode ser um momento muito oportuno não só para abordar e diferenciar os conceitos de solubilidade e dissolução, mas também para discutir os fatores que os influenciam. A pulverização da amostra de hematita será uma das etapas do procedimento que os alunos realizarão no laboratório. O professor pode iniciar uma discussão com a turma, para que os estudantes tentem explicar, o porquê, da necessidade de pulverizar a amostra antes de tentar solubilizá-la. Como conclusão dessa discussão o professor pode introduzir o termo “aumento da superfície de contato” e associá-lo ao aumento da velocidade de dissolução de amostras sólidas.

A temperatura é outra variável importante que pode ser discutida neste momento. De acordo com Atkins e Jones (2012) a maioria das substâncias sólidas se dissolve mais rapidamente em água quente do que em água fria. Isso não significa necessariamente que elas serão mais solúveis, ou seja, que atingirão uma concentração mais alta de soluto em temperaturas maiores.

Para finalizar, o professor poderá colocar em discussão a expressão “a água é um solvente universal”. Essa expressão muitas vezes pode ser mal interpretada e promover a concepção de que a água dissolve todos os compostos. No caso da amostra de hematita que será analisada, a abertura será feita com ácido clorídrico concentrado, e não com água. Vale ressaltar que a água estará presente, pois o ácido clorídrico concentrado possui pureza de 37 a 38%, ou seja, este reagente é uma solução aquosa do gás HCl, e que a cada 100g da solução-reagente, 37g a 38g é a substância HCl e o restante é formado por água e impurezas. A dissolução, neste caso, ocorre devido a conversão do óxido de ferro (III), praticamente insolúvel em água, em cloreto de ferro (III), sendo este muito solúvel em água.

#### ▪ **Encerrando a aula: Proposta de pesquisa**

O professor solicitará aos estudantes que façam uma pesquisa, em uma fonte confiável, para explicar, com exemplos, o que é uma reação de “dupla troca” também conhecida como metátese. No próximo encontro será apresentada uma referência

bibliográfica importante na área de química analítica qualitativa, e as representações das reações na forma de equações química serão discutidas. A partir da pesquisa, os estudantes já terão algum repertório sobre o tema e maior chance de uma participação ativa nas discussões.

▪ **Referências:**

ATKINS, Peter; JONES, Loreta . Princípios de química: questionando a vida moderna e o meio ambiente. Tradução técnica: Ricardo Bicca de Alencastro. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2012.

### **Aula 3 – Elaboração do Plano de Trabalho.**

#### ▪ **Objetivos da Aula:**

Apresentar uma referência bibliográfica confiável para auxiliar no planejamento das análises qualitativas.

Orientar os alunos sobre a forma como o livro está organizado e a maneira correta de encontrar, no índice, os íons a serem investigados.

Promover a alfabetização científica através da representação dos testes qualitativos utilizando as equações iônicas simplificadas, bem como a simbologia própria utilizada para representar a formação de precipitados ou de gases.

#### ▪ **Tempo de aula: 2 h/a**

Neste encontro o professor deverá iniciar a aula solicitando que os alunos exponham o resultado da proposta de pesquisa da aula anterior. O professor pedirá que os estudantes compartilhem, de forma verbal, as definições para “reação de dupla troca” citando ao final a referência utilizada. Em seguida, o professor deve solicitar que alguns estudantes escrevam no quadro exemplos de reações de dupla troca. Neste momento o professor deverá se atentar a simbologia utilizada pelos alunos e fazer as observações, quando julgar necessário. Muitos alunos não se atentam a escrita correta dos símbolos dos elementos químicos, e muitas vezes, utilizam letras maiúsculas e minúsculas indiferentemente. Outro ponto importante a se observar, diz respeito aos estados físicos dos participantes da reação, que devem ser simbolizados entre parêntese, subscrito após a representação de cada substância.

Após essa discussão inicial, o professor deverá fazer uma reflexão com os alunos sobre a importância de referenciar uma pesquisa. Em seguida, o professor deverá apresentar aos alunos uma referência, confiável e muito utilizada na área da química. A obra Química Analítica Qualitativa, escrita por A. VOGEL (1981), deverá ser apresentada aos alunos e o professor conduzirá esse momento orientando os estudantes sobre a organização do livro e como utiliza-lo para selecionar os testes qualitativos para um determinado cátion ou ânion.

O professor precisa considerar sua situação específica para lidar da melhor maneira com esse momento. Se a biblioteca da escola tiver livros em quantidade suficiente para permitir que os alunos trabalhem em grupo, o professor deve dividir a turma em pequenos grupos, e fornecer um livro para cada grupo. Em seguida, o professor deve pedir aos alunos que leiam a sinopse do livro, a fim de ter uma ideia geral do que a obra propõe.

Para começar a pesquisa, o professor deve pedir aos estudantes que encontrem o índice do livro. É importante notar que os alunos podem ter dificuldade em encontra-lo, pois neste caso específico, o índice não está localizado nas páginas iniciais, mas sim no final do livro. Além disso, é relevante destacar que nesta obra específica, há dois tipos de índices: o índice analítico, que permite a busca por palavras-chave, e o índice geral, organizado por tópicos de acordo com a sequência das páginas do livro.

Para demonstrar como realizar a pesquisa, o professor pode usar como exemplo a investigação do cloreto de sódio presente no sal de cozinha, pois a dissociação deste sal já foi abordada na aula anterior. Uma ficha de identificação, como apresentado abaixo, pode ser utilizada para organizar melhor as informações.

### Identificação de CÁTIONS E ÂNIONS.

**Suposta amostra de:** Cloreto de Sódio (Sal de Cozinha)      **Fórmula Química:** NaCl

Solvente mais adequado:  H<sub>2</sub>O,  HCl,  HNO<sub>3</sub>,  H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> –  a frio ou  a quente;

CÁTION investigado: <u>Na<sup>+</sup></u>	ÂNION investigado: <u>Cl<sup>-</sup></u>
Referência: Química Analítica Qualitativa – A. VOGEL	
Teste(s) número(s): <u>4</u> Página(s): <u>321</u>	Teste(s) número(s): <u>3</u> Página(s): <u>356</u>
Resultado(s) Esperado(s):  <u>Ensaio por via seca (coloração da chama) : A chama do bico de Bunsen é colorida de um amarelo intenso pelos vapores de sais de sódio.</u>	Resultado(s) Esperado(s):  <u>Precipitado branco, floculento, de cloreto de prata, AgCl, insolúvel em água.</u>
Equação Iônica simplificada:  Representação do livro: <u>                                 Não tem</u>	Equação Iônica simplificada:  Representação do livro: <u>                                 Cl<sup>-</sup> + Ag<sup>+</sup> → AgCl ↓</u>  Ou  Representação atual: <u>                                 Cl<sup>-</sup>(aq) + Ag<sup>+</sup>(aq) → AgCl(s)</u>
Resultado(s) Observados(s):  _____ _____ _____	Resultado(s) Observados(s):  _____ _____ _____



Ao preencher as informações da ficha o professor pode abordar vários conteúdos conceituais, como nomenclatura de compostos inorgânicos, a representação de fórmulas químicas, a solubilidade, a dissociação de compostos iônicos e a linguagem e simbologia das equações químicas.

Com essa atividade, espera-se que o aluno compreenda como utilizar e entender textos científicos pode ser valioso para que ele desempenhe um papel ativo em todas as etapas de uma investigação experimental. Muitas vezes, os alunos recebem um roteiro, pronto, pré-definido pelo professor, realizam a prática, coletam os resultados e finalizam com a entrega de um relatório.

Durante minha graduação em química, por exemplo, em uma disciplina que abordava análises qualitativas, esse era o procedimento padrão. Os alunos chegavam ao laboratório, as soluções já estavam preparadas, reservadas em pequenos frascos conta-gotas. O professor entregava um roteiro e os alunos misturavam, algumas gotas de dois reagentes, em um tubo de ensaio, para evidenciar uma reação química, geralmente resultando em um precipitado colorido. As observações eram registradas e, na semana seguinte, um relatório era entregue.

Na abordagem aqui proposta, o aluno é incentivado a elaborar o plano da atividade prática que será realizada posteriormente no laboratório, baseando-se em uma fonte bibliográfica confiável e comumente utilizada para análises qualitativas. Para a conclusão desse encontro, o professor deve visitar as propostas e ideias apresentadas pelos alunos e discutidas no segundo encontro sobre como identificar e comprovar, quimicamente, a presença de ferro em uma amostra de hematita.

#### ▪ **Encerrando a aula: Proposta de pesquisa**

O professor solicitará aos estudantes que revejam suas propostas, já apresentadas, para determinar quimicamente a presença de ferro em uma amostra de hematita. O professor deverá apresentar aos alunos, uma lista dos reagentes, disponíveis no almoxarifado do laboratório. Cada estudante deve observar se a proposta, previamente apresentada, está de acordo com algum dos testes de caracterização sugerido no livro Química Analítica Quantitativa – A. VOGEL (1981).

Com o objetivo de identificar a presença de ferro em uma amostra de hematita, e considerando a disponibilidade de reagentes no laboratório da escola, os estudantes devem escolher, pelo menos, dois testes e preencher uma ficha, semelhante àquela exemplificada para o cloreto de sódio. O professor deve solicitar aos alunos que observem se na proposta, inicialmente apresentada, havia algum dos testes previstos por VOGEL (1981).

O professor deve pedir aos alunos que tragam seus smartphones com a bateria carregada para a próxima aula. Os smartphones serão usados para capturar fotos e/ou vídeos dos momentos importantes do experimento. Esses registros serão editados e compartilhados durante o último encontro.

#### ▪ **Referência:**

VOGEL, Arthur Israel. **Química Analítica Qualitativa**. Tradução de Antônio Gimeno. Revisão Técnica G Svehla. 5 ed. São Paulo: Mestre Jou, 1981.

## **Aula 4 – Montagem do Arranjo Experimental e Coleta de dados.**

### ▪ **Objetivos da Aula:**

Organizar o plano de trabalho experimental.

Separar os materiais e reagentes para a realização do experimento.

Fazer a pulverização e abertura da amostra de hematita.

Preparar as soluções para os testes qualitativos.

Executar os testes e coletar os resultados.

### ▪ **Tempo de aula: 2 h/a**

Neste encontro o professor precisará dispor de alguns recursos para conduzir a execução dos experimentos com os estudantes.

### **Amostras Minerais:**

Hematita ou magnetita.

### **Ferramentas:**

Martelo e uma base de material resistente para pulverizar a amostra.

### **Utensílios de Laboratório:**

Almofariz e Pistilo;

Espátula;

Béquer;

Vidro de Relógio;

Tubos de Ensaio;

Estante para tubos de ensaio;

Conta Gotas ou Pipeta de Pasteur;

Suporte universal;

Argola;

Funil de haste longa;

Papel de filtro;

**Reagentes:**

Ácido Clorídrico;  
Hidróxido de Sódio;  
Hidróxido de Amônio (solução de amônia);  
Tiocianato de Amônio;  
Hexacianoferrato(II) de potássio (opcional);  
Água destilada ou deionizada.

**Equipamentos:**

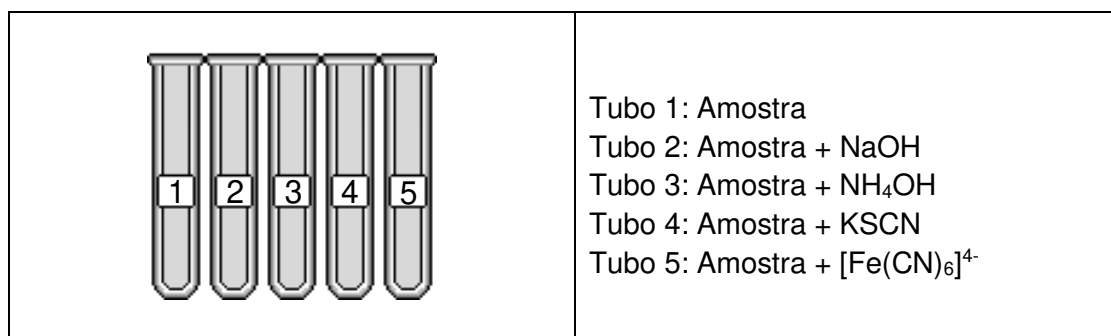
Smartphone;  
Fonte de aquecimento – Chapa aquecedora ou bico de Bunsen;  
Capela de Exaustão.

Obs.: Caso a escola não disponha da fonte de aquecimento e da capela de exaustão, o professor e os estudantes, devem deixar a amostra mineral, pulverizada, no béquer em contato com o ácido de um dia para o outro, ou por quanto tempo for necessário, para que o ataque da amostra forneça um líquido de coloração amarelada.

**Procedimento:**

1. O professor deve instruir os alunos trabalhem em pequenos grupos, dependendo dos materiais e espaço disponíveis no laboratório;
2. Os alunos devem receber orientações sobre como registrar o experimento em fotos ou vídeos, para posterior edição e compartilhamento.
3. Todos os participantes devem usar os equipamentos de proteção individual, como jaleco, óculos, máscara e luvas;
4. O professor irá apresentar a amostra aos alunos e pedir a um grupo que a quebre em pequenos pedaços usando um martelo e uma base apropriada;
5. Os pedaços da amostra devem ser transferidos para um graal de porcelana, onde outro grupo irá pulverizá-los com o auxílio do pistilo. Durante este processo, o professor deve questionar os alunos sobre a necessidade da pulverização, incentivando o diálogo durante toda a prática. Esse diálogo constante pode evitar que os alunos se dispersem e ajuda a manter o engajamento no decorrer da aula.
6. A amostra pulverizada deve ser transferida para um béquer e ácido clorídrico concentrado deve ser adicionado em quantidade suficiente para cobrir a amostra.
7. O béquer deve ser coberto com um vidro de relógio e aquecido. Este passo deve ser realizado em uma capela de exaustão ou em um local bem ventilado, devido à liberação de vapores ácidos.

8. O tempo de abertura depende de fatores como granulometria, temperatura, concentração do ácido e quantidade de ferro presente na amostra. O professor e os alunos devem observar as mudanças visuais durante o ataque, como a coloração castanha indicativa da migração do íon ferro(III) do retículo cristalino para a fase aquosa. Para executar os testes, não é necessário solubilizar completamente a amostra, cabe ao professor dialogar, mais uma vez com os alunos, para decidirem em conjunto a melhor maneira de administrar o tempo.
9. Um grupo deve montar um sistema de filtração simples para remover as partículas sólidas da amostra. Durante a filtração, o papel de filtro ficará impregnado com uma coloração amarela devido à presença do íon ferro(III). O papel deve ser lavado com água destilada ou deionizada para aumentar a concentração do íon ferro(III) no filtrado.
10. Os alunos que ainda não participaram do procedimento prático devem preparar as soluções dos reagentes disponíveis no laboratório, como hidróxido de sódio, hidróxido de amônio, tiocianato de amônio e hexacianoferrato(II) de potássio. A concentração das soluções não é tão crucial nas análises qualitativas como nas análises quantitativas, mas o professor e os alunos devem decidir juntos qual a melhor concentração a ser preparada. Por exemplo, se durante o teste com uma porção da amostra de íon ferro(III) e uma gota de solução de hidróxido de sódio não houver alteração, pode ser devido à acidez da amostra, exigindo mais hidróxido de sódio para neutralizar o ácido antes da precipitação do hidróxido de ferro(III), conforme indicado por Vogel (1981).
11. Cada grupo deve organizar uma estante com cinco tubos de ensaio limpos e numerados. Em cada tubo, deve-se adicionar água, destilada ou deionizada, até atingir aproximadamente 2cm da altura do tubo. Em seguida, em cada tubo, adicionam-se duas gotas da solução da amostra filtrada contendo os íons ferro(III). Um dos tubos será utilizado como tubo de referência, enquanto nos demais serão adicionadas algumas gotas das soluções reagentes, como esquematizado na figura abaixo.



12. O professor deve instruir cada grupo a se organizar para realizar os testes e documentar os resultados em fotos ou vídeos. Além disso, cada grupo deve usar a ficha fornecida anteriormente para comparar os resultados observados com os esperados, conforme descrito por Vogel (1981)
13. Após a prática, os resíduos devem ser descartados em um frasco providenciado pelo professor para tratamento adequado. Os grupos devem então limpar e organizar o laboratório para concluir a atividade.

▪ **Encerrando a aula: Proposta de pesquisa**

O professor solicitará aos estudantes que levem a ficha de identificação do íon ferro (III) para entregar a discussão dos resultados no próximo encontro.

Caso o professor tenha interesse e disponibilidade de recursos, outros minerais como halita (NaCl), galena (PbS), piritia (FeS<sub>2</sub>), calcita (CaCO<sub>3</sub>) podem ser analisados, nestes casos, tanto o cátion quanto o ânion são facilmente identificados.

▪ **Referências:**

VOGEL, Arthur Israel. **Química Analítica Qualitativa**. Tradução de Antônio Gimeno. Revisão Técnica G Svehla. 5 ed. São Paulo: Mestre Jou, 1981.

## Aula 5 – Análise dos Dados e Conclusão.

### ▪ Objetivos da Aula:

Organizar e discutir os resultados obtidos na prática;

Comparar os resultados obtidos com os resultados esperados, de acordo com a referência utilizada;

Expressar as reações dos testes na forma de equações químicas completas ou simplificadas.

### ▪ Tempo de aula: 2 h/a

Primeiramente, o professor deve pedir aos alunos que se organizem em pequenos grupos, mantendo os mesmos membros que participaram da atividade prática no laboratório. Depois disso, os alunos devem compartilhar os resultados coletados com os colegas do grupo e começar a comparar esses resultados com o que era esperado de acordo com a referência utilizada.

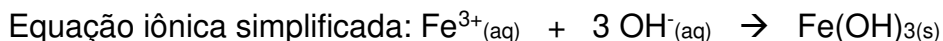
No final da segunda aula, os alunos receberam a tarefa de pesquisar sobre reações de dupla troca, onde precisavam definir e exemplificar esse tipo de reação. No início da terceira aula, os resultados dessas pesquisas foram compartilhados e discutidos para preparar os alunos para a interpretação dos resultados. Agora, o professor deve pedir aos alunos que escrevam as equações químicas que representam as reações observadas. É importante destacar, mais uma vez, o uso da simbologia, como letras maiúsculas e minúsculas, estados de agregação da matéria e o balanceamento das equações.

Durante a terceira aula, os alunos tiveram a oportunidade de organizar o planejamento da atividade prática em uma ficha de identificação de cátions e ânions, utilizando os resultados esperados. Agora, após a atividade prática, a ficha está completa pois inclui os resultados observados. Essas fichas devem ser revisadas novamente e discutidas em grupo, pois relacionam os resultados da prática e direcionam para a representação das equações das reações de cada teste realizado.

O professor deve circular entre os grupos e dialogar com os alunos para verificar se compreenderam a relação entre os resultados observados e as equações das reações envolvidas em cada um dos testes. Para confirmar a compreensão, o professor deve pedir aos alunos para mostrar os registros das fotos e vídeos e relacionar as observações com as respectivas equações. Isso ajudará a minimizar as dificuldades e erros na etapa de edição dos vídeo-relatórios que serão posteriormente compartilhados.

Outro ponto importante a ser discutido com os alunos é a representação da reação de duas maneiras diferentes. A equação iônica completa inclui todos os participantes da reação, enquanto a equação simplificada exclui os íons espectadores.

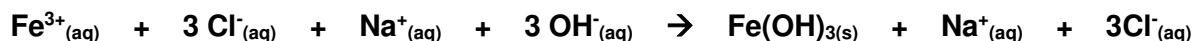
Para a equação da reação dos testes de caracterização do íon ferro (III) com o hidróxido de sódio, por exemplo, há duas possibilidades de representação.



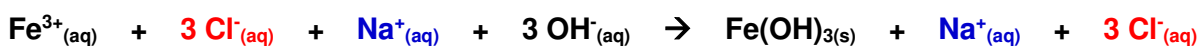
É importante que os alunos compreendam as duas maneiras de representar uma reação e suas respectivas intenções. Na equação completa é fácil visualizar a troca de íons entre as substâncias, resultando nos produtos. Um dos produtos é um sólido, o hidróxido de ferro (III), que os alunos observaram durante o experimento, enquanto o outro é o cloreto de sódio aquoso.

Este pode ser um momento propício para discutir conceitos simples sobre a solubilidade de compostos iônicos. A equação completa evidencia três compostos solúveis em água e um com baixa solubilidade. Já a equação iônica simplificada omite os íons espectadores. Apresentar e discutir ambas as representações com os alunos podem expandir seu entendimento na leitura e escrita científica, ajudando-os a compreender melhor o que foi feito, além de auxiliá-los na resolução de problemas futuros relacionados a este assunto.

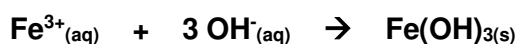
Escrever a equação completa na forma iônica, ou seja, com os compostos solúveis ionizados, pode ser uma estratégia útil para discutir as vantagens e desvantagens de cada representação. A equação completa, apresentada anteriormente, pode ser representada na forma iônica da seguinte maneira:



A partir da equação acima, o professor pode demonstrar aos alunos de forma didática, quais compostos são solúveis em água e quais íons não participaram diretamente da reação. Neste exemplo, os íons  $\text{Cl}^{-}$  e  $\text{Na}^{+}$  em destaque de vermelho e azul respectivamente, podem ser excluídos da equação.



Como esses íons iniciam e finalizam a reação como íons solúveis em água e não participam da formação de novos produtos, eles são considerados íons espectadores. Portanto, sua presença na equação pode ser dispensada, resultando na equação iônica simplificada:



Após essa discussão, o professor pode pedir aos alunos como atividade para avaliar a compreensão que escrevam, para cada um dos testes realizados, a equação completa, a equação iônica completa (com os íons dissociados) e a equação iônica simplificada.

Para encaminhar o encerramento deste encontro, o professor deve pedir a cada grupo que escreva um pequeno texto descrevendo o que foi realizado e o que aprenderam ao longo dos cinco encontros. No final do texto, os alunos devem responder à pergunta inicial da atividade: “Tem Ferro nesse mineral?” e explicar como foi possível comprovar ou refutar a presença de ferro na amostra analisada.

Para encerrar, cada grupo deverá ler em voz alta o texto produzido. Se necessário, o professor fará intervenções que julgar pertinentes. Este texto será utilizado como base para o roteiro do vídeo-relatório que os alunos deverão produzir.

▪ **Encerrando a aula: Orientações para a produção do vídeo relatório**

O professor deve orientar os alunos na produção do vídeo-relatório, destacando a importância de determinar o que deve ser apresentado e como. Uma sugestão é solicitar que os alunos criem um vídeo de 4 a 5 minutos, utilizando um aplicativo que permita futuras edições. Isso permitirá que o professor assista ao vídeo e, se necessário, solicite correções. A linguagem utilizada nos vídeos deve ser dinâmica, clara, objetiva e criativa, podendo utilizar recursos típicos da linguagem midiática da internet. No entanto, é fundamental que a linguagem científica seja incorporada de maneira obrigatória. É importante destacar aos alunos que uma linguagem científica não se resume a termos rebuscados e de difícil compreensão. Durante as discussões realizadas no decorrer da atividade, eles tiveram contato com esse tipo de linguagem, o que é natural e esperado no contexto acadêmico. No entanto, é fundamental que a linguagem utilizada no vídeo-relatório seja acessível, clara e compreensível para todos, sem perder a precisão e a objetividade necessárias em um contexto científico.

Para orientar os alunos, o professor pode sugerir os seguintes passos:

- 1º. Apresentar a amostra e o problema proposto, explicando o desafio: “como comprovar quimicamente a presença de ferro em uma amostra mineral”.
- 2º. Descrever como foi feito o planejamento do plano de trabalho, incluindo a construção do procedimento e referências utilizadas.
- 3º. Apresentar os resultados esperados e observados, usando fotos e vídeos coletados durante o experimento.
- 4º. Discutir os resultados observados, justificando-os com as equações das reações envolvidas nos testes realizados.
- 5º. Apresentar uma conclusão, respondendo à pergunta: “Tem ferro nesse mineral?” ; demonstrando como o experimento ajudou a responder à pergunta inicial.
- 6º. Enviar o vídeo (rascunho) para que o professor possa assistir, avaliar e sugerir correções.
- 7º. Fazer as correções sugeridas, salvar o vídeo no YouTube e compartilhar o link com o professor.



## **Aula 6 – Compartilhamento dos Trabalhos e Divulgação do Conhecimento.**

- **Objetivos da Aula:**

Compartilhar com a turma os vídeos produzidos pelos alunos;  
Eleger a melhor forma para compartilhar e divulgar os trabalhos para a comunidade;

- **Tempo de aula: 2 h/a**

- **Recursos Necessários:**

Computador com acesso à internet, projetor e caixas de som para exibição dos vídeos;

Neste encontro, o professor irá exibir os trabalhos produzidos para que a turma os aprecie. Após cada apresentação, o professor conduzirá uma discussão, permitindo que os alunos comentem, façam perguntas, elogiem e ofereçam críticas construtivas sobre o trabalho dos colegas.

Depois de assistir aos trabalhos, os alunos devem decidir como compartilharão o que aprenderam com a comunidade. O professor deve conversar com os alunos e sugerir algumas opções para a divulgação do trabalho. Dependendo das habilidades dos alunos e dos recursos na instituição, a divulgação científica pode ocorrer por meio de feiras, criação de blogs, sites e compartilhamento nas redes sociais.