

PRODUTO EDUCACIONAL

SEQUÊNCIA DE ENSINO INVESTIGATIVA

STÉFANNI CRISTINE SILVA
MARIANNA MEIRELLES JUNQUEIRA

MINERAÇÃO E BENEFICIAMENTO DO FERRO: IMPACTOS E POSSIBILIDADES



ppgecem

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E EDUCAÇÃO MATEMÁTICA



UNIVERSIDADE FEDERAL DE LAVRAS

MINERAÇÃO E BENEFICIAMENTO DO FERRO: IMPACTOS E POSSIBILIDADES



ppgecem

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E EDUCAÇÃO MATEMÁTICA

COLEÇÃO DE E-BOOKS *PRÁTICAS PEDAGÓGICAS E FORMAÇÃO DOCENTE*

MINERAÇÃO E BENEFICIAMENTO DO FERRO: IMPACTOS E POSSIBILIDADES

Stéfanni Cristine Silva
Marianna Meirelles Junqueira



Copyright © dos autores

Todos os direitos garantidos. Qualquer parte desta obra pode ser reproduzida, transmitida ou arquivada desde que levados em conta os direitos dos autores.

Ficha catalográfica elaborada pela Coordenadoria de Desenvolvimento do Acervo da Biblioteca Universitária da UFLA

Silva, Stéfanni Cristine

Mineração e beneficiamento do ferro: impactos e possibilidades /
Stéfanni Cristine Silva, Marianna Meirelles Junqueira. – Lavras:
PPGECM/UFLA, 2022. (Práticas pedagógicas e formação docente)
95 p. : il.

Bibliografia.

ISBN: 978-65-84982-02-4

1. Formação de professores. 2. Ensino de química. 3. Prática de
ensino. I. Junqueira, Marianna Meirelles. II. Título. III. Série.

CDD – 370.71

Ficha elaborada por Rafael Chaves Alem Martins (CRB 6/3590)

Coordenador da Coleção de e-books *Práticas Pedagógicas e Formação Docente*:

José Antônio Araújo Andrade

Editor responsável:

José Antônio Araújo Andrade

Revisão:

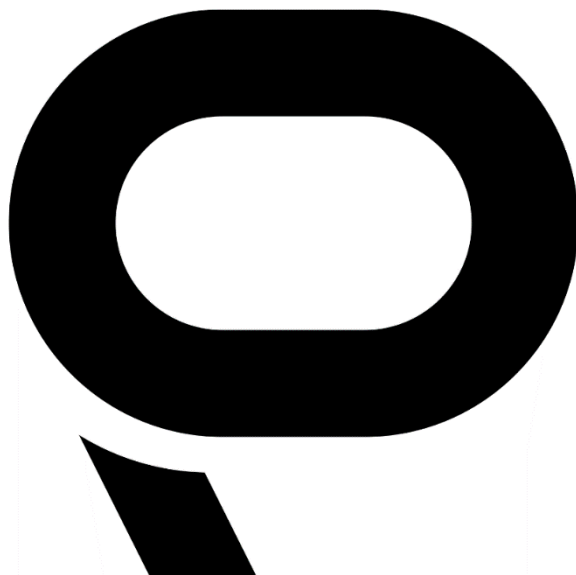
Isabela Vieira Lima

Capa:

Stéfanni Cristine Silva, Marianna Meirelles Junqueira e José Antônio Araújo Andrade

Diagramação:

José Antônio Araújo Andrade



Coleção de e-books Práticas Pedagógicas e Formação Docente

José Antônio Araújo Andrade

Marianna Meirelles Junqueira

Iraziet da Cunha Charret

Conselho Editorial

Dra. Adair Mendes Nacarato – Universidade São Francisco – Brasil

Dra. Adriana Aparecida Molina Gomes – Universidade Federal do Mato Grosso do Sul – Brasil

Dra. Adriana Correia de Almeida – Instituto Federal do Sul de Minas – Brasil

Dra. Cármen Lúcia Brancaglioni Passos – Universidade Federal de São Carlos – Brasil

Dra. Cristina Carvalho de Almeida – Instituto Federal do Sul de Minas – Brasil

Dr. Evandro Fortes Rozentalski – Universidade Federal de Itajubá – Brasil

Dra. Flávia Cristina Figueiredo Coura – Universidade Federal de São João Del Rei – Brasil

Dra. Francine de Paulo Martins Lima – Universidade Federal de Lavras – Brasil

Dr. Frederico Augusto Totti – Universidade Federal de Alfenas – Brasil

Dr. Gildo Giroto Junior – Universidade Estadual de Campinas – Brasil

Dra. Iraziet da Cunha Charret – Universidade Federal de Lavras – Brasil

Dr. João Pedro da Ponte – Universidade de Lisboa – Portugal

Dr. José Antônio Araújo Andrade – Universidade Federal de Lavras – Brasil

Dra. Leonor Santos – Universidade de Lisboa – Portugal

Dr. Luciano Fernandes Silva – Universidade Federal de Itajubá – Brasil

Dra. Maria do Carmo de Sousa – Universidade Federal de São Carlos – Brasil

Dra. Marianna Meirelles Junqueira – Universidade Federal de Lavras – Brasil

Dr. Regilson Maciel Borges – Universidade Federal de Lavras – Brasil

Dra. Regina Célia Grando – Universidade Federal de Santa Catarina – Brasil

Dr. Ronei Ximenes Martins – Universidade Federal de Lavras – Brasil

Dr. Vitor Fabrício Machado Souza – Universidade Federal do Paraná – Brasil

Dr. Wilson Elmer Nascimento – Universidade Federal do Rio Grande do Norte – Brasil

SUMÁRIO

1 APRESENTAÇÃO.....	9
2 INTRODUÇÃO.....	11
3. JUSTIFICATIVA.....	15
4. OBJETIVOS.....	19
5. DETALHAMENTO DAS AULAS.....	21
AULA 1: LEVANTAMENTO DAS CONCEPÇÕES PRÉVIAS.....	21
AULA 2: RODA DE CONVERSA E DISCUSSÃO DA QUESTÃO PROBLEMA.....	26
AULA 3: POR QUE E COMO OCORRE A EXTRAÇÃO MINERAL?.....	34
AULA 4: COMO OCORRE A EXTRAÇÃO MINERAL DO FERRO?.....	39
AULA 5: DA EXTRAÇÃO A SIDERURGIA.....	44
AULA 6: COMO A HEMATITA SE TRANSFORMA EM FERRO GUSA, E O FERRO GUSA EM AÇO?.....	48
AULA 7: EXPERIMENTO “VIOLETA QUE DESAPARECE” – DIFERENCIANDO TRANSFORMAÇÕES QUÍMICAS E TRANSFORMAÇÕES FÍSICAS.....	53
AULA 8: PROBLEMATIZAÇÃO SOBRE O EXPERIMENTO E DISCUSSÃO SOBRE TRANSFORMAÇÕES QUÍMICAS (DIMENSÕES MACROSCÓPICA, SUBMICROSCÓPICA E SIMBÓLICA).....	63
AULA 9: ÁGUA E SUAS TRANSFORMAÇÕES FÍSICAS.....	68
AULA 10: TRANSFORMAÇÕES FÍSICAS E QUÍMICAS NO BENEFICIAMENTO DO FERRO.....	73
AULA 11: TRANSFORMAÇÕES FÍSICAS E QUÍMICAS NO ALTO FORNO..	80
AULA 12: SISTEMATIZAÇÃO DAS IDEIAS RELACIONADAS ÀS TRANSFORMAÇÕES QUÍMICAS E FÍSICAS.....	85
AULA 13: CARTA AO PREFEITO.....	89
6. SUGESTÕES ADICIONAIS.....	91
REFERÊNCIAS.....	93



APRESENTAÇÃO

O presente trabalho consiste em um produto educacional desenvolvido no âmbito do programa de Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Educação Matemática da Universidade Federal de Lavras.

A gênese desta proposta pedagógica teve como ponto de partida as reflexões acerca de alguns desafios educacionais relacionados ao ensino e aprendizado de química, e uma busca por superação desses por meio da Sequência de Ensino Investigativa (SEI), aqui apresentada e intitulada “Mineração e Beneficiamento do Ferro: Impactos e Possibilidades”.

A SEI busca, primordialmente, contemplar três aspectos educacionais apresentados a seguir:

- 1º. Enquanto educadores e pesquisadores, temos buscado, nos últimos anos, colocar em prática ações que fazem uso do contexto sociocultural dos estudantes, para que, por meio do estudo desse, o aluno seja capaz de construir o conhecimento científico de maneira significativa, utilizando tais saberes para atuação consciente em sua comunidade. Assim, buscamos com as atividades propostas neste material, ir ao encontro de uma ação pedagógica que aborde de maneira equilibrada a contextualização sociocultural e o desenvolvimento do conhecimento científico em Química. Esperamos que por meio das aulas apresentadas na SEI, estudantes e professores possam desenvolver tais saberes com equidade e de maneira integral, sem que haja detrimento da contextualização pelo conhecimento químico, ou o contrário.
- 2º. Entendendo a complexidade de se associar os fenômenos observáveis, ou seja, macroscópicos, aos fenômenos submicroscópicos, e tendo como base a teoria científica, buscamos, por meio das aulas aqui apresentadas, auxiliar estudantes e professores no desenvolvimento de um olhar mais amplo e complexo sobre os fenômenos observáveis. Propomos então que, no decorrer

das aulas, alunos e professores busquem sempre entender os fenômenos macroscópicos, por meio do estudo da teoria científica que os explicam; investigando o que ocorre submicroscopicamente para que tais fatos se desenvolvam, e por fim, busquem representar as ocorrências visíveis e submicroscópicas por meio de símbolos. Desta forma, esperamos que seja possível aos estudantes iniciar ou dar continuidade ao desenvolvimento de uma compreensão da química que vislumbre as perspectivas macroscópica, submicroscópica e simbólica.

- 3º. Compreendemos que uma ação educacional que busca desenvolver os conhecimentos científicos por meio de uma temática social relevante a comunidade na qual o aluno participa, deve auxiliá-lo a tornar-se um cidadão capaz de atuar na sociedade utilizando dos conhecimentos construídos na escola. Desta forma, na SEI, são propostas atividades que podem vir a possibilitar aos estudantes o desenvolvimento do olhar crítico sobre as situações, da reflexão, da argumentação, do diálogo e da exposição de ideias. De maneira que compreendam os meios pelos quais possam transformar seus conhecimentos em ação consciente.

Por fim, ressaltamos que a atividade mineradora foi escolhida como foco da SEI, devido sua relevância socioeconômica tanto para o estado de Minas Gerais, como para o Brasil enquanto país. Porém, seus possíveis impactos socioambientais têm se tornado reais, causando degradação do meio ambiente e ceifando vidas. Assim, entendemos a relevância do tema a ser escolhido para o estudo das Transformações Químicas e Transformações Físicas.



INTRODUÇÃO

O texto que segue apresenta um detalhamento da SEI “Mineração e Beneficiamento do Ferro: Impactos e Possibilidades”, constituída por um total de 13 aulas que foram propostas visando o desenvolvimento de atividades que possam auxiliar os estudantes na compreensão do contexto relacionado à extração mineral no estado de Minas Gerais.

A sequência de aulas também almeja apoiar os estudantes para que alcancem o entendimento de como os conhecimentos em Química, desenvolvidos durante a SEI, podem colaborar para uma melhor percepção do contexto sociocultural no qual participam. Uma síntese da SEI e dos objetivos de cada aula pode ser observada no Quadro 1.

Quadro 1 – Aulas da SEI Mineração e seus objetivos

AULA	OBJETIVOS
1	Realizar um levantamento das concepções prévias dos estudantes relacionadas a seus conhecimentos sobre Transformações Químicas e Físicas, bem como sobre a atividade mineradora, por meio de um questionário e diálogos , de maneira a auxiliar no planejamento das atividades a serem realizadas em sala de aula.
2	Por meio de uma roda de conversa motivada por fotografias , espera-se identificar e retomar conteúdos de importância na estrutura cognitiva dos estudantes sobre a atividade mineradora, o processo de beneficiamento do ferro e suas influências sobre a vida em sociedade.
3	Por meio da apresentação de pesquisas realizadas em casa pelos estudantes , pretende-se auxiliá-los a compreenderem que a mineração não está desvinculada de seu contexto sociocultural, e dar continuidade à reflexão sobre possíveis impactos e as relações que a mineração possui com a química.
4	Realizar, juntamente com os estudantes, a partir de uma aula dialogada , a sistematização das ideias desenvolvidas por meio das pesquisas , de forma a iniciar o estudo das transformações físicas e buscando auxiliar os estudantes a desenvolverem uma compreensão inicial sobre como o minério de ferro é extraído da natureza e por quais processos é submetido para a obtenção do aço.
5	A partir do estudo de um material em vídeo , desenvolver uma reflexão orientada sobre como ocorre o fenômeno químico no qual a hematita se transforma em ferro gusa, e o ferro gusa se transforma em aço, para que os estudantes iniciem ou deem continuidade à construção de conhecimentos científicos relacionados às Transformações Físicas e Transformações Químicas.

6	Utilizando de um questionário escrito , proporcionar aos estudantes um momento de sistematização das ideias relacionadas aos processos siderúrgicos para obtenção do ferro gusa e do aço, discutidas nas aulas anteriores, além da elaboração de hipóteses sobre o que ocorre na estrutura submicroscópica dos materiais, resultando em suas transformações.
7	Desenvolver uma atividade experimental investigativa que busque auxiliar os estudantes a desenvolverem a compreensão sobre o que são Transformações Químicas e Físicas, e realizar uma introdução ao estudo das reações químicas por meio da observação das evidências macroscópicas dos fenômenos.
8	Através de uma aula dialogada , possibilitar aos estudantes que sejam capazes de construir, a partir dos fenômenos observados e problematizados na atividade experimental, os conceitos de transformações químicas, reagentes e produtos e conservação da massa, buscando criar relações entre as representações simbólica, macroscópica e submicroscópica.
9	Realizar, por meio de um experimento demonstrativo investigativo , um estudo dos fatos experimentais observáveis envolvidos no processo de derretimento do gelo, para que os estudantes sejam capazes de lembrar ou ressignificar o conceito de Transformações Físicas.
10	Utilizando de uma aula dialogada , retomar com os estudantes as conceituações construídas nas aulas 7, 8 e 9 sobre as TF e TQ, por meio de um estudo mais detalhado sobre como ocorre a preparação do minério hematita e seus derivados, para que possam posteriormente serem utilizados na siderurgia.
11	Por meio de aula dialogada , proporcionar aos estudantes que deem continuidade ao desenvolvimento dos conhecimentos científicos relacionados as TQ e TF, por meio do estudo das transformações que ocorrem no alto forno para a produção do aço.
12	Por meio de um questionário , investigar como se deu a construção de conhecimentos dos estudantes no que diz respeito às Transformações Químicas e Físicas, compreendendo a forma como os mesmos associam tais transformações às situações cotidianas.
13	Propor aos estudantes a escrita de uma carta , por meio da qual buscamos incentivá-los à reflexão acerca dos aprendizados construídos durante a SEI e como esses podem colaborar em seus posicionamentos acerca da atividade de extração mineral.

Fonte: Elaborado pelas autoras (2021)

Por meio das atividades apresentadas no Quadro 1, pretende-se que o professor seja capaz de desenvolver, juntamente com os estudantes, os tipos de conteúdo que serão apresentados a seguir, tendo sempre em vista que outros conteúdos podem ser integrados, considerando ainda as possíveis adaptações feitas por cada professor.

- ❖ **Conceituais:** Reconhecer o que são Transformações Químicas (TQ), identificando as evidências de sua ocorrência e como podem modificar os materiais; Reconhecer e representar as TQ por meio de equações, relacionando tais equações ao rearranjo atômico; Reconhecer a

conservação do número de átomos e da massa nas TQ; Explicar e compreender as TQ por meio de modelos, manipulando-os adequadamente; Compreender o que são Transformações Físicas (TF), diferenciando os tipos de transformações; Investigar como os diferentes tipos de transformações ocorrem na extração mineral do ferro;

- ❖ **Procedimentais:** Desenvolvimento de hipóteses, pesquisas e habilidades relacionadas ao diálogo; Organização de dados, interpretação e construção de textos, gráficos e imagens para representação do universo macroscópico e submicroscópico; Elaboração de resumos, revisões e o desenvolvimento de habilidades relacionadas ao laboratório de química, como manipulação de reagentes e vidrarias;
- ❖ **Atitudinais:** Manifestar opiniões por meio da escrita e da fala; Realizar reflexões relacionadas a atividade mineradora, buscando compreender por meio de quais procedimentos essa é realizada, como a química se relaciona a essa atividade de exploração e quais são suas implicações sobre a economia, sociedade e meio ambiente; Respeitar os momentos de fala dos colegas, ouvindo, estando atento as suas falas e colaborando ao compartilhar ideias pessoais. Dessa forma, à medida que novas informações são compartilhadas e sistematizadas por professor e estudantes, será possível a construção do conhecimento de maneira colaborativa e a participação dos alunos nas atividades propostas com postura ativa, demonstrando interesse em solucionar as problemáticas estudadas no decorrer das aulas.



JUSTIFICATIVA

Os conceitos relacionados às Transformações Químicas se apresentam como um dos eixos centrais do ensino e aprendizagem em química, pois permitem aos estudantes e educadores compreenderem as interações químicas existentes entre os constituintes da matéria e como tais interações resultam em diversos fenômenos tangíveis da vida cotidiana. Porém, é relatado na literatura que os alunos têm apresentado concepções alternativas e dificuldades no entendimento desses conceitos, o que pode resultar em entraves para compreensão da química e de sua relevância no desenvolvimento do cidadão crítico (MORTIMER; MIRANDA, 1995; ROSA; SCHNETZLER, 1998; NERY, LIEGEL; FERNANDEZ, 2007)

Dessa forma, diversos autores têm colocado em evidência os desafios relacionados à compressão do aluno sobre o que é uma Transformação Química, dentre os quais destacamos a dificuldade em transitar nos níveis fenomenológico e molecular, o não reconhecimento da conservação da massa, da existência de reagentes não perceptíveis à visão como os gases, dificuldade em distinguir quais constituintes se transformam e quais permanecem constantes em uma reação, a incompreensão sobre as distinções existentes entre Transformações Químicas e Transformações Físicas, o animismo atribuído aos fenômenos químicos, ou seja, conferir a esses, sentimentos e ações humanas, entre outras (MORTIMER; MIRANDA, 1995; ROSA; SCHNETZLER, 1998; NERY, LIEGEL; FERNANDEZ, 2007).

Assim, dentre os entraves ao ensino e aprendizagem em química, destacamos, como ponto característico, as dificuldades que os alunos têm apresentado em se apropriar e articular os três níveis do pensamento químico, conforme elucidado por Johnstone (2006). Segundo o autor, essa ciência pode ser explicada por meio de três níveis de compreensão, iniciando pelo nível macroscópico, que consiste em objetos que podem ser observados, tocados, aferidos experimentalmente; posteriormente, pelo nível submicroscópico, que se refere ao universo não perceptível a olho nu, dos fenômenos, ou seja, átomos, moléculas, íons e suas interações; e por fim, o nível

simbólico, que diz respeito às fórmulas, equações e gráficos. Por meio da união desses três níveis de compreensão, torna-se possível uma construção de ideias mais ampla dos fenômenos experimentais observáveis.

Tendo conhecimento dessa realidade, compreendemos que se faz necessário uma abordagem das Transformações Químicas que contemple o estudo submicroscópico e simbólico de situações vivenciadas no ambiente macroscópico dos estudantes. Para tal, encontramos na proposta do movimento CTSA (Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente), posta em prática por meio de Temas Geradores (TG), uma possibilidade para o desenvolvimento dos três níveis do pensamento químico no ensino.

Segundo Delizoicov (1991), Solino e Gehlen (2014), os TG consistem em tópicos de estudo, relevantes à comunidade onde a escola está situada, que contemplem questões históricas, políticas e culturais, sobre as quais os alunos são levados a refletir, se posicionar e atuar, potencializando o aprendizado dos conteúdos de química, que irão emergir à medida que os estudantes observam e buscam compreender a questão de estudo por meio das perspectivas científica, tecnológica, social e ambiental, conforme proposto pelo movimento CTSA, ampliando sua visão de mundo.

Tendo em vista tais aspectos, apresentamos, no presente trabalho, uma Sequência de Ensino Investigativa (SEI), ou seja, uma sequência de atividades (aulas) planejada com o objetivo de proporcionar aos estudantes situações nas quais possam manifestar e utilizar seus conhecimentos prévios relacionados às Transformações Químicas, para construção de novos conhecimentos. Por meio de atividades investigativas como experimentação e diálogo entre os pares, auxiliando os alunos a transitarem do conhecimento espontâneo ao científico (CARVALHO, 2013).

Carvalho (2013) ressalta a necessidade de que uma SEI tenha como ponto de partida um tema gerador, por meio do qual é possível realizar uma contextualização significativa e a construção dos conhecimentos científicos. É nesse contexto que concebemos a atividade mineradora como um tema gerador em potencial para o desenvolvimento de uma SEI, visto que as problematizações em torno dessa ainda são pouco exploradas no cenário educacional, podendo ser destacados alguns trabalhos como os de Zan (2012) e Santos *et al.* (2014). Outro aspecto relevante é que o desenvolvimento histórico, social, econômico e tecnológico do estado de Minas

Gerais (MG) e, mais especificamente, da cidade de Lavras - MG, onde a presente SEI foi ministrada, ocorreram em torno da extração mineral, que ainda hoje está presente como uma das atividades que movimentam a economia, podendo trazer consigo impactos diversos sobre a sociedade na qual os estudantes participam.

Indo além, destacamos que a temática mineração pode ser utilizada como questão de estudo nas escolas de todo território nacional, tendo em vista que o Brasil, em suas origens, está intimamente ligado à atividade de extração mineral. Além do fato de que, o país, enquanto nação, alicerça parte de sua economia atual em torno dessa atividade exploratória, podendo gerar impactos sobre a sociedade e meio ambiente.

Dessa forma, optou-se pela elaboração de uma SEI, possuindo como tema gerador a “Extração Mineral do Ferro e seu Beneficiamento” por meio da qual buscou-se auxiliar os estudantes no desenvolvimento do pensamento químico relacionado às transformações químicas, em seus níveis de compressão, macroscópico, submicroscópico e simbólico. De maneira que os estudantes se tornassem capazes de compreender o que ocorre no nível atômico molecular, durante a ocorrência dos fenômenos de transformações químicas, bem como as relações que essas estabelecem com os eventos observáveis no nível macroscópico, os quais possuem influência sobre o desenvolvimento tecnológico, social e ambiental.



OBJETIVOS

Auxiliar estudantes do 1º ou 2º ano do Ensino Médio a construírem uma compreensão sobre o que são Transformações Químicas e Transformações Físicas, utilizando os três níveis do pensamento químico e tecendo relações sobre como tais transformações ocorrem no beneficiamento do ferro. Espera-se também que os estudantes investiguem quais os rejeitos químicos, os riscos e os benefícios socioambientais que a extração mineral pode proporcionar à vida de sua comunidade, desenvolvendo uma compreensão mais elaborada acerca desses processos, de maneira que se tornem aptos a promover ações de conscientização.



DETALHAMENTO DAS AULAS

AULA 1: LEVANTAMENTO DAS CONCEPÇÕES PRÉVIAS

Objetivos: Realizar um levantamento das concepções prévias dos estudantes de maneira a auxiliar no planejamento das atividades a serem realizadas em sala de aula. Para tal, um questionário foi desenvolvido, de forma que os estudantes sejam capazes de manifestar suas concepções iniciais acerca da exploração e beneficiamento do ferro, bem como sobre o que são Transformações Químicas e Físicas e como essas estão envolvidas na obtenção do ferro metálico.

Para início da SEI, é sugerido ao professor que utilize o questionário apresentado na atividade 1, com o intuito de investigar as concepções prévias dos estudantes acerca do processo de beneficiamento do ferro, e compreender quais são as perspectivas macroscópica, submicroscópica e simbólica que os estudantes possuem sobre as Transformações Químicas e Físicas.

Atividade 1 – Questionário prévio

Nome: _____ Turma: _____

1. Qual nome você daria ao processo no qual uma geleira derrete?

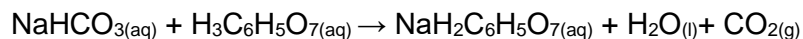
2. De acordo com sua opinião e seus conhecimentos químicos, o que ocorre microscopicamente para que este fenômeno de derretimento das geleiras aconteça? Elabore um desenho que mostre sua ideia no quadro abaixo e o explique por meio de um pequeno texto.

-
-
3. Ao lançarmos um comprimido para azia e má digestão na água, como Eno ou Sonrisal, o que acontecerá com o comprimido e com a água?

4. Qual nome você daria ao processo ocorrido quando comprimido e água entram em contato?

5. De acordo com sua opinião e seus conhecimentos químicos, o que ocorre Submicroscopicamente para que este fenômeno aconteça? Elabore um desenho que mostre sua ideia no quadro abaixo e o explique por meio de um texto.

6. Observe a equação química a seguir.



Quais informações esta equação química apresenta?

7. Quais materiais você acredita que são explorados nas Jazidas de Minas Gerais?

8. Em quais situações do dia a dia você utiliza esses materiais?

9. Como você acredita que é realizada a extração mineral do ferro? Que consequências esta pode ocasionar em nosso cotidiano?

Conversando com o professor

O questionário para levantamento de conhecimentos prévios tem como objetivo: auxiliar e incentivar o estudante a refletir e expressar, de forma escrita, quais são seus conhecimentos (científicos ou gerais) e posicionamentos iniciais acerca de determinado tema. Posteriormente, as respostas dos alunos ao questionário deverão ser analisadas pelo professor e utilizadas para possíveis adequações no planejamento das aulas subsequentes da SEI, de forma a atender as necessidades particulares de sua realidade.

Neste momento, é de extrema importância que o professor se coloque em uma postura ativa na sala de aula, de maneira que incentive os estudantes a refletirem sobre as questões propostas, levando-os a responder essas. É sugerido ao professor que, inicialmente, apresente o questionário aos alunos, explique o seu objetivo, deixando claro que a atividade visa auxiliá-los a manifestarem suas opiniões e os conhecimentos que possuem sobre o tema abordado nas perguntas, por meio de respostas escritas e desenhos, para que, nas aulas posteriores, estejam preparados para dialogarem acerca de tais questões as quais serão revisitadas, bem como para adequação das aulas seguintes, levando em consideração os conhecimentos que eles

já desenvolveram em sua cognição e que tem possibilidade de serem desenvolvidos por meio das aulas.

É interessante que o professor tome algumas questões como exemplo para questionar os estudantes acerca de seu entendimento sobre o que é algo macroscópico (observado pelos nossos olhos) e submicroscópico (o que não pode ser visto a olho nu ou que é visto apenas com auxílio de um microscópio), de forma que possíveis dúvidas possam ser esclarecidas. Posteriormente, o professor poderá liberar os alunos para iniciarem as respostas à atividade, se mantendo sempre ativo durante essa. É sugerido ao professor que transite pela sala, buscando perceber as inquietações dos alunos, de forma a estabelecer diálogo a respeito de tais dificuldades. Lembre-se, cabe ao professor a função de incentivar o aluno à reflexão, sendo cauteloso para não induzir respostas, de maneira que a concepção prévia do aluno seja preservada e respeitada.

Os alunos poderão apresentar, inicialmente, alguns impasses, como relatar que as perguntas possuem um alto nível de abstração e que não conseguem pensar sobre elas, dificuldades em elaborar hipóteses sobre as situações apresentadas pelas perguntas, dificuldades em se apropriar dos modelos representacionais, como os modelos atômicos, e de representar submicroscopicamente agentes invisíveis, como os gases. Entretanto, essas possíveis dificuldades iniciais são comuns devido à pouca familiaridade dos estudantes em pensar no universo submicroscópico e representá-lo, porém, com o incentivo do professor, tais desafios poderão ser superados gradualmente, à medida que será possível aos estudantes o desenvolvimento de uma compreensão mais ampla de seus conhecimentos químicos.

Outra característica que pode ser recorrente nas respostas dos estudantes é a utilização das representações simbólicas da química para se realizar uma conexão entre os fenômenos macroscópicos e submicroscópicos, existindo assim uma dificuldade de transitar de forma direta entre os níveis macroscópicos e submicroscópicos; além de, possivelmente, apresentarem entraves em relacionar os fenômenos experimentais relatados no questionário com as equações químicas.

É necessário que o professor esteja atento a quais questões e conhecimentos da atividade 1 se apresentaram mais desafiadoras aos alunos, para que no decorrer das aulas da SEI, busque, juntamente com os estudantes, revisitar as perspectivas

ideias, auxiliando-os na superação de suas dificuldades e na construção de novos saberes.

Ressaltamos, ainda, que o professor pode adotar outras estratégias para investigar quais são as concepções iniciais dos estudantes. Destacamos como exemplos: o uso de histórias em quadrinhos - HQ's, que pode trazer maior ludicidade a aula; uma roda de conversa, que poderá trazer características ainda mais dialógicas; ou até mesmo elaborar um jogo de perguntas e respostas relacionado ao tema em estudo.

Material de apoio

Para esta aula, é importante que o professor tenha ciência sobre quais são as principais dificuldades e concepções alternativas dos estudantes relacionadas a compreensão dos conceitos de Transformações Químicas e Físicas, bem como tenha conhecimento de possíveis caminhos para que seja capaz de auxiliar os estudantes na superação dessas questões.

Para tal, sugerimos a leitura dos artigos:

MACHADO, A. H. Pensando e Falando Sobre Fenômenos Químicos. **Química Nova na Escola**, n. 12, p. 38-42, Novembro 2000.

NERY, A. L. P.; LIEGEL, R. M. L.; FERNANDEZ, C. Um olhar crítico sobre o uso de algoritmos no Ensino de Química no Ensino Médio: a compreensão das transformações e representações das equações químicas. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias (REEC)**, v. 6, n. 3, p. 587-600, 2007.

Avaliação

A avaliação poderá ser realizada por meio da análise das respostas escritas desenvolvidas pelos estudantes na Atividade1, bem como por meio das inquietações que os estudantes podem ter apresentado ao professor através de diálogos.

Recursos

Para o desenvolvimento da aula é necessário que o professor disponibilize a Atividade 1, de maneira impressa aos alunos.

AULA 2: RODA DE CONVERSA E DISCUSSÃO DA QUESTÃO PROBLEMA

Objetivos: Para esta aula, a proposta é a utilização de uma roda de conversa motivada por fotografias, como organizador prévio (MOREIRA, 2012). Espera-se que, por meio dessa atividade, seja possível identificar e retomar conteúdos de importância na estrutura cognitiva dos estudantes sobre: a atividade mineradora, o processo de beneficiamento do ferro e suas influências sobre a vida em sociedade, compreendendo a importância de tais ideias para a aprendizagem de novos conceitos.

Para o início da aula, sugerimos que o professor crie uma mostra de fotos relacionadas à mineração e seus impactos positivos e negativos sobre a sociedade. Algumas sugestões de fotografias podem ser encontradas no “Material de apoio” ao final da descrição desta aula. O professor poderá sugerir aos alunos que observem as imagens e, dentre essas, escolha duas que lhe chamem a atenção. Após isso, que redijam um texto breve explicando quais fotografias escolheram, qual situação cada imagem relata e o porquê de suas escolhas, como indicado na atividade 2, conforme sugerido a seguir.

Atividade 2 - Reflexões sobre as imagens

Nome: _____ Turma: _____

1. Qual o número de sua imagem?

2. Para você, o que ela retrata ou qual história ela conta?

3. Por que você escolheu esta imagem?

Após esse primeiro momento, o professor poderá organizar a classe em uma roda e estabelecer um diálogo com os estudantes, explicando de forma breve o que é uma roda de conversa, o porquê da realização dessa atividade, a importância de expor sua opinião e respeitar os momentos de fala dos colegas. Posteriormente, a roda poderá ser iniciada, possuindo por objetivo auxiliar os estudantes a interpretar, elaborar hipóteses, explicar e desenvolver suas impressões e compreensões a respeito das imagens escolhidas. Dessa forma, alguns questionamentos, como os sugeridos a seguir, poderão ser utilizados pelo professor durante o diálogo relacionado às fotos.

1. Qual imagem você escolheu?
2. Por que essa imagem te impressiona?
3. Qual é o contexto ou situação apresentado por sua imagem?
4. Vocês acreditam que as diferentes imagens possuem relação entre si?
5. Para vocês, as imagens tratam de alguma atividade humana específica? Se sim, qual?
6. Vocês acreditam que os objetos retratados pelas imagens são relevantes para a vida cotidiana?
7. Vocês utilizam esses objetos?
8. Para vocês, as fotos que apresentam objetos possuem alguma relação com as fotos que apresentam a atividade mineradora?
9. As imagens apresentam alguma consequência negativa da mineração?
10. Quais consequências negativas podem ser observadas?
11. As imagens apresentam alguma consequência positiva que demonstra a importância da mineração?
12. Vocês acreditam, utilizando as informações fornecidas pelas imagens, bem como todo conhecimento que vocês possuem sobre a mineração, que essa atividade é importante para a vida cotidiana, se apresentando como algo que não possa ser deixado de lado?
13. Vocês acreditam que os impactos causados pela mineração podem ser diminuídos?
14. Quais sugestões vocês podem propor para redução desses impactos?

Para finalizar a roda de conversa, indica-se a apresentação da questão problema da SEI aos estudantes, dando início aos primeiros diálogos e discussões em torno dessa.

Questão Problema:

“Como é realizada a extração mineral do ferro? Quais as influências que esta atividade pode ocasionar em nosso cotidiano?”

Assim, por meio da roda de conversa, espera-se que seja possível auxiliar os alunos na compreensão de quais são as concepções prévias pessoais e dos pares, e seus posicionamentos iniciais sobre a mineração, sua relevância e respectivos impactos.

Após o diálogo sobre a questão problema, o professor poderá realizar o encerramento da roda de conversa e propor aos estudantes uma atividade para casa que é apresentada a seguir (Atividade 3), organizando a classe em grupos.

Atividade 3 - Mineração em Lavras

Atividade em Grupo: Propõem-se que a sala seja dividida em grupos com o número de integrantes que o professor julgar mais propício. Cada grupo irá pesquisar um dos seguintes tópicos e apresentar sua pesquisa por meio de slides, vídeos, objetos ou materiais impressos.

1. Quais tipos de minérios são explorados na cidade de Lavras e região? Quais são suas composições químicas? E quais as principais empresas que realizam a atividade mineradora?
 2. Quais são as etapas da extração mineral feitas em Lavras e região? Quais resíduos químicos são gerados pela exploração desses minérios?
 3. Para onde vai o minério extraído em Lavras e região? Qual é a utilização desse minério no cotidiano?
 4. Quais impactos sociais e ambientais, positivos e negativos, a mineração causa na região de Lavras? Cite pelo menos 2 exemplos de impactos positivos e 2 exemplos de impactos negativos.
-

Conversando com o professor

A roda de conversa consiste em uma estratégia pedagógica em que o professor propõe aos estudantes uma situação de estudo desafiadora, capaz de despertar questionamentos e indagações, para os quais os alunos buscarão soluções. Porém, essa busca por respostas não ocorre de maneira individual. A roda de conversa proporciona aos estudantes a possibilidade de exercer participação ativa, por meio do compartilhamento de ideias e conhecimentos relacionados a situação em estudo, sempre moderado pelo professor, que atua como mediador, organizando o ambiente de aprendizado.

Dessa forma, cabe ao professor buscar estabelecer um ambiente propício ao diálogo. É importante orientar os estudantes que é indispensável respeitar o momento de fala dos pares, bem como ressaltar que o objetivo da roda de conversa é garantir que cada estudante se sinta livre para expor suas ideias, e que elas, ao serem compartilhadas e estudadas por todos, poderão levar os estudantes participantes da roda à construção de um novo conhecimento, mais complexo do que aquele que possuíam inicialmente (BEDIN; PINO, 2017).

Assim, como proposto para estruturação da aula, foi sugerida a utilização de uma mostra de fotos, que pode ser organizada em forma de mural em um espaço mais aberto da escola, permitindo a livre circulação dos alunos. Propomos também que a roda de conversa seja realizada no mesmo ambiente que a mostra de fotos, visando otimizar o tempo e proporcionar ao aluno um ambiente diferenciado de aprendizagem.

É importante que as imagens escolhidas retratem a realidade relacionada à extração mineral, de maneira mais ampla possível, perpassando, principalmente, o âmbito da extração, impactos ambientais e o desenvolvimento tecnológico e social proporcionados pela mineração. Dessa forma, espera-se que os estudantes sejam colocados em contato com a situação de estudo de maneira ampla e iniciem reflexões acerca dos impactos positivos e negativos dessa atividade de exploração.

Os alunos poderão apresentar grande envolvimento nas discussões, o que poderá resultar em uma ampliação no número de aulas destinadas à roda de conversa, à apresentação da questão problema e à formação de grupos de pesquisa. Assim sendo, a aula aqui proposta pode passar por adaptações diversas, planejadas pelo professor que se propõe a desenvolvê-las.

Em turmas nas quais os alunos não possuem o hábito de realizar tarefas de casa, o professor pode realizar a atividade de pesquisa dos grupos em uma aula adicional, destinada à pesquisa, como ocorreu com as autoras deste estudo em uma das turmas participantes. Outra adaptação realizada na prática, ao desenvolver a aula proposta, foi a substituição da mostra de fotos em ambiente externo utilizando um mural, por uma exposição no próprio ambiente da sala de aula, devido às limitações estruturais da escola.

Além das adaptações citadas, compreendemos que o tema da pesquisa proposta para casa possa ser redefinido para a região onde o aluno reside, tornando a contextualização ainda mais rica e próxima da realidade imediata dos estudantes.

Material de apoio

Para conhecer um pouco mais sobre como ocorre o processo de extração do ferro mineral, sugerimos ao professor o estudo do material:

ROMEIRO, S. B. B. **Química na Siderurgia**. Porto Alegre: Biblioteca do Instituto de Química da UFRGS, 1997.

O trabalho de Romeiro (1997) trata especificamente da metalurgia do ferro e produção do aço, sendo muito útil para o enriquecimento do conhecimento do professor, o auxiliando em sua preparação para os diálogos na roda de conversa.

No que diz respeito às imagens para a roda de conversa, sugerimos as que se seguem, cujas fontes podem ser encontradas nas notas de rodapé ou semelhantes.



Imagem 1¹



Imagem 2²

¹Disponível em: <http://bvpengenharia.com.br/plus/modulos/noticias/ler.php?cdnoticia=23>

²Disponível em: <http://maranhaohoje.com/empresarios-e-politicos-buscam-saida-para-o-setor-de-ferro-gusa/>



Imagem 3³



Imagem 4⁴



Imagem 5⁵



Imagem 6⁶



Imagem 7⁷



Imagem 8⁸

³Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/quimica/aco.htm>

⁴Disponível em: <https://www.casadiccas.com.br/construcao/qual-o-preco-de-ferro-38-14-516-e-outras-barras-de-ferro.html>

⁵Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/quimica/aco.htm>

⁶Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/quimica/aco.htm>

⁷Disponível em: <https://economia.ig.com.br/empresas/industria/arcelormittalbrasil/2014-10-15/o-aco-esta-em-todo-lugar.html>

⁸Disponível em: <http://www.atontecnologia.com.br/industria-a-importancia-do-aco/>



Imagem 9⁹



Imagem 10¹⁰



Imagem 11¹¹

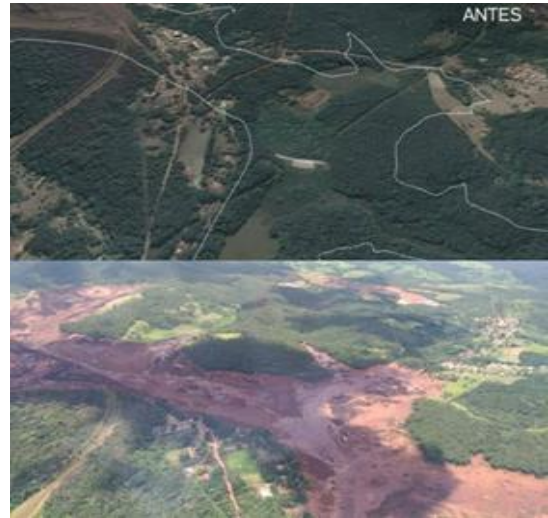


Imagem 12¹²

⁹Disponível em: <https://jornal.usp.br/universidade/acoes-para-comunidade/solucoes-tecnicas-podem-ajudar-a-encontrar-desaparecidos-de-brumadinho>

¹⁰Disponível em: <http://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2019-02/atos-lembram-um-mes-do-rompimento-da-barragem-da-vale-em-brumadinho>

¹¹Disponível em: https://viafanzine.jor.br/site_vf/pag/1/minas_ambiente.htm.

¹²Disponível em: <https://noticias.r7.com/minas-gerais/fotos/imagens-aereas-mostram-antes-e-depois-da-tragedia-de-brumadinho-28012019#!/foto/1>



Imagem 13¹³



Imagem 14¹⁴



Imagem 15¹⁵



Imagem 16¹⁶

Avaliação

A avaliação poderá ser realizada por meio do estudo das respostas escritas dos estudantes à atividade 2, bem como por meio da observação dos diálogos ocorridos durante a roda de conversa.

Também destacamos que é importante que o professor avalie e reflita sobre a aula ministrada. Nesse sentido, sugerimos que o professor elabore um diário reflexivo sobre a sua prática e as ações que foram desenvolvidas no sentido de apontar potencialidades e limitações dessas.

¹³Disponível em: <https://www.metrojornal.com.br/foco/2019/01/31/brumadinho-antes-e-depois-fotos.html><http://revistaincendio.com.br/o-bravo-trabalho-dos-bombeiros-em-brumadinho/>

¹⁴Disponível em: <https://www.istoedinheiro.com.br/blogs-e-colunas/post/20151109/caso-samarco-desmoronamento-responsabilidade-social-corporativa/7737>

¹⁵Disponível em: <http://www.24brasil.com/geral/quatro-abalos-foram-registrados-antes-da-tragedia-em-mariana/1284-noticias>

¹⁶Disponível em: <https://www.fa-aco.com.br/ferro-aco-construcao-civil/>

Recursos

Para essa aula, serão necessários as imagens e Atividades 2 e 3 impressas. É importante que as imagens, se possível, sejam impressas em cores, para uma maior riqueza de detalhes.

AULA 3: POR QUE E COMO OCORRE A EXTRAÇÃO MINERAL?

Objetivos: Auxiliar os estudantes a compreenderem que a atividade mineradora está presente seu contexto sociocultural, dar continuidade à reflexão acerca dos impactos positivos e negativos, bem como das relações que essa atividade estabelece com os conhecimentos de química.

A aula poderá ser iniciada por meio da apresentação das pesquisas realizadas pelos estudantes. Neste momento, é importante que o professor, após a apresentação da pesquisa de cada grupo, busque dialogar, juntamente com os alunos, sobre as novas informações apontadas, trazendo para a atividade características dialógicas. Assim, é sugerido que a sala de aula seja organizada em roda no início da atividade, para que o diálogo seja favorecido, auxiliando os alunos a se envolverem nas falas, de modo a construírem, de forma colaborativa, novos conhecimentos relacionados às informações investigadas por cada grupo.

Por meio dessa atividade, espera-se que os estudantes sejam capazes de alcançar a compreensão de que a mineração está presente no contexto social da cidade de Lavras ou da região onde moram, sua relação com o desenvolvimento da comunidade, reconhecer os possíveis impactos que essa pode causar sobre a natureza e quais as composições químicas dos minerais explorados.

Posteriormente, o professor poderá prosseguir para o momento final da aula, realizando um aprofundamento em discussões e reflexões sobre quais são os riscos socioambientais relacionados à atividade mineradora, enfatizando os maiores acidentes ambientais envolvendo a mineração de âmbito nacional, ocorridos nas cidades de Brumadinho e Mariana, no estado de Minas Gerais.

Partindo desses acidentes ambientais, o professor poderá questionar aos estudantes suas concepções iniciais sobre qual minério era extraído em ambas as minas citadas, qual o nome desse minério, quais suas características físicas, como cor e estado físico, qual sua composição química, qual a utilização desse minério no cotidiano, se esse é utilizado na indústria exatamente na forma em que é extraído da natureza ou se passa por algum processo antes de sua utilização na fabricação de objetos, quais procedimentos são utilizados na extração, quais resíduos são produzidos e seus possíveis impactos.

Nesse contexto, espera-se investigar se os estudantes possuem alguma compreensão de que a atividade mineradora – das regiões onde ocorreram acidentes ambientais de larga escala – possuía como objetivo a obtenção do minério hematita por meio da extração mineral, uma importante fonte de ferro metálico para diversas atividades cotidianas, e que sua extração gera resíduos químicos.

Conversando com o professor

Para o desenvolvimento da aula, é de extrema importância que o professor tenha conhecimentos bem estruturados acerca de como é realizada a atividade mineradora em sua região, bem como dos acidentes ambientais recentes e relevantes relacionados à extração mineral, como os ocorridos em Brumadinho e Mariana. Dessa forma, se apresentará para aula preparado e apto a realizar uma mediação bem organizada durante as apresentações das pesquisas.

É importante ressaltar que os estudantes podem apresentar dificuldades em realizar atividades em casa, por motivos diversos. Dessa forma, é aconselhável ao professor que realize uma análise do perfil de seus alunos. Caso compreenda ser improdutivo solicitar a pesquisa como atividade para casa, devido ao não engajamento dos estudantes, a atividade poderá ser realizada em sala de aula. Caso o professor acredite ser produtivo trabalhar a pesquisa como uma atividade para casa, apresente-se como de extrema importância estar lembrando constantemente aos alunos, o dia no qual a atividade deverá ser apresentada.

Destaca-se também que a pesquisa, enquanto metodologia de ensino, pode ser uma ferramenta interessante no desenvolvimento dos alunos como cidadãos críticos, os auxiliando na busca investigativa por informações e na construção de novos conhecimentos. Tais conhecimentos poderão possibilitar aos alunos o agir sobre a comunidade com um olhar diferenciado.

A atividade proposta também poderá auxiliar o estudante na superação da timidez e o aprendizado de como expor ideias por meio da apresentação das pesquisas. Muitos alunos podem se demonstrar inicialmente tímidos, com dificuldade de desenvolver suas ideias para apresentá-las a turma, mas, no decorrer da atividade e das aulas, essas habilidades podem se consolidar com a mediação do professor. Conforme os alunos se envolvem nas apresentações e discussões, e de acordo com

o número de grupos que deverão apresentar suas pesquisas, pode ser necessário que o número de aulas para essa atividade seja ampliado.

Durante a apresentação das pesquisas, caso muitos alunos manifestem dificuldades em ouvir as falas dos pares e de se apropriar delas, sugere-se orientar os estudantes a elaborar um pequeno resumo dos aspectos abordados por cada grupo, enquanto as apresentações forem ocorrendo. Dessa forma, os estudantes ouvem ativamente e, posteriormente, podem apresentar as ideias mais relevantes e as dúvidas à toda classe, motivando diálogos após cada apresentação. Assim, pode ser possível desenvolver as habilidades de atenção e percepção do momento de fala e de escuta ativa pelos participantes da aula.

Ao iniciar a atividade de pesquisa, os estudantes podem apresentar dificuldades em encontrar material seguro e relevante relacionado ao tema. Tendo conhecimento desse possível cenário, o professor pode realizar uma orientação sobre como fazer pesquisas na internet ou em outras fontes, bem como sobre como selecionar dados seguros. Alguns links de pesquisa ou livros poderão ser indicados como ponto de partida para os estudantes iniciarem sua atividade investigativa.

Material de apoio

Para melhor compreensão da atividade mineradora na região de Lavras, é sugerido ao professor que pesquise os sites das empresas que realizam tal atividade, como os listados abaixo:

- **Terra Nova Mineração**
- **AMG Mineração**
- **Grupo SN**

Também podem ser pesquisadas as notícias veiculadas na mídia sobre a atividade mineradora da região. Já para maiores conhecimentos relacionados aos acidentes de Mariana e Brumadinho, sugerimos ao professor a leitura e estudo dos seguintes materiais:

- **Reportagem:** Retrospectiva: Rompimento da barragem de Brumadinho foi a primeira grande tragédia ambiental do ano. Acesso em 15 de abril de 2020.
- **Reportagem:** Estudo mostra que rejeitos da barragem de Brumadinho “mataram” o rio Paraopeba. Acesso em 15 de abril de 2020.

▪ **Artigo Científico:**

MOURA, M. E. T. Quanto vale nossas vidas? – uma abordagem cts dos processos de mineração (exploração da terra e da força de trabalho) a partir dos crimes ambientais de mariana e brumadinho. **V Congresso Nacional de Educação**, Olinda - PE, Outubro 2018.

Avaliação

A avaliação poderá ser realizada por meio da análise das pesquisas elaboradas pelos estudantes e suas respectivas apresentações. Também é relevante considerar a participação dos alunos por meio dos diálogos estabelecidos entre os pares, a partir de dúvidas e contribuições relacionadas aos pontos abordados na investigação de cada grupo. Novamente, destacamos que é importante que o professor avalie e reflita sobre a aula ministrada. Nesse sentido sugerimos que o professor continue refletindo sobre a sua prática e as ações que foram desenvolvidas, em seu diário reflexivo.

Recursos

Os recursos necessários para a aula poderão variar de acordo com as necessidades de cada grupo. Mas, é aconselhável que o professor disponibilize um datashow e caixas de som, caso os alunos tenham optado em realizar uma apresentação em slides ou por expor um vídeo.

AULA 4: COMO OCORRE A EXTRAÇÃO MINERAL DO FERRO?

Objetivo: Iniciar o estudo das Transformações Químicas, buscando auxiliar os estudantes a desenvolverem uma compreensão inicial sobre como o minério de ferro é extraído da natureza e por quais processos é submetido para a obtenção do aço.

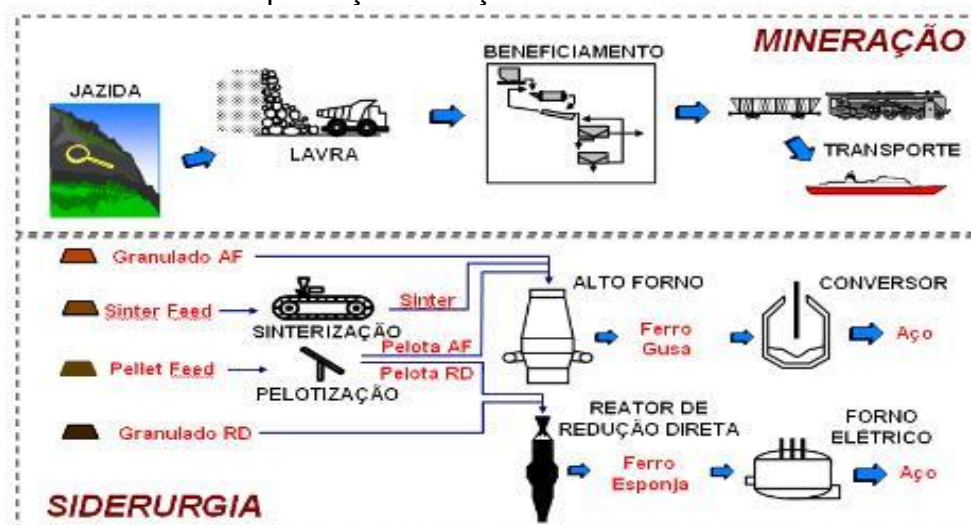
É sugerido que a aula tenha, como ponto de partida, as pesquisas realizadas na terceira aula da SEI, por meio de uma breve revisão mediada pelo professor com o auxílio dos estudantes. O professor poderá utilizar uma apresentação em slides para sistematizar e enfatizar todos os dados coletados e apresentados pelos estudantes, no que diz respeito ao processo de extração dos minérios na região de Lavras ou outro contexto determinado, dando ênfase principalmente em quais minérios são extraídos, sua forma de extração, seu tratamento e utilização.

Após realizar uma sistematização das ideias abordadas durante a atividade de pesquisa dos estudantes, o professor poderá dialogar com eles sobre quais processos acreditam que o minério de ferro deve passar para que esteja pronto para utilização, tendo como base os processos de extração dos quais já iniciaram pela construção do conhecimento. Assim, é sugerido ao professor que utilize de questionamentos como os apresentados a seguir para incentivar o diálogo a respeito do tema.

1. Como vocês acreditam que o minério de ferro é retirado da natureza?
2. Vocês acreditam que é necessário a utilização de água durante a extração?
3. Para vocês, é necessário maquinário para extração? Quais tipos de máquinas poderiam ser utilizadas?
4. Em sua opinião, o mineral já sai pronto da mina para utilização? Se não, por quais processos o mesmo deve ser submetido para estar apto para uso?
5. Para vocês, como é o aspecto físico do minério de ferro? Ou seja, qual sua cor, odor, se é duro ou mole, ele brilha, é opaco etc.

Dessa forma, o professor poderá utilizar as ideias prévias dos alunos como ponto de partida para explicar quais são as etapas do processo de beneficiamento do Ferro. Visando sistematizar as ideias discutidas com os alunos, poderá ser utilizado um esquema previamente elaborado como o da Figura 1, projetado em slides ou disponibilizado de forma impressa aos estudantes.

Figura 1 – Etapas do Processo de beneficiamento do Ferro e da produção do Aço



Fonte: Policarpo e Salum (2012, p. 15)

Posteriormente, o professor poderá dar ênfase durante as explicações e diálogos relacionados ao fluxograma, ou seja, nas duas etapas apresentadas por esse, sendo elas: “Mineração e Siderurgia”. Inicialmente, ao dialogar sobre a etapa de “Mineração”, o professor poderá mostrar aos alunos qual minério é foco da mineração do ferro, a Hematita, e explicar que a mesma deve passar pelo processo de beneficiamento. Neste momento, é importante ressaltar a importância da etapa de beneficiamento para tornar o minério apto para utilização na indústria, bem como deixar em destaque o fato de que, é na etapa de beneficiamento que o rejeito que compõem as barragens é gerado.

Para finalizar a aula, poderá ser realizado um estudo, juntamente com os estudantes, sobre os processos que ocorrem na Siderurgia. Neste momento, é aconselhável que sejam apresentados aos alunos – por meio de imagens em slides, impressas ou por meio de material físico – o que são o “Granulado AF, o Sinter Feed, o Pellet Feed e o Granulado RD”, os quais irão passar pelos processos siderúrgicos para a obtenção do Aço.

Assim, o professor poderá realizar o fechamento da aula, deixando claro aos estudantes que o foco de estudo das próximas aulas será a construção da compreensão de como o minério de ferro hematita é transformado em aço.

Conversando com o professor

É importante que o professor estude os processos de metalurgia e siderurgia previamente para esta aula, que precisa estar bem estruturada. Os momentos e seus respectivos conteúdos a serem abordados necessitam estar organizados, devido a quantidade de informações as quais podem ser contempladas. O professor precisa estar bem informado no que diz respeito aos tipos de atividades mineradoras presente em Lavras ou em sua região, como é realizada a extração e beneficiamento desses minérios, quais resíduos são gerados, quais são as utilizações na indústria e seus respectivos impactos sócio ambientais. Tais conhecimentos precisam estar bem organizados para que continuem a ser construídos e ressignificados junto aos estudantes, visto que as discussões possibilitam um fechamento da atividade de pesquisa e uma possível introdução de novos conhecimentos com os quais os estudantes terão contato.

Também é necessário que o professor se informe no que diz respeito ao processo de exploração mineral da hematita, suas etapas de beneficiamento, e os processos que seus subprodutos passam para que então se origine o aço. Tais conhecimentos são essenciais para que possa vir a auxiliar os estudantes em suas criações de hipóteses durante esta aula e nas subseqüentes, levando-os a pensar no processo de mineração e siderurgia de forma produtiva. É válido que o professor anote as hipóteses construídas pelos alunos para as etapas do beneficiamento do ferro. Por meio dessas anotações será possível investigar quais serão as novas formulações que os estudantes irão elaborar a respeito de dessas etapas no decorrer da SEI.

O professor deve atentar-se, ainda, a sua postura em sala de aula. Cuidando para que sempre auxilie os alunos na construção dos conhecimentos que serão elaborados à medida que os diálogos e novas ideias forem aparecendo e sendo sistematizadas coletivamente. Dessa maneira, a aula tomará a forma dialógica, e assim, o professor não colocará em prática um monólogo, mas sim, um diálogo entre os pares com várias vozes sendo consideradas.

Material de apoio

Para esta aula sugerimos o estudo da dissertação:

DANTAS, A. A. N. **Etapas do Processo de beneficiamento do ferro e da produção do Aço**. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Centro de Tecnologia. Programa de Pós Graduação em Engenharia Civil, Natal - RN, Fevereiro 2015. 11-21.

O referido trabalho traz uma discussão acerca de como ocorre a extração mineral no cenário nacional, além de apresentar esclarecimentos a respeito do mineral hematita e das etapas do beneficiamento de uma mina de ferro.

Para uma melhor compreensão sobre o que ocorre na etapa da siderurgia, sugerimos novamente o estudo do material:

ROMEIRO, S. B. B. **Química na Siderurgia**. Porto Alegre: Biblioteca do Instituto de Química da UFRGS, 1997.

Disponibilizamos ainda um fluxograma, apresentado na Figura 2, no qual organizamos uma possível dinâmica para a aula, e sintetizamos aspectos considerados relevantes para serem abordados em sala. Entretanto, destacamos que foram sistematizadas um número grande de informações, sendo importante um planejamento e seleção prévia pelo professor, de acordo com o contexto em que estiver inserido.

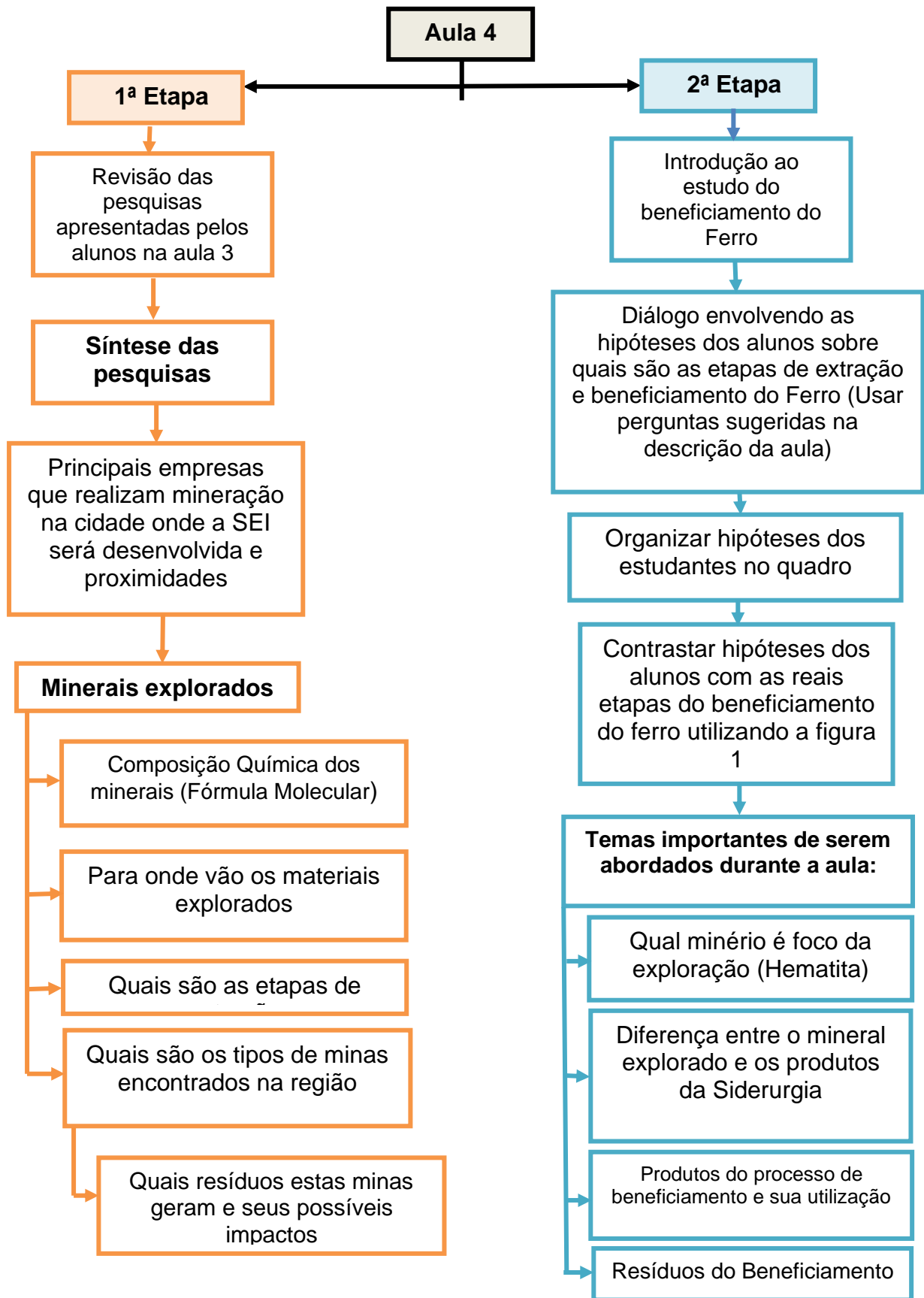
Avaliação

A avaliação poderá ser realizada por meio da observação dos diálogos estabelecidos em sala de aula, resultante da participação dos alunos. Também lembramos ao professor sobre a continuação do diário reflexivo como um meio para refletir sobre a sua prática e o planejamento proposto.

Recursos

Datashow ou TV e quadro.

Figura 2 – Fluxograma com dinâmica sugerida para a aula 4.



Fonte: Elaboração própria (2020)

AULA 5: DA EXTRAÇÃO A SIDERURGIA

Objetivo: Iniciar com os estudantes uma reflexão orientada sobre como ocorre o fenômeno químico no qual a hematita se transforma em ferro gusa, e o ferro gusa se transforma em aço, para que iniciem ou deem continuidade à construção de conhecimentos científicos relacionados às Transformações Físicas e Transformações Químicas.

Neste momento, espera-se que o aluno já tenha iniciado uma construção de ideias sobre o que é a mineração, quais são seus objetivos e por meio de quais procedimentos básicos ela ocorre. Outros conhecimentos que acreditamos já estar em desenvolvimento é o de que a hematita é extraída da mina, passa pelo processo de beneficiamento, origina o granulado AF, o sinter feed, o pellet feed e o granulado RD, que posteriormente serão utilizados em processos siderúrgicos para originar o aço.

Dessa forma, o professor pode ter, como ponto de partida, a revisão dos conhecimentos abordados na aula 4, e definir com os estudantes que o objetivo da presente aula é entender o que ocorre com a hematita para que ela se transforme em aço. Para motivar a reflexão dos alunos sobre quais processos são necessários para realização dessas transformações sugerimos que o vídeo 1 “*Processos de Fabricação do Aço*”, do telecurso 2000¹⁷ seja trabalhado do minuto 00:48 ao 10:21.

O vídeo apresenta a importância da reciclagem de metais para preservação da natureza, com que finalidade os metais são utilizados, definição sobre o que é aço, liga metálica, ferro gusa, ferro fundido e suas diferenciações, quais são as características do aço como dureza, resistência ao enferrujamento e ao dobramento. Também é apresentado como o ferro é encontrado na natureza na forma de óxido de ferro (hematita), e por fim, o processo em que o minério é colocado no alto forno, juntamente com calcário e carvão, originando o ferro gusa. Posteriormente, o vídeo exhibe como o ferro gusa é colocado no conversor para que, por meio da injeção de oxigênio e aumento de temperatura, tenha átomos de carbono retirados de sua estrutura química, originando, assim, o aço.

¹⁷Vídeo disponível no link: <https://www.youtube.com/watch?v=gdDBQn607hU&t=621s>.

O vídeo é denso em conceituações, assim, faz-se importante o uso de estratégias que motivem os estudantes a estarem atentos e registrarem as informações relevantes. Dessa forma, o professor pode pedir aos estudantes que, enquanto assistem o vídeo, façam anotações em uma folha sobre os dados que lhe parecem mais relevantes no que diz respeito aos processos em que a hematita se transforma em ferro gusa e, posteriormente, em aço. É sugerido que o professor esclareça aos alunos sobre a importância dessas anotações para o desenvolvimento da atividade a ser realizada na aula seguinte. Pausas para esclarecimento de dúvidas, diálogo, bem como para conceder aos alunos o tempo necessário para realizar suas anotações, devem ser consideradas.

Após o vídeo, é importante reafirmar com os estudantes as etapas de exploração mineral do ferro, principalmente, no que diz respeito ao beneficiamento do minério. Apesar desse minério não ser citado no vídeo, é essencial para separar a hematita da terra, tornando-a apta para os processos siderúrgicos, porém, acarretando em grande geração de resíduos que podem ser prejudiciais à saúde e ao meio ambiente.

Para finalizar a aula, é sugerido a utilização da Figura 3, que apresenta alguns dos materiais envolvidos no processo de obtenção do aço. São eles, hematita, ferro gusa e o próprio aço, para dar ênfase sobre: quais minérios são foco no beneficiamento do ferro, quais materiais esse se transforma e quais procedimentos são necessários para que essas transformações ocorram. Assim, espera-se que os estudantes sejam capazes de iniciar uma sistematização referente aos dados do vídeo, de forma que possam vir a utilizá-los como fundamentação teórica para a elaboração de hipóteses sobre como esses materiais interagem no processo de beneficiamento e siderurgia, para que se transformem em aço.

Figura 3 – Transformação do minério de ferro em aço.



Fonte: Internet¹⁸

Ao final da aula, professor pode solicitar aos alunos que entreguem as anotações realizadas. Essas serão devolvidas pelo professor aos estudantes na aula seguinte, para a realização da atividade que será proposta.

Conversando com o professor

Para esta aula, é importante que o professor esteja bem esclarecido quanto aos processos envolvidos na exploração, beneficiamento e transformação da hematita em aço, para mediar um diálogo relacionado a tais questões. Assim, recomendamos, novamente, o estudo dos materiais de apoio disponibilizados nas aulas 3 e 4.

Destacamos a importância de que, no momento anterior a exibição e estudo do vídeo, o professor deve esclarecer os objetivos da atividade e como ela deverá ocorrer. Os alunos deverão tomar nota das informações apresentadas no vídeo e poderão pedir para que o vídeo seja pausado sempre que necessário, seja para sanar dúvidas ou para tomar nota.

O professor pode, ainda, pausar o vídeo em alguns momentos, nos quais julga possuir informações relevantes e dialogar acerca desses trechos. Dessa forma, a atividade irá além de um simples “assistir vídeo”, tornando-se uma ação de reflexão acerca de novas informações apresentadas.

¹⁸Disponível em:

https://pt.wikipedia.org/wiki/Min%C3%A9rio_de_ferro

<https://ferrosi.com.br/producao-de-aco>

https://produto.mercadolivre.com.br/MLB-809236937-ferro-gusa-aciaria-exportaco-_JM?quantity=1

<http://www.metalsider.com.br/port/ferro-gusa.html>

[https://fundicaomartinelli.com.br/blog/barras-de-aco-cromado/.](https://fundicaomartinelli.com.br/blog/barras-de-aco-cromado/)

Material de apoio

Para uma melhor compreensão do processo de Beneficiamento do Ferro, que não foi abordado pelo vídeo, sugerimos o estudo do livro:

LUZ, A. B.; SAMPAIO, J. A.; FRANÇA, S. C. A. **Tratamento de Minérios**. 5ª. ed. Rio de Janeiro: CETEM/MCT, 2010.

Avaliação

Para realizar a avaliação, o professor poderá coletar as anotações que os estudantes elaboraram a respeito do vídeo e analisá-las, bem como observar os diálogos desenvolvidos no decorrer da aula. Também lembramos ao professor sobre a continuação do diário reflexivo como um meio para refletir sobre a aula ministrada e as estratégias usadas.

Recursos

Para realização da aula, serão necessários dispositivos de áudio e vídeo como notebook, datashow, caixa de som ou televisão.

AULA 6: COMO A HEMATITA SE TRANSFORMA EM FERRO GUSA, E O FERRO GUSA EM AÇO?

Objetivo: A aula 6 tem como objetivo proporcionar aos estudantes um momento para sistematização das ideias já abordadas durante a SEI. Por meio da atividade proposta, os estudantes poderão estruturar seus conhecimentos relacionados aos processos siderúrgicos para obtenção do ferro gusa e do aço, e elaborar hipóteses sobre o que ocorre na estrutura microscópica dos materiais, resultando em suas transformações.

Como ponto de partida da aula, o professor poderá utilizar a Figura 3 e as notas de aulas elaboradas pelos estudantes, para que, de forma colaborativa, os principais aspectos da aula 5 sejam retomados. É importante que os alunos compreendam com clareza, quais minérios são utilizados para a fabricação do aço, bem como os procedimentos necessários para que esse produto seja obtido.

Assim, compreendemos que, neste momento, é necessário que o professor auxilie os estudantes na organização de suas ideias sobre quais materiais são adicionados ao alto forno, ou seja, coque, hematita e carvão vegetal, e quais saem do alto forno; ferro gusa e escória. Além de questioná-los sobre quais são as condições ideais para que essa transformação, ou seja, de coque, hematita, carvão vegetal e cal em ferro gusa possa ocorrer, bem como levá-los a compreensão de que a transformação do ferro gusa em aço ocorre em um outro processo, realizado em outro equipamento, o conversor, diferente do alto forno. Para tal, a figura 1 pode ser retomada. O professor poderá entregar aos estudantes a Atividade 4 e apresentar suas questões, os auxiliando a interpretar o que é solicitado.

A atividade requer certo nível de abstração, pois tem como um de seus objetivos, auxiliar os estudantes a desenvolverem a perspectiva submicroscópica relacionada aos fatos experimentais visíveis, logo, eles poderão manifestar algumas dificuldades em realizá-la. Neste momento, é sugerido ao professor que, novamente, atue como um mediador, auxiliando o aluno a refletir acerca da construção de sua resposta, cuidando para que não a manipule. A função do professor é incentivar o aluno a não desistir de pensar e de se arriscar em expor suas ideias.

Assim, entendemos ser interessante que, no decorrer da atividade, o professor dialogue e retome com os estudantes a ideia sobre quais são os níveis do conhecimento químico macroscópico, submicroscópico e simbólico. O professor pode

colocar em ênfase o fato de que, até o momento, foi dado maior foco a dimensão macroscópica relacionada à extração mineral, por meio da atividade de pesquisa e do estudo do vídeo, em que foi dado destaque às características visíveis dos processos e materiais envolvidos no beneficiamento e siderurgia do ferro. O professor pode, ainda, assinalar que durante as atividades foram apresentados aspectos relacionados ao nível simbólico da química, como fórmulas, e que a partir deste momento, as aulas terão como objetivo, explorar o nível submicroscópico dos fenômenos, sempre levando em consideração os níveis macroscópico e simbólico.

Amostras de hematita, ferro gusa, aço e carvão vegetal podem ser levadas à sala de aula para que os estudantes possam manipular e observar as diferenças existentes entre cada amostra. Caso não seja possível colocá-los em contato com esses materiais, o professor pode usar uma imagem projetada ou impressa desses. Dessa maneira, os estudantes poderão ter contato com mais símbolos, que poderão auxiliá-los a realizarem construções mais significativas.

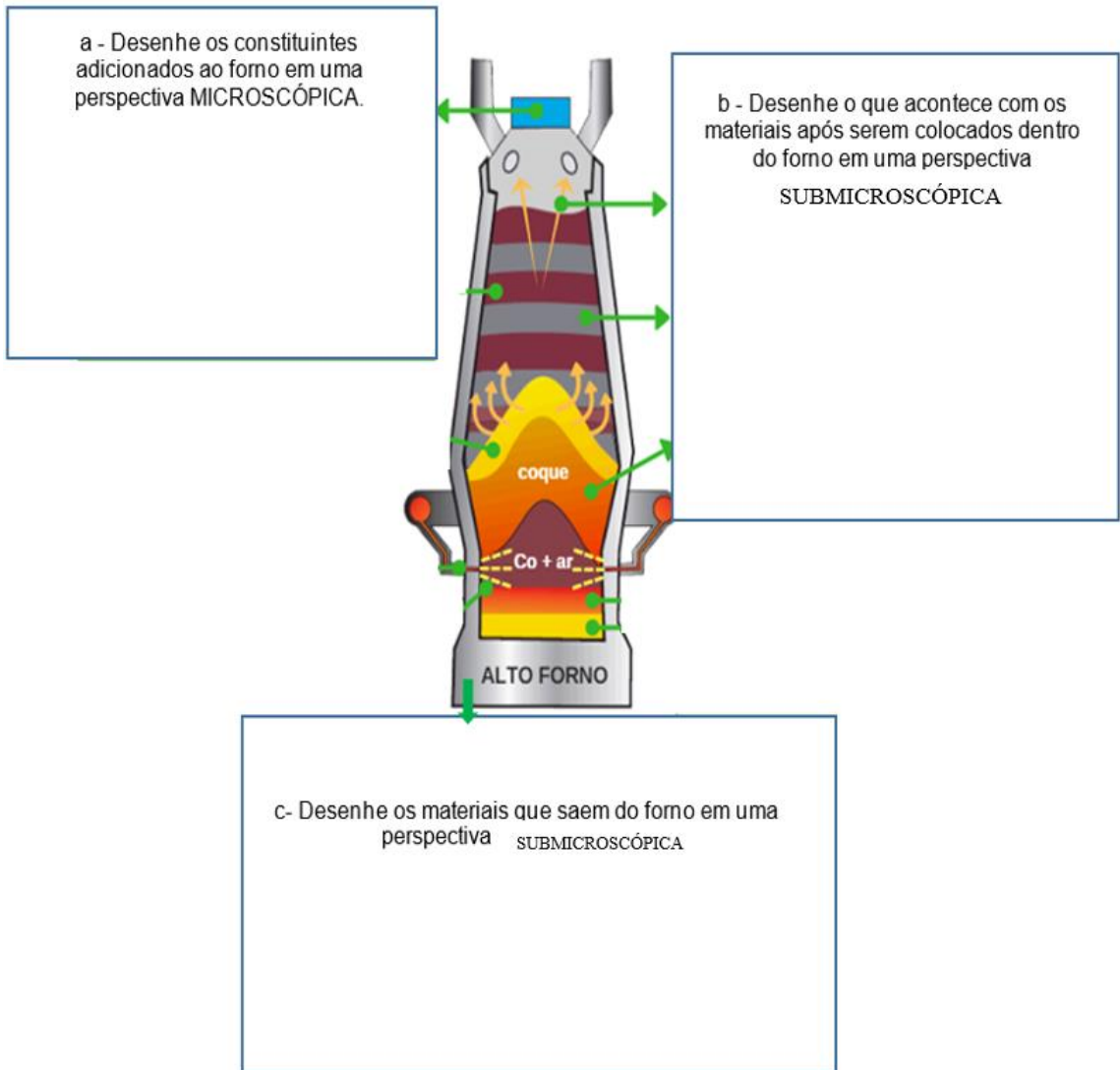
Atividade 4

Nome: _____ Turma: _____

1. Observe as figuras apresentadas nos slides e relate quais diferenças você consegue observar entre a hematita, o ferro gusa e o aço.

2. Para você, quais são os constituintes químicos da Hematita, do Ferro Gusa e do Aço? Estes constituintes químicos são iguais ou diferentes? Explique.

3. Utilizando os quadros da figura a seguir, explique por meio de desenhos, o que você acredita que acontece microscopicamente com os constituintes químicos da hematita para que ela se transforme em ferro gusa.



4. Explique por meio de um texto os desenhos elaborados na questão 3.

5. Em sua compreensão, o que ocorre para que o Ferro Gusa se transforme em Aço? Onde ocorre este processo?

6. Que nome você daria ao processo que possibilita a Hematita se transformar em Ferro Gusa? É o mesmo processo que possibilita o Ferro Gusa se transformar em Aço?

Finalizando a aula, o professor poderá recolher as atividades e explicar aos alunos que ela será retomada na aula 10, em que buscarão compreender, de forma mais específica, os processos químicos que ocorrem dentro do alto forno, dando origem ao aço.

Conversando com o professor

É imprescindível notar que o diálogo é o ponto chave nesta aula. O professor poderá entregar aos estudantes a atividade a ser trabalhada e dialogar com eles sobre a compreensão do que cada questão pede.

Na questão 1, o objetivo envolve auxiliar os estudantes a observarem os diferentes materiais utilizados na fabricação do ferro gusa e do aço, bem como suas respectivas características físicas como cor, textura, dureza, temperatura, cristalinidade, entre outras, de forma que os alunos sejam capazes de conjecturar acerca das distinções de cada material.

Para a questão 2, é importante que o professor auxilie os alunos a refletirem sobre quais são os principais constituintes químicos desses materiais, ou seja, de que esses materiais são feitos. Uma boa estratégia é relembrá-los que os possíveis constituintes dos materiais podem ser encontrados na tabela periódica, ou o professor pode representar os símbolos desses constituintes no quadro e questioná-los sobre como esses elementos apresentados se organizam, submicroscopicamente, para formar os materiais em estudo, quais desses elementos estão presentes nas estruturas dos materiais, entre outras questões relacionadas. É interessante que o professor lembre aos alunos que eles haviam realizado anotações sobre o vídeo estudado na aula anterior, e que podem utilizar tais anotações para o desenvolvimento das respostas.

No que diz respeito às questões 3 e 4, cabe ao professor incentivar o aluno, para que, após ter identificado quais são os constituintes químicos dos materiais em

estudo, possa agora refletir, criar hipóteses e representar por meio de desenhos o que ocorre submicroscopicamente para que tais constituintes entrem em contato e formem novos materiais.

Finalizando, as perguntas 5 e 6 têm como objetivo levar os alunos a pensarem sobre os processos em que a hematita se transforma em ferro gusa, e o ferro gusa se transforma em aço, identificando se eles atribuem tais fatos experimentais à ocorrência de Transformações Químicas. Ressaltamos, novamente, que é importante que o professor incentive a reflexão, mas que não conceda respostas, pois poderão induzir o desenvolvimento do raciocínio do aluno, resultando em uma resposta condicionada.

Material de apoio

Para esta aula sugerimos o trabalho apresentado abaixo, bem como o estudo dos materiais de apoio disponibilizados nas aulas 4 e 5.

MAIA, P. F.; JUSTI, R. Contribuições de atividades de modelagem para o desenvolvimento de habilidades de investigação. **VII ENPEC**, novembro 2009.

Avaliação

A avaliação poderá ser realizada por meio da análise das respostas dos estudantes à Atividade 4, bem como pela observação dos diálogos desenvolvidos no decorrer da aula. Ressaltamos, novamente, a importância de que o professor continue registrando em seu diário reflexivo, de modo a analisar a aula ministrada.

Recursos

Para o desenvolvimento da aula é necessário que o professor disponibilize a Atividade 4 impressa aos estudantes e leve amostras ou imagens de hematita, gusa, aço e carvão vegetal para a sala de aula. As amostras podem ser contempladas por imagens projetadas (datashow) ou amostras reais dos materiais.

AULA 7: EXPERIMENTO “VIOLETA QUE DESAPARECE”, DIFERENCIANDO TRANSFORMAÇÕES QUÍMICAS E TRANSFORMAÇÕES FÍSICAS

Objetivo: Auxiliar os estudantes a desenvolverem a compreensão sobre o que são Transformações Químicas e Físicas, a partir de uma atividade experimental investigativa, e realizar uma introdução ao estudo das reações químicas por meio da observação das evidências macroscópicas dos fenômenos.

Para início da aula, o professor poderá realizar uma breve revisão das atividades anteriores, questionando aos estudantes sobre quais materiais são adicionados no alto forno, quais os produtos resultantes dos processos ocorridos dentro dele, sobre o que ocorre dentro do forno para que a hematita se transforme em ferro gusa, e qual nome os estudantes poderiam conferir a esse processo. Posteriormente, é sugerido ao professor que apresente, aos estudantes, a pergunta que norteará as aulas posteriores: “*Que fenômenos ocorrem dentro do alto forno para que a Hematita se transforme em Ferro Gusa?*”. Por meio dessa, será possível mediar uma discussão ao serem consideradas as respostas dos estudantes.

Após terem sido elaboradas hipóteses iniciais para a resolução da questão, o professor poderá explicar aos alunos que não é possível realizar um experimento que simule os processos ocorridos no alto forno, devido a necessidade de utilização de altas temperaturas. Porém, é possível realizar atividades experimentais nas quais ocorrem transformações dos materiais, para auxiliá-los na compreensão de como a hematita é transformada em aço.

Visando oferecer subsídios aos estudantes, para que sejam capazes de responder ao questionamento dos fenômenos que ocorrem no alto forno, é sugerido que seja desenvolvido o experimento “Violeta que Desaparece”. Espera-se que os alunos demonstrem seus conhecimentos prévios sobre Transformações Químicas e Transformações Físicas durante o experimento, de forma que possam compreendê-los e explicá-los através dos níveis macroscópico, submicroscópico e simbólico do conhecimento químico (JOHNSTONE, 2006).

O experimento “Violeta que Desaparece” é proposto, visando motivar a reflexão e estudo sobre Transformações Químicas, por meio das evidências visuais apresentadas durante esse experimento como a mudança de coloração e a liberação

de gás. Além disso, também é possível uma reflexão acerca de ocorrência ou não de reação química quando não são observadas evidências macroscópicas.

Após o diálogo inicial, o professor pode solicitar aos estudantes que se dividam em grupos, de forma que cada grupo possua no máximo 5 integrantes. Será entregue a cada aluno o roteiro experimental apresentado na atividade 5.

É sugerido ao professor que apresente o roteiro experimental aos alunos, de forma que auxilie os estudantes na compreensão do que cada etapa do experimento requer. Inicialmente, o professor pode ler a questão-problema do experimento, juntamente com os alunos, dialogando e buscando levar os alunos à reflexão acerca da forma com que os materiais se transformam e concedendo tempo para que cada estudante pense em suas hipóteses, para, assim, chegar ao questionamento inicial e elaborar sua resposta. Posteriormente, o professor poderá apresentar cada um dos materiais e reagentes que serão utilizados no experimento, esclarecendo aos estudantes que o objetivo da atividade é observar como o permanganato de potássio irá se transformar.

Após apresentar os materiais, os reagentes e explicar o objetivo da atividade, o professor pode solicitar que os alunos iniciem a atividade experimental guiada pelas indicações do roteiro experimental. Lembrando que existem vários espaços reservados, no roteiro experimental, para que os alunos façam anotações sobre o que está ocorrendo no experimento.

Destacamos a importância de que o professor converse com os estudantes de forma específica sobre as questões 1 e 6.4, ao longo da aula, para incentivá-los a formularem suas respostas. Para abranger a questão 1, o professor pode dialogar com os estudantes sobre “O que são constituintes químicos?”. Uma boa estratégia para esse diálogo é utilizar de um dos reagentes do experimento, por exemplo, a água, e questionar os estudantes sobre alguns pontos relevantes como: De que a água é feita? Quais elementos químicos compõe a água? O que é cada um desses elementos isolados? O que é um átomo? A água é formada por átomos? Quais átomos formam a água? O que significa escrever H_2O ? Dentre outras perguntas que auxiliem aos estudantes a refletirem sobre qual a constituição química da água, e das demais substâncias utilizadas na atividade experimental.

Para a questão 6.4, é importante que o professor auxilie os estudantes a expressarem o que entendem sobre o que ocorre, submicroscopicamente, dentro do

béquer, quando todos os reagentes estão em contato uns com os outros. O professor pode pedir aos estudantes que fechem os olhos, imaginem todos os reagentes que foram colocados dentro do béquer e pensem no que está ocorrendo na solução contida no béquer, considerando os reagentes. Posteriormente, o professor pode pedir aos estudantes que imaginem estar realizando um zoom dentro do béquer, até que consigam imaginar os menores constituintes de cada reagente dentro da solução. Por fim, o professor pode pedir aos estudantes que mentalizem como cada um desses constituintes se comportam quando entram em contato um com o outro. O que acontece entre eles, submicroscopicamente para que possivelmente ocorram as manifestações visíveis?

Após esse exercício, os estudantes podem registrar seus modelos acerca das interações no béquer por meio de desenhos e usando os níveis do conhecimento químico descritos por Johnstone (2006). Finalizando a aula, o professor poderá recolher os questionários que serão utilizados na aula seguinte.

Atividade 5 – Roteiro experimental

Aluno: _____ Turma: _____ Data: ___/___/___

Vamos pensar um pouco?

Em nosso cotidiano, podemos observar situações onde os materiais sofrem transformações diversas, mudando suas características. Alguns exemplos são a formação da ferrugem em metais, o escurecimento de uma fatia de maçã, o derretimento do gelo, a formação de neblina, a efervescência de um comprimido, entre outros. O que ocorre microscopicamente para que estas mudanças nas características dos materiais ocorram? Quais são as similaridades e diferenças que podemos observar nestes processos de transformação dos materiais citados acima?

Experimento 1: Violeta que desaparece

Materiais e reagentes:

Permanganato de potássio (KMnO_4); água (H_2O); vinagre (CH_3COOH); água oxigenada (H_2O_2); 1 béquer; 1 proveta; 1 espátula; 1 pisseta.

Procedimentos:

1. Adicione no béquer uma ponta de espátula de permanganato de potássio.

1.1 Para você, quais são os constituintes químicos do permanganato de potássio e quais suas principais características físicas, observáveis?

2. Utilize uma proveta para medir 40 mL de água.

2.1 Em sua opinião, quais são os constituintes químicos da água e quais são suas principais características físicas, observáveis?

3. Adicione os 40 mL de água ao béquer com permanganato de potássio e misture com o auxílio de uma espátula.

3.1 O que ocorre com a água e o permanganato ao misturá-los?

4. Utilize uma proveta para medir 20 mL de vinagre.

4.1 Para você, quais são os constituintes químicos do vinagre e quais são suas principais características físicas, observáveis?

5. Utilize uma proveta para medir 20 mL de água oxigenada.

5.1 Para você, quais são os constituintes químicos da água oxigenada e quais são suas principais características físicas, observáveis?

6. Adicione os 20 mL de água oxigenada ao béquer com permanganato de potássio, água e Vinagre.

6.1 Quais mudanças podem ser observadas no béquer ao misturarmos a água, o permanganato de potássio, o vinagre e a água oxigenada?

6.2 Que nome você daria ao fenômeno observado ao misturar: permanganato de potássio, água oxigenada, vinagre e água? Por que você escolheu este nome?

6.3 Quais são as funções do permanganato de potássio, da água oxigenada, do vinagre e da água no processo, ou seja, o que cada um faz para que as mudanças observadas ocorram?

6.4 Como você explicaria o que acontece **SUBMICROSCOPICAMENTE** ao colocar as quatro substâncias em contato (permanganato de potássio, água, vinagre e água oxigenada)? Demonstre suas ideias por meio de desenhos no quadro a seguir.



6.5 Descreva suas ideias e os desenhos nas linhas a seguir.

Conversando com o professor

Para esta aula, é importante que o professor aborde o experimento de maneira investigativa. O objetivo aqui é que o aluno apresente suas hipóteses iniciais e vá as reelaborando à medida que identifique novas evidências experimentais.

É necessário que o professor, desde o início da aula, assuma uma postura de mediação investigativa, levando os estudantes a refletirem e opinarem acerca da questão-problema, auxiliando-os na organização de ideias sem conceder-lhes respostas. Esse é um momento de elaboração de hipóteses, logo, não é incorreto permitir que o aluno apresente hipóteses que se afastam dos conceitos científicos. As aulas posteriores terão como objetivo a sistematização de ideias, assim, as possíveis incoerências dos estudantes poderão ser utilizadas para o desenvolvimento do conhecimento científico e sanadas.

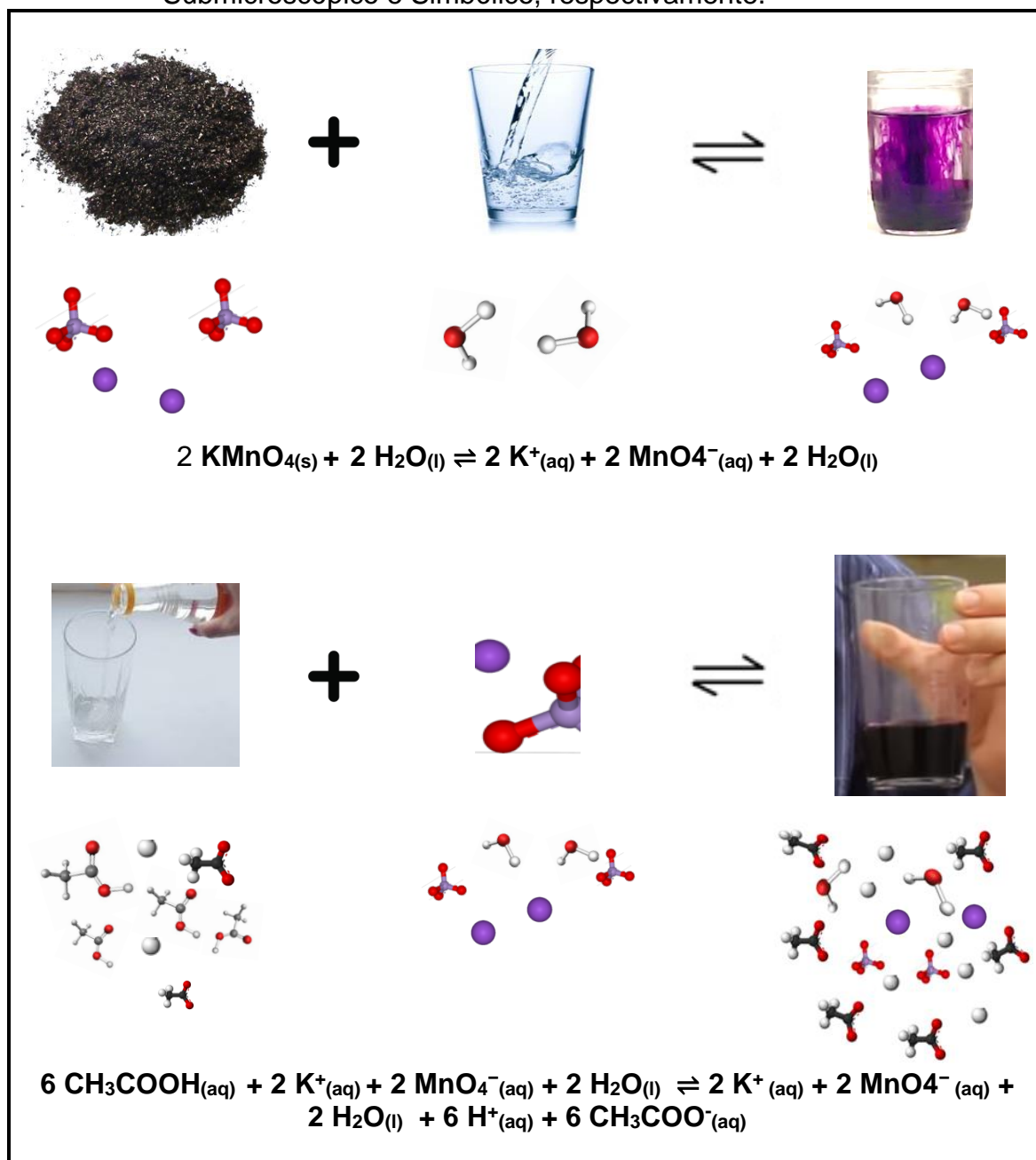
O professor necessita estar atento às possíveis dificuldades que os alunos podem apresentar ao desenvolver a prática experimental, orientando-os, bem como os auxiliando nas reflexões acerca das perguntas. Devido ao caráter investigativo, a aula pode se estender, sendo necessário a utilização de duas aulas para que experimento e questionário sejam desenvolvidos. Assim, a aula pode ser adaptada conforme o perfil das turmas.

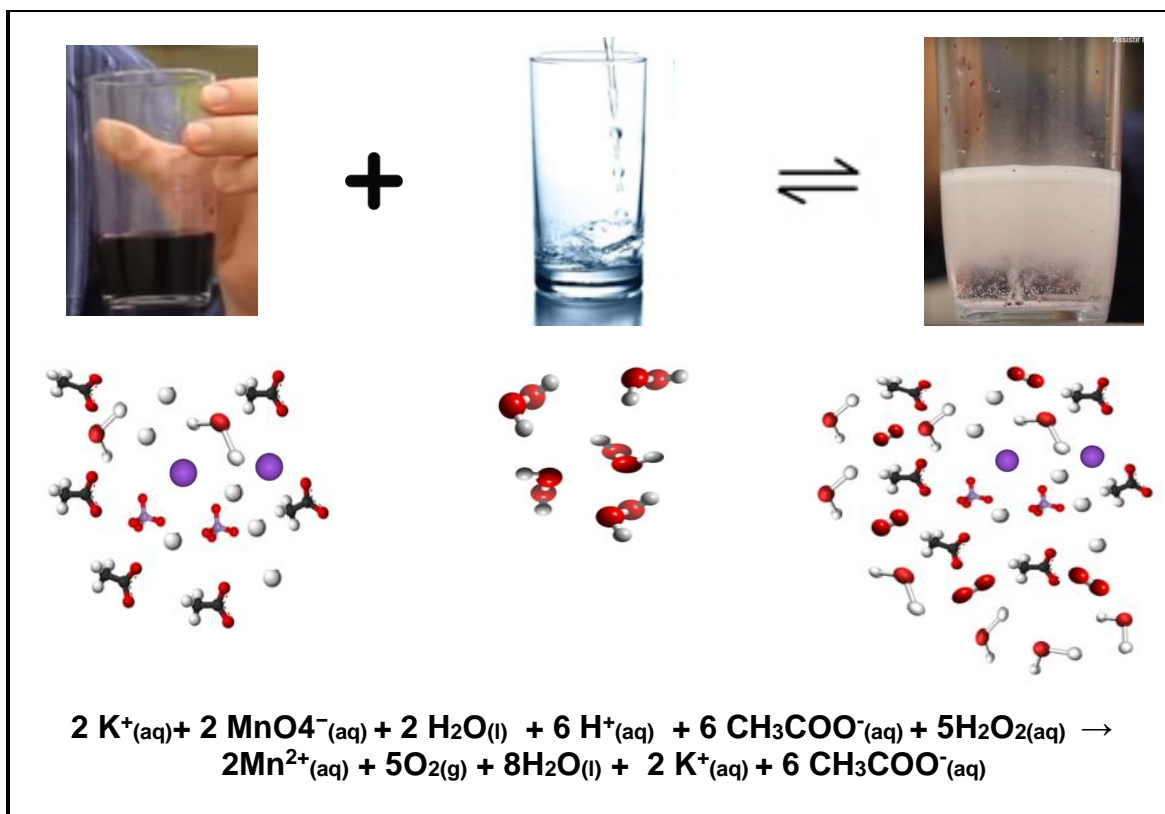
O experimento “Violeta que desaparece” foi escolhido devido a facilidade de execução, acessibilidade aos materiais e reagentes, bem como por possibilitar aos estudantes a observação de uma diversidade de evidências relacionadas à ocorrência de Transformações Químicas, como: mudança de coloração, efervescência e liberação de gases.

Para a realização do experimento, o permanganato de potássio sólido (coloração roxa) é dissolvido em 40 mL de água (incolor), ocasionando a dissociação do KMnO_4 nos íons potássio (K^+) e permanganato (MnO_4^-), resultando em uma solução de coloração violeta. Posteriormente, é adicionado à solução violeta, 20 mL de vinagre, ou seja, ácido acético (CH_3COOH), que em grande parte manterá sua forma molecular na água, porém, uma pequena parte sofrerá ionização originando íons H^+ e íons acetato (CH_3COO^-). Assim, a solução violeta possuirá íons K^+ , MnO_4^- , H^+ , CH_3COO^- , H_2O , na qual será adicionada a água oxigenada (H_2O_2), resultando em mais uma transformação química, produzindo, assim, novos produtos, e perdendo a coloração violeta. A ocorrência dessas transformações químicas pode ser explicada

por meio dos três níveis do conhecimento químico, como apresentado na Figura 4. Destacamos que as representações apresentadas na Figura 4 estão baseadas no modelo atômico de Dalton, devido a maior facilidade para a elaboração dos desenhos e também manuseio, no caso de usar os modelos bola varetas. As cores e tamanhos usados são fictícios.

Figura 4 – Transformações Químicas observadas no experimento “*Violeta que desaparece*” representadas nos níveis Macroscópico, Submicroscópico e Simbólico, respectivamente.





Fonte: Elaboração própria (2021)¹⁹

A discussão a respeito de tais transformações químicas com os estudantes ocorrerá na aula seguinte, porém, é importante que o professor já tenha construído as compreensões até então mencionadas, antes de propor o experimento aos alunos.

Ressaltamos, ainda, que a representação submicroscópica, por meio de desenhos, é de grande relevância para construção de ideias científicas relacionadas aos fenômenos estudados, possibilitando que o professor e alunos demonstrem o que estão imaginando. Porém, devemos sempre levar em consideração que, ao realizar

¹⁹Fonte das imagens

Disponível em:

https://pt.wikipedia.org/wiki/Permanganato_de_pot%C3%A1ssio

<https://www.youtube.com/watch?v=yiODEC2VvPs>

<https://www.ebay.com/itm/1kg-Potassium-Permanganate-KMNO4-High-Grade-Crystals-AR-Grade-99-4-Purity-/252963825398>

<https://www.youtube.com/watch?v=Sjz1BB7xtkhttps://study.com/academy/lesson/what-is-acetate-definition-properties-formula.html>

https://wpscms.pearsoncmg.com/wps/media/objects/1053/1078874/ist/ch02_06.html

<https://www.istockphoto.com/br/v%C3%ADdeo/vinagre-e-o-bicarbonato-de-s%C3%B3dio-espumante-copo-de-%C3%A1gua-no-fundo-branco-gm496938262-81364241>

<http://www.quimica.seed.pr.gov.br/modules/galeria/detalhe.php?foto=1598&evento=4>

<https://www.tecmundo.com.br/ibere/16810-o-violeta-que-desaparece-ibere-.htm>

as referidas representações, teremos que lidar com algumas limitações. Dentre as quais destacamos: a dificuldade em se representar a quantidade de moléculas presentes no sistema (normalmente representamos um pequeno número de moléculas), e o desafio de se representar a dinamicidade das interações que ocorrem no sistema (trabalhamos com representações em papel, o que não conferem dinamicidade, mas tal limitação pode ser minimizada ao usar uma simulação computacional).

Também realçamos a necessidade de atenção especial às cores usadas nas representações submicroscópicas, pois são fictícias. Nesse sentido, comentamos que os alunos podem imaginar que a cor atribuída ao átomo de determinada molécula, está relacionada à cor que o material possui em sua apresentação macroscópica. Por exemplo, na representação apresentada na Figura 4, alguns átomos na molécula do permanganato de potássio são representados com coloração roxa e esse material também apresenta tal coloração no nível macroscópico, podendo levar o estudante a pensar que os átomos do KMnO_4 são roxos, porque na esfera visível, o reagente possui tal coloração. Entretanto, a coloração do material não pode ser justificada devido à coloração usada na representação.

Logo, retratar o universo submicroscópico pode ser uma atividade desafiadora tanto para alunos como para professores. Porém, apesar de desafiadora, é de extrema relevância, pois permite ao professor elucidar a maneira como o aluno compreendeu determinado conceito, ao contrastar as definições redigidas por esse acerca de determinado conhecimento científico, com os desenhos por ele elaborados para explicar tais definições, verificando as coerências e incoerências apresentadas pelos estudantes.

Dessa forma, torna-se possível avaliar em quais pontos a compreensão do conhecimento científico do aluno necessita ser melhor estruturada, sendo possível o aprimoramento das aulas subsequentes da SEI, visando colaborar com a formação do aluno.

Material de apoio

Para visualizar o que deve ocorrer no experimento e testá-lo antes da aplicação, sugerimos o material disponibilizado pela produtora *Manual do mundo*.

Para melhor compreensão de como o experimento “Violeta que desaparece” pode auxiliar os estudantes na construção de modelos submicroscópicos, sugerimos a leitura do artigo:

MARTORANO, S. A. A. et al. PIBID Química: a atividade lúdica nas aulas do Ensino Médio. **Anais do X Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – X ENPEC**, Águas de Lindoia - SP, Novembro 2015.

Para que o professor possa adquirir uma maior compreensão sobre como realizar uma atividade experimental investigativa, incentivamos a leitura do artigo:

ROSA, L. M. R. S.; SUART, R. C.; MARCONDES, M. E. R. Regência e análise de uma sequência de aulas de química: contribuições para a formação inicial docente reflexiva. **Ciência e Educação**, Bauru - SP, v. 23, n. 1, p. 51-70, 2017.

Avaliação

A avaliação poderá ser realizada por meio da análise das respostas dos estudantes à atividade 5, bem como por meio da observação dos diálogos desenvolvidos no decorrer da aula. Ressaltamos, novamente, a importância de que o professor continue escrevendo em seu diário reflexivo, de modo que seja possível que venha a refletir sobre as ações que ocorreram durante a aula.

Recursos

Para esta atividade, será necessário disponibilizar aos estudantes os materiais e reagentes necessários para a realização do experimento, em quantidade adequada para as turmas. Também é necessário que o professor disponibilize a Atividade 5 impressa aos estudantes.

AULA 8: PROBLEMATIZAÇÃO SOBRE O EXPERIMENTO E DISCUSSÃO SOBRE TRANSFORMAÇÕES QUÍMICAS (DIMENSÕES MACROSCÓPICA, SUBMICROSCÓPICA E SIMBÓLICA)

Objetivo: Possibilitar aos estudantes que sejam capazes de construir, a partir dos fenômenos observados e problematizados na atividade experimental, os conceitos de Transformações Químicas, reagentes, produtos e conservação da massa, buscando criar relações entre as representações simbólica, macroscópica e submicroscópica.

É sugerido ao professor que organize a aula 8, utilizando escrita e desenho no quadro, bem como modelos em 3D das moléculas envolvidas nas Transformações Químicas do experimento “Violeta que desaparece”. A aula poderá ser iniciada com o professor lembrando aos estudantes que o objetivo de todos é compreender “*Que fenômenos ocorrem dentro do alto forno para que a Hematita se transforme em Ferro Gusa?*”. Porém, por não ser possível colocar em prática os procedimentos realizados na siderúrgica em sala de aula, realizamos um experimento relacionado à transformação de outros materiais, para auxiliar na criação de hipóteses sobre o que ocorre com a Hematita.

Assim, o professor poderá questionar os estudantes se é possível identificar alguma relação ou similaridade entre o experimento “Violeta que desaparece”, realizado na aula anterior (aula 7), com os fenômenos observados no alto forno. Após a elaboração das hipóteses pelos estudantes, o professor poderá esclarecer que, para que a percepção dessas relações seja alcançada, inicialmente, é necessário compreender o que ocorre com os reagentes no experimento realizado em sala de aula, para, posteriormente, estabelecer tais relações com mais assertividade.

Dessa forma, o professor poderá realizar um estudo investigativo com os estudantes, acerca das atividades experimentais realizadas na aula 7, reconstruindo os fatos observados no experimento. Para esse momento, é sugerido que o professor devolva a atividade 5 aos estudantes que, utilizando de suas respostas, poderão colaborar com a construção de ideias durante a aula.

O experimento possui três etapas, sendo elas: 1ª) Adição de Água ao Permanganato de Potássio, 2ª) Adição de Vinagre a solução de Permanganato de Potássio e 3ª) Adição de Água Oxigenada a solução de Permanganato de Potássio e Vinagre. O professor pode iniciar o estudo do experimento realizando uma

reconstrução dele, juntamente com os estudantes, desenhando no quadro a perspectiva macroscópica dessas três etapas do experimento. Neste momento, é importante que o professor direcione os diálogos, de forma que os alunos sejam capazes de expressar sua percepção dos eventos ocorridos durante o experimento como, por exemplo, mudança de fase, mudança de cor, efervescência, liberação de gás e mudança de volume.

Posteriormente, após realizada a construção macroscópica dos eventos ocorridos, os estudantes, juntamente com o professor, poderão realizar uma construção simbólica do experimento. Neste momento, o professor poderá dialogar com os estudantes sobre quais são os constituintes químicos dos reagentes utilizados na atividade experimental, em qual momento do experimento cada reagente foi adicionado e o que ocorreu quando mais de um reagente estava presente dentro do mesmo sistema.

Segue abaixo uma série de perguntas que podem ser utilizadas em um possível diálogo estabelecido com os estudantes:

“Na primeira etapa do experimento, nós tínhamos em mãos dois reagentes, o Permanganato de Potássio e a água. Quais são os constituintes químicos do Permanganato de Potássio? O Permanganato de Potássio tem em sua estrutura átomos de quais elementos? Quantos átomos de cada elemento o Permanganato tem? Você tem essa informação em algum lugar em seu roteiro experimental? E a água? Ela é feita de átomos de quais elementos químicos? (Neste momento, o professor pode escrever as fórmulas do permanganato de potássio e da água no quadro, de forma que inicie a construção de uma equação química). Quando nós colocamos várias moléculas de água em contato com várias moléculas do Permanganato de Potássio, o que acontece com esses dois tipos diferentes de moléculas? O Permanganato de Potássio deixou de ser sólido? Mas houve mudança na estrutura do Permanganato de Potássio quando ele mudou de estado físico? E a estrutura da água? Permaneceu a mesma? Se você fosse representar a organização final dessas duas moléculas, após terem entrado em contato uma com a outra, por meio dos símbolos, ou seja, as “letrinhas” que representam os átomos, como você escreveria esses símbolos? O estado final dessa mistura de reagentes teria uma representação simbólica idêntica à do estado inicial?”

Esse tipo de abordagem é interessante, pois incentiva o estudante a refletir acerca das ocorrências submicroscópicas, para só então elaborar sua representação simbólica, sempre levando em conta os eventos observados na esfera macroscópica. Assim, o aluno buscará desenvolver a compreensão da química em suas três dimensões: macro, submicro e simbólico.

Por fim, o professor poderá auxiliar os estudantes a construírem uma representação submicroscópica do experimento, compartilhando entre os pares suas hipóteses que foram inicialmente elaboradas na atividade 5 e modificando-as à medida que as opiniões são socializadas. O professor pode convidar os estudantes a irem até o quadro para desenhar suas representações, ou caso estejam tímidos, pode reproduzir os desenhos dos alunos conforme vão descrevendo.

Após realizada a reconstrução macroscópica, submicroscópica e simbólica do experimento, sugerimos ao professor que faça um estudo mais aprofundado sobre a representação simbólica construída, juntamente com os alunos. Por meio desse estudo, espera-se que os estudantes sejam capazes de observar os números presentes nas equações químicas, questionando o que cada número representa, de forma que possam construir ou relembrar a concepção de que os números que aparecem antes das letras representam a quantidade de moléculas/agregados, enquanto que os números subscritos após as letras representam a quantidade de átomos que cada molécula/agregado possui.

Por meio dessas concepções, o professor poderá finalizar a aula, auxiliando os estudantes a perceberem a necessidade da conservação da massa. Para tal, é sugerido ao professor que associe a demonstração simbólica das equações à representação por meio dos modelos em 3 dimensões. Dessa maneira, espera-se conceder oportunidades para os alunos elucidarem o que ocorre, submicroscopicamente, durante a Transformação Química, percebendo que nenhum átomo é perdido, mas sim, que ligações químicas são rompidas para que os átomos estabeleçam novas ligações, originando novas substâncias, ou então, ficando livres em solução na forma de íons.

Conversando com o professor

Ao se preparar para essa aula, faz-se importante que o professor estude a atividade 5 desenvolvida pelos estudantes durante a aula 7 da SEI. Por meio desse estudo, será possível ao professor compreender quais as principais dificuldades apresentadas pelos estudantes no que diz respeito às conceituações relacionadas as Transformações Químicas, bem como suas facilidades e desafios em construir modelos, na tentativa de explicar tais conceituações.

Algumas situações desafiadoras que podem ser identificadas nos materiais dos estudantes são: assumir que aos átomos de determinada molécula são impostas as cores visíveis a olho nu (ex.: os átomos do permanganato são roxos e os da água são azuis), dificuldade em detalhar a forma como um átomo se liga a outro e a distância de uma ligação a outra, dificuldade em fazer correspondência entre a estequiometria das equações químicas e o número de moléculas desenhadas, entre outros.

Durante a aula, o professor pode explorar diversos aspectos relacionados às reações químicas, nas dimensões macroscópica, simbólica e submicroscópica, tais como: a interpretação da reação química; o que significam as fórmulas moleculares, os coeficientes estequiométricos, as bolinhas e os tracinhos das representações; como as reações representam fenômenos observáveis; como representam fenômenos submicroscópicos, dentre outros.

Material de apoio

Para melhor compreensão sobre como ocorrem as reações químicas entre Permanganato de Potássio, Vinagre e Água Oxigenada, sugerimos a leitura do trabalho:

SOUZA, A. G.; SACHS, J. P. D. Proposta experimental para abordagem de reações químicas e transferência de energia no ensino de química. Os desafios da escola pública paranaense na perspectiva do professor pde. **Artigos**, Paraná, 2013.

Para compreender a importância de que os alunos representem, por meio de desenhos, sua compreensão do universo submicroscópico relacionado à química, sugerimos a leitura dos artigos:

WARTHA, E. J.; REZENDE, D. B. Os níveis de Representação no Ensino de Química e as categorias da Semiótica de Peirce. **Investigações em Ensino de Química**, v. 16, n. 2, p. 275-290, 2011.

SANTOS, L. R. L.; LIMA, J. P. M.; SAMENTO, V. H. V. “Concepções de alunos ingressantes no curso de licenciatura em química sobre alguns conceitos de soluções”. **REnCiMa**, v. 8, n. 3, p. 41-60, 2017.

FERNANDEZ, C.; MARCONDEZ, M. E. R. Concepções dos Estudantes sobre Ligações Químicas. **Química Nova na Escola**, v. 24, p. 20-24, novembro 2006.

Avaliação

A avaliação poderá ser realizada por meio da observação dos diálogos estabelecidos entre os pares. Sugere-se ao professor que dê continuidade as suas anotações no diário reflexivo, na perspectiva de analisar, criticamente, as estratégias usadas em sala de aula.

Recursos

Para o desenvolvimento da aula, sugerimos que o professor disponha de modelos moleculares 3D, além da atividade 5 respondida pelos estudantes, quadro e pincel/giz.

AULA 9: ÁGUA E SUAS TRANSFORMAÇÕES FÍSICAS

Objetivo: Esta aula tem como foco o estudo dos fatos experimentais observáveis envolvidos no processo de derretimento do gelo, para que os estudantes sejam capazes de lembrar ou ressignificar o conceito de Transformações Físicas.

O professor poderá iniciar a aula lembrando as atividades realizadas na aula anterior, na qual foi possível estudar as transformações que ocorreram no experimento “Violeta que desaparece”. Será possível reafirmar que foram denominadas de transformações químicas pela turma, por ocasionarem o rompimento de ligações químicas (ligações iônicas, covalentes e metálicas) entre os átomos, além de proporcionar a formação de novas ligações.

Posteriormente, é sugerido ao professor que explique aos estudantes que, nesta aula, o objetivo será investigar um segundo tipo de transformação dos materiais. Para o estudo deste novo tipo de transformação dos materiais, o professor poderá fazer uso de alguns cubos de gelo, colocados em um prato e dispô-los em um local da sala de aula visível a todos os alunos. Neste momento, é sugerido ao professor que inicie um diálogo com os estudantes, explicando que estudarão essa nova transformação dos materiais por meio da observação do sistema gelo, prato e atmosfera, buscando compreender o que ocorre, submicroscopicamente, com os constituintes do gelo à medida que ficam expostos ao ar.

O professor poderá utilizar de questionamentos como os sugeridos a seguir, para auxiliar os estudantes na reflexão acerca do experimento:

1. O que é o gelo?
2. De que é feito o gelo que está do prato? Ou seja, quais são seus constituintes químicos?
3. Átomos de quais elementos químicos formam as moléculas do gelo?
4. Existe algo em volta do gelo que não conseguimos ver a olho nu? Se sim, o que é?
5. O derretimento do gelo pode ser ocasionado por essas partículas invisíveis que estão em torno dele?
6. O que faz o gelo derreter?
7. O derretimento do gelo pode estar relacionado à temperatura? Como?

8. As moléculas do gelo mantêm suas ligações químicas (entre os átomos) quando o gelo derrete, ou essas ligações são rompidas durante o derretimento?
9. O que ocorre, submicroscopicamente, com as moléculas de água após a mudança de estado físico (sólido para líquido)?

É de grande importância que o professor estabeleça um diálogo com a turma, de maneira que os estudantes se sintam à vontade para expressar suas hipóteses iniciais acerca do assunto. Assim, por meio de tais hipóteses, o professor poderá ser capaz de auxiliar os estudantes a sistematizarem suas ideias sobre o fenômeno observado.

Espera-se que juntos, alunos e professor, possam alcançar a compreensão de que o gelo é composto por água no estado sólido, tendo, portanto, a fórmula molecular H_2O , onde cada molécula de água é constituída por dois átomos de hidrogênio (H) e um átomo de oxigênio (O). É importante, ainda, que o aluno desenvolva a percepção de que o gelo está envolto pelo ar atmosférico, que consiste em uma mistura de gases como o O_2 , CO_2 , N_2 e alguns gases nobres.

Posteriormente, será possível verificar que o ar atmosférico e o gelo possuem temperaturas iniciais diferentes. Para tal, o professor pode fazer uso de um termômetro de ambiente ao medir a temperatura do ar, e de um termômetro comum para verificar a temperatura do gelo, constatando que o gelo possui uma temperatura em torno de $0^\circ C$, e que o ar possui uma temperatura de acordo com o dia de realização do experimento.

Prosseguindo a sistematização de ideias, professor e aluno poderão dialogar sobre o que ocorre quando o ar atmosférico e gelo entram em contato. O professor poderá, sempre utilizando as hipóteses dos estudantes, explicar que os dois materiais iniciam uma troca de calor.

Assim, o gelo está recebendo calor vindo do ar, e as moléculas da água que estavam organizadas, próximas²⁰ e praticamente sem movimento, por possuírem uma baixa temperatura, começam a adquirir maior velocidade. As moléculas tornam-se capazes de se movimentar de maneira mais ampla, e se distanciando ao ponto de

²⁰A organização das moléculas de água no estado sólido apresenta uma exceção à norma química relacionada à organização de moléculas nos estados sólido, líquido e gasoso. A água, no estado sólido, tem suas moléculas mais afastadas (e não mais próximas) em função das ligações de hidrogênio e os pares de elétrons livres presentes nas moléculas (OLIVEIRA; SCHLÜNZEN JUNIOR; SCHLÜNZEN, 2013).

romperem suas interações intermoleculares (ligações de hidrogênio), ocasionando uma mudança de estado físico, fazendo com que o gelo (sólido) se transforme em água (líquida), porém, sem ocorrer quebra das ligações químicas (ligações iônicas, covalentes, moleculares e metálicas).

A água, agora líquida, continua apresentando como composição os átomos de hidrogênio (H) e oxigênio (O), ainda formando as moléculas de H₂O. Porém, agora, essas moléculas possuem maior grau de agitação, de movimento e proximidades umas das outras, diferentes das que são observadas no estado sólido, devido à troca de calor com o ar. Assim, podemos ver nesse experimento uma transformação física, na qual os materiais se transformam, porém, sem a quebra de ligações químicas. Ou seja, não houve a formação de novas substâncias.

Após esse diálogo, para elaboração de hipóteses e sistematização de ideias, o professor poderá entregar aos estudantes a atividade 6, na qual poderão expressar suas compreensões acerca do fenômeno estudado e dos diálogos desenvolvidos durante a aula.

Atividade 6 – Estudo sobre o derretimento do gelo

Aluno: _____ Turma: _____ Data: ____ / ____ / ____

1. Qual é a constituição química do gelo?

2. Ao retirarmos um cubo de gelo da geladeira, o gelo irá derreter. Explique por meio de desenhos o que acontece **SUBMICROSCOPICAMENTE** no processo de derretimento do gelo.

Explique os seus desenhos por meio de um texto nas linhas abaixo.

3. Os eventos que ocorre **SUBMICROSCOPICAMENTE** durante o derretimento do gelo, são iguais aos eventos que ocorrem **SUBMICROSCOPICAMENTE** quando colocamos água, permanganato de potássio, vinagre e água oxigenada em contato no experimento “Violeta que desaparece”? Quais são as similaridades e as diferenças entre os dois processos? Explique.

Conversando com o professor

Para esta aula, é importante que o professor desenvolva uma postura dialógica e investigativa, sempre questionando os estudantes acerca de suas opiniões relacionadas aos fatos experimentais, os incentivando a elaborarem e exporem suas ideias. É relevante que o professor leve em consideração as hipóteses dos estudantes, tratando-as com seriedade e utilizando-as para levantar novos questionamentos, que possam auxiliá-los a refletir e agir.

É necessário que o professor esteja sempre atento ao tempo de aula, administrando-o de forma equilibrada, tendo em mente que os alunos necessitarão de tempo útil, ou seja, por volta de vinte minutos para desenvolverem a atividade 6. Caso as discussões sobre os experimentos se estendam, o professor poderá acrescentar uma aula à SEI, para que as discussões e a atividade 6 sejam desenvolvidas com qualidade.

Sugerimos também, ao professor, que disponha de modelos em 3D para a representação das moléculas, para enriquecer a sistematização de ideias sobre a organização das moléculas nos diferentes estados físicos e ressaltar as interações intermoleculares entre as moléculas. Caso o professor não possua acesso aos modelos em 3D, sugerimos a utilização de vídeos ou simulações, como os indicados no material de apoio.

Material de apoio

Para uma melhor compreensão sobre o que ocorre durante o derretimento do gelo, sugerimos a leitura do artigo:

GARCIA, R. L. et al. Transferência de calor e massa: Fusão de uma placa de gelo. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 39, n. 3, p. 3502 -1- a 3502-8 , 2017.

MILARÉ, T.; MARCONDES, M.E.R.; REZENDE, D.B. Discutindo a química do ensino fundamental através da análise de um caderno escolar de ciências do nono ano. **Química Nova na Escola**, v.36, n 3, p. 231-240, agosto, 2014.

Para auxiliar na construção de conhecimentos relacionados à representação submicroscópica dos três estados físicos da água, sugerimos a exibição do vídeo:

 **Estados Físicos da matéria**

Também sugerimos o uso da simulação computacional:

 **Estados da Matéria: básico**

A simulação, desenvolvida pela Universidade do Colorado, permite que o aluno altere variáveis e perceba a influência da temperatura nas mudanças de estado físico, bem como a organização do sistema e o afastamento entre as moléculas decorrente do rompimento de interações intermoleculares.

Avaliação

A avaliação poderá ser realizada por meio da análise das respostas dos estudantes à atividade 6, bem como por meio da observação da participação dos estudantes ao longo da aula. Sugere-se que o professor dê continuidade as suas anotações no diário reflexivo, na perspectiva de analisar, criticamente, as estratégias utilizadas em sala de aula.

Recursos

Gelo, prato, atividade 6 impressa, modelos de moléculas em 3D ou recursos audiovisuais para o vídeo ou simulação computacional.

AULA 10: TRANSFORMAÇÕES FÍSICAS E QUÍMICAS NO BENEFICIAMENTO DO FERRO

Objetivo: Retomar, com os estudantes, as conceituações construídas nas aulas 7, 8 e 9, sobre as TF e TQ, por meio de um estudo mais detalhado sobre como ocorre a preparação do minério hematita e seus derivados, para que possam, posteriormente, serem utilizados na siderurgia.

A aula 10 poderá ter como ponto de partida, uma revisão das investigações realizadas na aula 4, em que os estudantes iniciaram os estudos relacionados às etapas de extração de beneficiamento do ferro, e a siderurgia a ele relacionada. Porém, neste momento, espera-se que os alunos apresentem o desenvolvimento de uma perspectiva científica mais amadurecida sobre os processos da mineração, tendo em vista que puderam aprimorar seus conhecimentos relacionados às Transformações Químicas e Transformações Físicas, durante as aulas até aqui ministradas na SEI.

Nesta aula, o professor poderá, juntamente com os alunos, estudar os caminhos que o minério de ferro realiza, partindo inicialmente da extração da hematita e do itabirito, e caminhando até a etapa de formação dos produtos da extração do minério de ferro que serão utilizados para a produção do aço. São eles: granulado AF, o sinter e as pelotas.

O professor, utilizando slides e a síntese apresentada na Figura 5, poderá desenvolver, juntamente com os estudantes, uma sistematização de ideias sobre quais são as etapas do beneficiamento do ferro. É importante que o professor sempre faça uso das concepções já construídas pelos estudantes a respeito do assunto, dialogando de maneira investigativa sobre quais são as etapas do processo de beneficiamento, bem como sobre quais os tipos de transformações que ocorrem nesse.

A Figura 5 apresenta, de maneira resumida, uma explicação de quais são as etapas do beneficiamento do ferro, além dos tipos de transformações que ocorrem em cada uma das etapas e os resíduos gerados por essas.

Figura 5 – Etapas de beneficiamento do Minério de Ferro (Continua)

	Etapa do processo	Tipo de Transformação dos materiais	Resíduos Gerados
	<p>Extração: Escavadeiras e pás retiram o minério de ferro de bancadas e o depositam em caminhões. Os principais minérios extraídos são a hematita (Fe_2O_3), e Itabirito (Quartzo + Hematita).</p>	<p>Transformação física. O solo rico em ferro é extraído da "montanha" onde estava compactado, se tornando mais descompactado.</p>	<p>Liberação de partículas no ar (Poeira).</p>
	<p>Transporte: Caminhões denominados "fora-de-estrada" transportam toneladas do minério para a Britagem.</p>	<p>Não há transformações de materiais.</p>	<p>Poeira e água residual da limpeza de máquinas.</p>
	<p>Britagem: O Minério de Ferro passa pelo equipamento de britagem (britador giratório, de mandíbula ou moinhos) para ter sua granulometria (tamanho dos minerais) reduzida a um tamanho adequado ao estabelecido em cada mina.</p>	<p>Transformação física. O material extraído tem seu tamanho diminuído a partículas menores que 50 mm.</p>	<p>Poeira e água residual da limpeza de máquinas.</p>
 <p>Equipamento para Peneiramento</p>	<p>Peneiramento: O minério britado irá passar por telas que funcionam como peneiras. As partículas maiores que a abertura da tela denominadas de oversize, ficam retidas e as menores (undersize) passam pela tela. O oversize e undersize, é separado por três tipos de tamanhos: Granulado (0,65mm à 5 cm), Sínter Feed (0,15mm à 0,6mm) e Pallet Feed (menor que 0,1 mm)</p>	<p>Não há transformações dos materiais. Ocorre um processo de separação por tamanho.</p>	<p>Poeira e água residual da limpeza de máquinas.</p>

Figura 5 – Etapas de beneficiamento do Minério de Ferro (Continua)

Granulado	Sinter-Feed	Pellet-Feed
		
O Granulado, é o produto da mineração que possui tamanho entre 0,65mm à 5 cm. É um produto que já está pronto para utilização na Siderurgia, sendo utilizado na fabricação do aço e demais produtos. Este será estocado e posteriormente transportado para a indústria.	O Sinter Feed, possui granulometria entre 0,15mm à 0,6mm e deverá passar pelo processo de Sinterização, transformando-se em Sinter. O Sinter é um produto útil para a fabricação do aço nas Siderúrgicas.	O Pallet Feed possui granulometria menor que 0,1 mm, sendo também denominado de pó de minério de Ferro. O Pallet Feed poderá ser utilizado na Siderurgia apenas após passar pelo processo de pelletização para que adquira tamanho e resistência necessários nos processos siderúrgicos.

Etapa do processo	Tipo de Trans. dos materiais	Resíduo Gerado	Etapa do processo	Tipo de Trans. dos materiais	Resíduo Gerado
SINTERIZAÇÃO: Consiste em uma aglomeração a quente do Sinter Feed, juntamente com outros rejeitos finos provenientes dos processos da siderúrgica como o coque. Também são adicionados fundentes como a Ferrita (CaFe_3O_4) e o Dicalcio de Ferrita ($\text{Ca}_2\text{Fe}_2\text{O}_5$), além de algumas substâncias químicas para correção de propriedades físico químicas adequadas à metalurgia. Estes materiais são adicionados ao misturador juntamente com a água, para a formação de micro pelotas blindadas, que são distribuídos na fileira da máquina de	Transformações Físicas: relacionadas à transferência de calor entre os corpos envolvidos ocasionando a fusão dos materiais. Transformações Químicas: Relacionadas as reações químicas de combustão do combustível a base de carbono (coque), Decomposição dos carbonatos presentes na Ferrita e no Dicalcio de Ferrita, oxidação do ferro presente no minério foco da atividade.	Resíduos sólidos, líquidos e gasosos.	PELOTIZAÇÃO: 1ª Etapa: Preparo e homogeneização de uma mistura possuindo o Pallet Feed e insumos como: Carvão Mineral (C), Calcário (SiO_2 , CaO , MgO), Magnesita (SiO_2 , CaO , MgO), Olivina, Bentonita (Fe.SiO_2 , Al_2O_3 , CaO.MgO), aglomerantes orgânicos e, cal hidratada, que garantem a qualidade das pelotas. 2ª Etapa: A mistura é adicionada ao disco de pelotamento que juntamente com a água e movimentos circulares do aparelho.	Transformações Físicas: Ocorrem na 1ª, 2ª e início da 3ª etapa do processo de pelletização. Na 1ª etapa, as características físicas iniciais dos materiais utilizados na mistura são modificadas após a homogeneização. Na 2ª etapa, a interação da mistura sólida com a água, provoca a formação de pontes líquidas unindo as partículas e originando as pelotas. A 3ª etapa inicia com a mudança de estado físico da água (Líquido > – Gasoso) durante as secagens.	Resíduos sólidos, líquidos e gasosos

Figura 5 – Etapas de beneficiamento do Minério de Ferro (Conclusão)

<p>sinterização. Posteriormente serão submetidas a temperatura de 1200°C no forno de ignição onde é realizada a sinteração. A variação de temperatura a qual o minério é submetido ocasiona a fusão dos materiais, a realização de reações de combustão com liberação de gases, e origina um novo material, o Sinter, que é solido, poroso, com maior resistência e útil na fabricação do aço. O Sinter é resfriado e britado, para posteriormente ser encaminhado para o alto forno.</p>			<p>provocará a formação de pelotas as cruas. 3ª Etapa: As pelotas cruas serão colocadas nas grelhas de secagem, posteriormente passarão pelas secagens ascendente (I e II) e pela secagem descendente. Este processo consiste na evaporação da água presente nas pelotas. Em seguida as pelotas passarão pela Pré-queima, a uma temperatura de 500°C à 900°C, e finalizando o processo ocorrerá a Queima em temperaturas de 1000°C à 1350°C.</p>	<p>Transformações Químicas: Ocorrem durante a Pré-Queima e Queima dos constituintes do minério, do calcário da bentonita, do aglomerante orgânico e da cal. Proporcionam o endurecimento das pelotas, fazendo com que adquiram resistência física</p>
---	--	--	--	--



Forno de Sinterização	Disco de Empelotamento
<p>Algumas Reações Químicas para formação do Sinter</p>	<p>Algumas Reações Químicas para formação das Pelotas</p>
$\begin{aligned} C + O_2 (g) &\rightarrow CO_2 (g) \\ CaCO_3(s) &\rightarrow CaO(s) + CO_2 (g) \\ Fe_2O_3(s) + CO/H_2(g) &\rightarrow Fe_3O_4(s) + CO_2/H_2O(g) \end{aligned}$	$\begin{aligned} C + O_2 (g) &\rightarrow CO_2 (g) \\ CaCO_3(s) &\rightarrow CaO(s) + CO_2 (g) \\ 4Fe_3O_4(s) + O_2(g) &\rightarrow 6Fe_2O_3(s) \end{aligned}$

Fonte: Adaptado de Vale – Educação (2017), Moraes e Cassola (2007), Castro, França, *et al.* (2013), Luz, Sampaio e França (2010), Possani (2012), Vale (2017).

As sistematizações de ideias, partindo da etapa de extração até a etapa de peneiramento, são mais simples e poderão ocorrer de maneira breve, tendo em vista que nessas ocorre apenas Transformações Físicas da matéria de fácil compreensão.

Porém, sugerimos ao professor que trabalhe os tópicos relacionados às granulometrias do granulado, do sinter feed e do pallet feed, bem como os processos de sinterização e pelotização com bastante atenção, pois estão relacionados aos processos de Transformações Químicas, além de utilizarem maquinários mais elaborados.

Neste momento, destacamos ser importante que professor e aluno tenham sistematizado com clareza as etapas do processo, sendo capaz de realizar uma construção mental do que ocorre macroscopicamente. Para tal, sugerimos que o professor, além de utilizar a apresentação em slides durante a aula, também disponibilize para cada estudante a Figura 5 impressa, assim, o aluno poderá fazer marcações no texto durante as explicações, sendo possível ainda realizar uma releitura do material, quando julgar necessário.

O professor pode, ainda, estudar com os alunos os vídeos “CST Sinterização”²¹ e “Processo de Pelotização”²², visando uma retomada das ideias desenvolvidas em relação aos eventos macroscópicos.

Finalizando a aula, o professor poderá dar ênfase aos eventos submicroscópicos que ocorrem na sinterização e na pelotização, buscando compreender se há a ocorrência de Transformações Químicas ou Transformações Físicas, conforme apresentado na Figura 5. O material expõe algumas das diversas reações que ocorrem na formação do sinter e das pelotas. Sugerimos ao professor que estude tais reações, juntamente com os estudantes, partindo da representação submicroscópica a partir dos modelos em 3D das moléculas envolvidas, buscando construir juntamente com os estudantes os produtos das reações, a partir dos reagentes.

O professor poderá, por exemplo, romper a ligação existente entre o oxigênio e ferro do modelo em 3D da magnetita, ($\text{Fe}_3\text{O}_{4(s)}$), de maneira que seja possível aos estudantes compreenderem que o oxigênio rompe sua ligação com o ferro, ocasionando uma liberação de gás. Assim, o professor poderá construir a equação $4\text{Fe}_3\text{O}_{4(s)} + \text{O}_{2(g)} \rightarrow 6 \text{Fe}_2\text{O}_3 (s)$ no quadro, sempre enfatizando a relação de cada modelo em 3D com sua representação simbólica.

²¹ Vídeo disponível no link: <https://www.youtube.com/watch?v=vSZTPnHjiR8>.

²² Vídeo disponível no link: <https://www.youtube.com/watch?v=K9-2VmNrUqk>.

Trabalhando dessa maneira, acreditamos ser possível, ao professor, realizar uma relação entre o que ocorre submicroscopicamente durante uma transformação química e sua representação simbólica. A mesma dinâmica pode ser utilizada no estudo das demais reações. Destacamos, ainda, da importância de ressaltar com os alunos a ampla utilização de água nas etapas da sinterização e da pelletização, tendo em vista que o rejeito de minério, rico em sílica e ferro, estocado nas barragens de mineração, são provenientes dessas etapas de produção.

Fechando a aula, sugerimos ao professor que coloque em destaque a ideia de que o granulado, o sinter e as pelotas são os produtos derivados do beneficiamento do ferro, úteis na siderurgia para a fabricação do aço e que esses serão foco da aula seguinte.

Conversando com o professor

A aula propõe trabalhar uma diversidade de informações que necessitam de uma sistematização de ideias bem elaborada pelo professor, de maneira que os alunos não se percam durante a construção de ideias. É importante que o professor respeite o tempo de aprendizado de cada aluno e turma participante da SEI. Assim, caso julgue necessário, sugerimos o acréscimo de mais uma aula, de maneira que seja possível trabalhar os conhecimentos relacionados às etapas do processo de beneficiamento do ferro, suas TF, TQ e rejeitos.

Destacamos, ainda, a importância de o professor dispor de modelos em 3D para auxiliar os estudantes na construção de uma representação mais vívida do universo submicroscópico. Os modelos em 3D também podem auxiliar os estudantes a estabelecerem relações entre as representações submicroscópicas e simbólicas, levando-os a compreender que esses símbolos e desenhos submicroscópicos estão relacionados aos fatos experimentais visíveis. Caso o professor não possua um kit de moléculas 3D, sugerimos a elaboração dessas utilizando palitinhos e jujubas ou bolas de isopor, como indicado no material de apoio.

Material de Apoio

Para uma melhor compreensão do processo de sinterização, indicamos a leitura do artigo:

CASTRO, J. A. et al. Estudo numérico da influência de propriedades de amolecimento e fusão na cinética de formação de (cafe2). **Tecnol. Metal. Mater. Miner**, São Paulo, v. 10, n. 1, p. 16-27, janeiro - março 2013.

Para uma melhor compreensão do processo de Pelotização, sugerimos o estudo do Capítulo 16, tópico II do livro:

LUZ, A. B.; SAMPAIO, J. A.; FRANÇA, S. C. A. **Tratamento de Minérios**. 5ª. ed. Rio de Janeiro: CETEM/MCT, 2010.

Para exemplificar a construção de modelos em 3D, com materiais de baixo custo, indicamos o artigo:

SILVA, B. M. M.; MARCIELIO, A. S.; SIMÕES, A. S. M. Construção de um modelo molecular para o ensino de geometria molecular utilizando jujubas. **Anais do IV Conedu**, Campina Grande - PB, 2017.

Avaliação

A avaliação poderá ser realizada por meio da observação do envolvimento dos estudantes nos diálogos estabelecidos. Sugere-se que o professor dê continuidade as suas anotações no diário reflexivo, na perspectiva de analisar, criticamente, as estratégias utilizadas em sala de aula.

Recursos

Para o desenvolvimento da aula, sugerimos ao professor que disponha de datashow, caixinhas de som, a figura 6 impressa (disponibilizada a cada estudante, individualmente) e modelos em 3 dimensões.

AULA 11: TRANSFORMAÇÕES FÍSICAS E QUÍMICAS NO ALTO FORNO

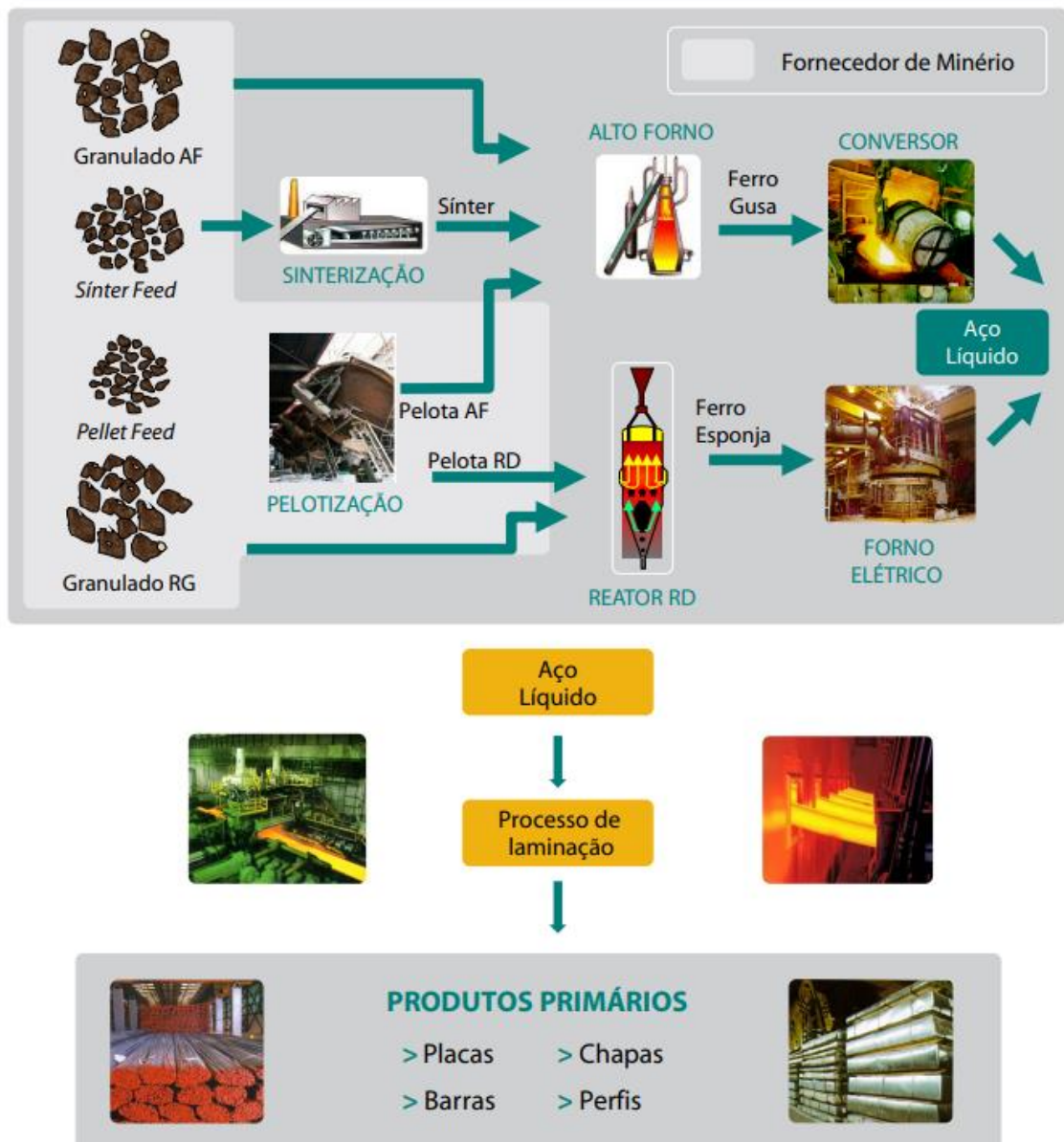
Objetivo: Proporcionar aos estudantes que deem continuidade ao desenvolvimento dos conhecimentos científicos relacionados às TQ e TF, por meio do estudo das transformações que ocorrem no alto forno para a produção do aço.

O professor poderá iniciar a aula lembrando, de maneira breve, as ideias trabalhadas na aula anterior, de forma que seja possível dar ênfase no estudo dos produtos do beneficiamento do ferro que são utilizados na produção do aço. É sugerido ao professor que utilize a Figura 6, apresentada a seguir, para auxiliar os estudantes na continuidade da construção de ideias no que diz respeito ao momento em que o granulado, o sinter e as pelotas são utilizadas para a fabricação do aço.

Utilizando a imagem, o professor poderá dialogar e revisar os processos pelos quais o sinter feed e o pallet feed passam para se transformar em sinter e pelotas (sinterização e pelotização), além de visualizar, sob uma perspectiva macroscópica, quais são os próximos processos pelos quais o granulado, o sinter e as pelotas passarão para se tornarem em aço.

O professor poderá dialogar com os estudantes, sempre lembrando as informações contidas no vídeo estudado na aula 4 (relacionado à produção do aço), de maneira que sejam capazes de compreender que o granulado, o sinter e as pelotas serão submetidos a processos siderúrgicos nos seguintes equipamentos: alto forno e conversor. Ao analisar a Figura 6 também é necessário que o professor explique aos estudantes que existe um segundo método para a produção do aço, utilizando o reator RD, porém, esse não será o foco das discussões.

Figura 6 – Etapas Siderúrgicas para a produção do Aço



Fonte: Vale (2017)

Após ter realizado uma análise das etapas de produção do aço, o professor poderá sistematizar, juntamente com os estudantes, as ideias acerca das TQ que ocorrem dentro do alto forno. O minério tratado, hematita (Fe_2O_3), passará por Transformações Químicas no alto forno ao reagir com carvão vegetal (C) e com o calcário (CaCO_3) em diferentes temperaturas, se transformando em ferro gusa (FeC). Para que essa Transformação Química dos materiais ocorra, é necessário a realização de uma diversidade de reações, conforme pode ser estudado no material “*Química na Metalurgia*” de Romeiro (1997). Porém, para esta aula, foram

selecionadas três Transformações Químicas, dispostas na figura 7 para investigação junto aos estudantes.

Figura 7 – Algumas Transformações Químicas que ocorrem no Alto Forno



Fonte: Romeiro (1997)

Após ter apresentado, aos alunos, as representações simbólicas das transformações químicas que ocorrem dentro do alto forno, o professor poderá iniciar um diálogo acerca do que ocorre com cada um dos materiais que são adicionados ao forno para a obtenção do ferro gusa. Assim, como realizado com o experimento “Violeta que desaparece”, o professor poderá fazer uma reconstrução dos processos ocorridos no alto forno, partindo da representação macroscópica, desenhando o forno e os materiais adicionados dentro desse no quadro, bem como seu produto. Posteriormente, o professor poderá escrever o registro simbólico do processo que ocorre dentro do alto forno, ou seja, as equações químicas.

Dando continuidade à aula, o professor poderá, sempre com o auxílio dos estudantes, construir uma representação submicroscópica sobre o fenômeno observado e representado simbolicamente. É sugerido ao professor que peça aos estudantes para elaborem um desenho que represente a perspectiva submicroscópica das TQ no quadro, ou então, o próprio professor poderá desenhar o que os alunos solicitarem, conforme suas descrições. Tais representações podem ser modificadas, conforme solicitações dos estudantes.

Neste momento, o professor poderá apresentar e estudar com os alunos os modelos em 3D dos reagentes participantes das Transformações Químicas, em que a Hematita se transforma em ferro gusa. Assim, será possível realizar uma elucidação de uma das formas de realizar representações submicroscópicas das Transformações Químicas estudadas.

Finalizando a aula, é sugerido ao professor que retome o estudo da Figura 6 e que ressalte com os alunos que o produto gerado no alto forno é o ferro gusa. Esse consiste em um ferro rico em carbono (seu processo de formação pode ser visto na equação 3, da figura 7). Posteriormente, o professor poderá explicar aos estudantes

que o ferro gusa é colocado no equipamento denominado Conversor. Nesse equipamento, o ferro gusa é aquecido em altas temperaturas para realizar uma Transformação Química de combustão, na qual o carbono (C) irá romper sua ligação com o ferro (F), formando um ferro com uma menor concentração de C, que é nosso aço líquido. Posteriormente, o aço líquido será solidificado, originando o aço sólido.

É importante destacar ainda que, sempre que ocorre uma elevação de temperatura, o material sólido sofrerá uma fusão, e sempre que ocorre uma diminuição de temperatura, o material realiza uma solidificação. Assim, durante os processos ocorridos no alto forno e no conversor, além de Transformações Químicas, também são realizadas Transformações Físicas.

Conversando com o professor

É importante que o professor seja criterioso sobre quais conhecimentos serão abordados com os estudantes, tendo em vista a ampla quantidade de Transformações Químicas envolvidas no processo. Assim, é necessário que o professor tenha bem definido e organizado os saberes a serem desenvolvidos em aula, por meio de um planejamento. Dessa forma, será possível evitar que a atividade possa vir a causar confusão no aluno, ao invés de proporcionar uma construção do conhecimento.

Em turmas do 2º ano do Ensino Médio, a presente aula pode subsidiar uma revisão dos conhecimentos relacionados à separação de misturas, enquanto que, para turmas de 1º ano, se demonstra útil para a introdução e desenvolvimento dos conhecimentos relacionados a tais processos.

Caso o professor disponha de tempo útil para a realização de mais aulas relacionadas ao tema, sugerimos que desenvolva uma atividade para que os alunos possam realizar uma construção de modelos físicos que representem as Transformações Químicas proporcionadas pelo beneficiamento do ferro e na produção do aço, como desenvolvido no trabalho de Silva, Marcelio e Simões (2017). A atividade pode ser muito útil, no sentido de proporcionar, aos estudantes, experiências didáticas que os permitam transitar entre os níveis macroscópico, submicroscópico e simbólico da Química, ao estudar um fenômeno.

Materiais de Apoio

Para melhor compreensão dos processos e Transformações que ocorrem no alto forno e no conversor, indicamos o estudo do material:

ROMEIRO, S. B. B. **Química na Siderurgia**. Porto Alegre: Biblioteca do Instituto de Química da UFRGS, 1997.

Avaliação

A avaliação poderá ser realizada por meio da observação dos diálogos estabelecidos entre os pares. Sugere-se que o professor dê continuidade as suas anotações no diário reflexivo, na perspectiva de analisar, criticamente, as estratégias usadas em sala de aula.

Recursos

Para o desenvolvimento da aula, é sugerido ao professor que disponha de um datashow, além de disponibilizar aos estudantes as figuras 6 e 7, de forma impressa.

AULA 12: SISTEMATIZAÇÃO DAS IDEIAS RELACIONADAS ÀS TRANSFORMAÇÕES QUÍMICAS E FÍSICAS

Objetivo: Por meio de um questionário, investigar como se deu a construção de conhecimentos dos estudantes no que diz respeito às Transformações Químicas e Físicas, compreendendo a forma como esses associam tais transformações às situações cotidianas.

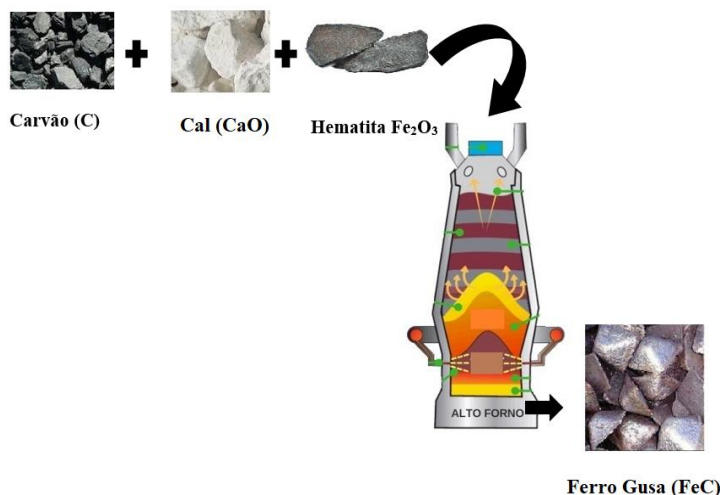
O professor poderá iniciar a aula explicando que será desenvolvida uma atividade, na qual será possível aos alunos expressarem suas compreensões sobre os aspectos científicos (estudo das transformações dos materiais), sociais, tecnológicos e ambientais relacionados à atividade mineradora, os quais foram investigados no decorrer das aulas. Assim, a atividade 7, apresentada a seguir, poderá ser disponibilizada aos estudantes. É sugerido ao professor que apresente aos estudantes as questões da atividade, dialogando de maneira que os alunos construam a compreensão sobre o que se pede em cada questão.

É necessário que o professor desenvolva uma postura ativa enquanto os estudantes realizam a atividade, estando sempre pronto para auxiliá-los caso possuam dificuldades ou inquietações, porém, sem conceder-lhes as respostas.

Atividade 7

Nome: _____ Turma: _____

1. Escreva as equações químicas referentes as **REAÇÕES QUÍMICAS** e desenhe o que ocorre **SUBMICROSCOPICAMENTE** para que a **Hematita (Fe_2O_3)** se transforme em **Ferro Gusa (FeC)**.



2. Que consequências, **BOAS E RUINS**, a extração do ferro e sua transformação em aço pode ocasionar no nosso dia a dia?

3. O Sonrisal, cujo os principais constituintes químicos são o Bicarbonato de Sódio (NaHCO_3) e o Ácido Cítrico ($\text{H}_3\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7$) ao entrar em contato com a Água (H_2O), sofre uma transformação originando o Dihidrogenocitrato de Sódio ($\text{NaH}_2\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7$), Água (H_2O) e Dióxido de Carbono (CO_2).

- a) Utilize as fórmulas químicas e escreva uma **equação química** que represente esta transformação.



- b) Explique por meio de um **desenho** e de **texto** o que acontece **SUBMICROSCOPICAMENTE** na transformação envolvendo o Sonrisal.

4. Pense em um cubo de gelo que foi retirado do congelador e deixado em temperatura ambiente. Faça um desenho que represente **SUBMICROSCOPICAMENTE** essa transformação.

5. Existe diferença entre a transformação observada no Sonrisal e no derretimento do gelo? Explique.

Finalizando a aula, o professor poderá recolher as atividades e analisá-las, verificando se serão necessárias intervenções para uma sistematização ou para uma revisão dos conhecimentos, de acordo com as respostas manifestadas pelos estudantes.

Conversando com o professor

Para esta aula, o professor poderá disponibilizar novamente aos alunos os modelos em 3D dos reagentes e produtos das Transformações Químicas que ocorrem no alto forno, motivando os estudantes na elaboração de seus modelos.

Para este momento, espera-se que os estudantes já apresentem uma maior habilidade em tecer relações entre os níveis macroscópico, simbólico e submicroscópico, porém, ainda assim, a representação do invisível é algo complexo, por requerer abstração. Dessa forma, a disponibilização do modelo em 3D pode auxiliá-los a superar esse entrave, além de proporcionar, ao estudante, que teça uma forte relação entre representação da estrutura submicroscópica e sua fórmula simbólica, identificando os respectivos átomos que compõe determinada molécula e suas quantidades.

Entretanto, é importante ressaltar que a utilização dos modelos em 3D apresenta a limitação da cor, ou seja, induz aos estudantes a pensarem que determinado átomo possui a cor apresentada pelo modelo. Isso pode ocorrer, por exemplo, no momento em que os estudantes realizam seus desenhos e procuram colorir-los com a cor apresentada pelo modelo. Portanto, o professor deve estar atento para que se evite a consolidação de tais perspectivas pelos alunos.

Pode ocorrer, ainda, que os alunos apresentem dificuldades com a pergunta 3 do questionário, tendo em vista que a SEI não buscou estudá-la especificamente, mas sim, um caso similar por meio do experimento “Violeta que desaparece”. Dessa forma, é importante que o professor esteja atento aos questionamentos, impasses e

comentários apresentados pelos estudantes enquanto desenvolvem a atividade, de maneira que os incentive a pensar na similaridade do experimento com o exercício em questão, elaborando suas hipóteses e conhecimentos construídos acerca desse.

Avaliação

A avaliação poderá ser realizada por meio da análise das respostas dos estudantes para os questionamentos da atividade 7, e por meio dos diálogos estabelecidos durante a aula.

Recursos

Para o desenvolvimento da aula, é sugerido ao professor que disponibilize, aos estudantes, a atividade 7 impressa.

AULA 13: CARTA AO PREFEITO

Objetivo: Incentivar os estudantes à reflexão acerca dos aprendizados construídos durante a SEI e como esses podem colaborar em seus posicionamentos acerca da atividade de extração mineral.

Como atividade final da SEI, o professor poderá sugerir aos estudantes que escrevam uma carta, conforme proposto na Atividade 8, de forma que sejam capazes de manifestar seus conhecimentos sobre a extração e beneficiamento do ferro e suas concepções e posicionamentos.

A atividade poderá ser desenvolvida em uma aula, ou então, ser realizada como uma atividade para casa, de forma que disponham de maior tempo para realizar a escrita.

Atividade 8: Atividade Final

Nome: _____ Turma: _____

Miranópolis, uma pequena cidade do estado de Minas Gerais, possui lindas montanhas ricas em vegetação e fauna. O entorno de suas montanhas é cortado pelo rio Onça, do qual muitos pescadores tiram seu sustento e onde habitam uma infinidade de espécies aquáticas. Recentemente, a empresa Ferro Forte confirmou que o solo das montanhas é rico em Hematita e deseja estabelecer uma mina na primeira montanha. Os representantes da empresa afirmam que o minério de ferro é importantíssimo para o desenvolvimento tecnológico e social do país, em contrapartida, diversos ambientalistas alertam sobre os riscos que a exploração pode representar para a população e para o meio ambiente.

Cabe ao prefeito da cidade decidir, em nome da população, se autoriza ou não as atividades da empresa. O prefeito estabelece uma consulta pública para compreender o posicionamento da população, e solicita, a cada cidadão, a escrita de uma carta que apresente argumentos a favor ou contra a instalação da empresa Ferro Forte no município.

Considere que você é cidadão de Miranópolis e que precisa escrever uma **CARTA** argumentando sobre a atividade mineradora e a instalação da empresa. **O que você diria ao prefeito?**

Pense nas perguntas a seguir para escrever a carta

- Qual a sua opinião sobre a atividade mineradora e seus impactos positivos e negativos?
- Quais resíduos químicos são gerados pela exploração desses minérios?
- Por que a extração do ferro é considerada um processo importante?
- Quais os materiais produzidos a partir da extração do ferro?

Não fique restrito a essas perguntas para escrever ao prefeito, também considere outros aspectos, os quais julgar relevante, para escrever a carta.

Conversando com o Professor

O professor poderá realizar essa atividade em sala de aula, ou propô-la como atividade para casa. Após sua produção, realizar uma socialização, em sala de aula, das ideias explicitadas nas cartas.

Avaliação

A avaliação poderá ser realizada por meio do estudo dos textos elaborados pelos estudantes.

Recursos

Para o desenvolvimento da aula, é necessário que o professor disponibilize a Atividade 8, de forma impressa.



SUGESTÕES ADICIONAIS

Considerando a amplitude da SEI que foi planejada e da temática escolhida, sugerimos que essa possa ser desenvolvida como um projeto de maior abrangência na escola, na perspectiva da interdisciplinaridade. Nesse contexto, professores de geografia e português, por exemplo, poderiam desenvolver e ampliar algumas atividades propostas.

O professor de Geografia poderia abordar questões relacionadas ao estudo do solo correspondente à região onde o aluno reside, os impactos sobre o meio ambiente que a exploração dessa região pode proporcionar, bem como as consequências que a atividade mineradora pode ocasionar sobre a sociedade. Dessa maneira, é possível ao docente dialogar com os estudantes sobre as questões geopolíticas que o tema permite explorar.

No que diz respeito aos estudos relacionados à língua portuguesa, o professor pode utilizar o tema para desenvolver com os estudantes a escrita em diferentes tipos textuais, como o dissertativo argumentativo. Além disso, podem ser trabalhados os gêneros textuais como o relato, o artigo de opinião, ou até mesmo o gênero carta, proposto como atividade final desta SEI.

Para as aulas de química, compreendemos que o professor pode desenvolver, por meio do tema mineração, o estudo de outros conteúdos conceituais, indo além dos que pretendemos abordar na SEI “Mineração e Beneficiamento do Ferro: Impactos e Possibilidades”. Citamos, como exemplo, a possibilidade de se realizar um estudo sobre os modelos atômicos e suas formas de representação, o estudo de soluções, solventes, soluto e suas representações microscópicas, as reações de combustão e a energia envolvidas nelas, dentre outros.

REFERÊNCIAS

- BEDIN, E.; PINO, J. C. D. Concepções de professores sobre situação de estudo: rodas de conversa como práticas formadoras. **Interfaces da Educação**, Paranaíba, v. 8, n. 22, p. 154-158, 2017. ISSN ISSN2177-7691.
- CARVALHO, A. M. P. **Ensino de Ciências por Investigação: condições para implementação em sala de aula**. São Paulo: Cengage Learning, 2013.
- CASTRO, J. A. et al. Estudo numérico da influência de propriedades de amolecimento e fusão na cinética de formação de (cafe₂). **Tecnol. Metal. Mater. Miner**, São Paulo, v. 10, n. 1, p. 16-27, janeiro - março 2013.
- DANTAS, A. A. N. **Etapas do Processo de beneficiamento do ferro e da produção do Aço**. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Centro de Tecnologia. Programa de Pós Graduação em Engenharia Civil, Natal - RN, Fevereiro 2015. 11-21.
- DELIZOICOV, D. **Conhecimento, tensões e transições**. Tese (doutorado) - Universidade de São Paulo. Faculdade de Educação, São Paulo, 1991. 143-153.
- FERNANDEZ, C.; MARCONDEZ, M. E. R. Concepções dos Estudantes sobre Ligações Químicas. **Química Nova na Escola**, v. 24, p. 20-24, Novembro 2006.
- GARCIA, R. L. et al. Transferência de calor e massa: Fusão de uma placa de gelo. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 39, n. 3, p. 3502 -1- a 3502-8 , 2017.
- JOHNSTONE, A. H. Chemical education research in Glasgow in perspective. **Chemistry Education Research and Practice**, v. 7, n. 2, p. 49-63, 2006.
- LUZ, A. B.; SAMPAIO, J. A.; FRANÇA, S. C. A. **Tratamento de Minérios**. 5ª. ed. Rio de Janeiro: CETEM/MCT, 2010.
- MACHADO, A. H. Pensando e Falando Sobre Fenômenos Químicos. **Química Nova na Escola**, n. 12, p. 38-42, Novembro 2000.
- MAIA, P. F.; JUSTI, R. Contribuições de atividades de modelagem para o desenvolvimento de habilidades de investigação. **Anais VII ENPEC**, Novembro 2009.
- MARTORANO, S. A. A. et al. PIBID Química: a atividade lúdica nas aulas do Ensino Médio. **Anais do X Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – X ENPEC**, Águas de Lindoia - SP, Novembro 2015.
- MILARÉ, T.; MARCONDEZ, M. E. R.; RESENDE, D. B. Discutindo a Química do Ensino Fundamental Através da Análise de um Caderno Escolar de Ciências do Nono Ano. **Química Nova na Escola** , São Paulo - SP, v. 36, n. 3, p. 231-240, Agosto 2014.

MORAES, S. L.; CASSOLA, M. S. MICROESTRUTURA DE PELOTAS DE MINÉRIO DE FERROAGLOMERANTES ORGÂNICO E INORGÂNICO. **Anais do XXII ENTMMME I VII MSHMT**, Ouro Preto , Novembro 2007. 491-498.

MOREIRA, M. A. O QUE É AFINAL APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA? **Qurriculum**, La laguna, Espanha, n. 25, p. 29-56, Março 2012.

MORTIMER, E. F.; MACHADO, A. H. **Química**. 2. ed. São Paulo: Scipione, v. 1, 2013.

MORTIMER, E. F.; MIRANDA, L. C. Concepções de Estudantes sobre transformações Químicas. **Química Nova na Escola** , n. 2, p. 23-26, 1995.

MOURA, M. E. T. Quanto vale nossas vidas? – uma abordagem CTS dos processos de mineração (exploração da terra e da força de trabalho) a partir dos crimes ambientais de Mariana e Brumadinho. **V Congresso Nacional de Educação**, Olinda - PE, Outubro 2018.

NERY, A. L. P.; LIEGEL, R. M. L.; FERNANDEZ, C. Um olhar crítico sobre o uso de algoritmos no Ensino de Química no Ensino Médio: a compreensão das transformações e representações das equações químicas.. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 6, n. 3, p. 587-600, 2007.

OLIVEIRA, O. M. M. F.; JUNIOR, K. S.; SCHLÜNZEN, E. T. M. **Química**. São Paulo : Cultura Acadêmica, v. Coleção Temas de Formação, 3, 2013.

POLICARPO, F. F.; SALUM, M. J. G. Minério de ferro: desafios para as indústrias mineral e siderúrgica. **Monografia apresentada à UFMG como requisito parcial para obtenção do título de Pós-Graduação em Engenharia de Recursos Minerais**, Belo Horizonte, Junho 2012. 15.

POSSANI, L. . F. K. Modelagem e simulação de um forno de Pelotização. **Tecnol. Metal. Mater. Miner**, Trabalho de Diplomação em Engenharia Química - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, julho 2012.

ROMANELLI, L. I. et al. **Conteúdo Básico Comum de Química - 2007**. Belo Horizonte: [s.n.], 2007.

ROMEIRO, S. B. B. **Química na Siderurgia**. Porto Alegre: Biblioteca do Instituto de Química da UFRGS, 1997.

ROSA, L. M. R. S.; SUART, R. C.; MARCONDES, M. E. R. Regência e análise de uma sequência de aulas de química: contribuições para a formação inicial docente reflexiva. **Ciência e Educação**, Bauru - SP, v. 23, n. 1, p. 51-70, 2017.

ROSA, M. I. F. P. S.; SCHNETZLER, R. P. Sobre a importância do conceitono transformação química, no processo de aquisição do conhecimento químico. **Química Nova na Escola**, n. 8, p. 31-35, 1998.

SANTOS, G. C. B. . L. A. S. . F. L. A. V. . M. P. J. Ensino de Química: atividades envolvendo a extração. **Congreso Iberoamericano de Ciencia, Tecnología, Innovación y Educación**, Argentina, 12, 13 e 14 Novembro 2014.

SANTOS, L. R. L.; LIMA, J. P. M.; SAMENTO, V. H. V. “Concepções de alunos ingressantes no curso de licenciatura em química sobre alguns conceitos de soluções”. **REnCiMa**, v. 8, n. 3, p. 41-60, 2017.

SILVA, B. M. M.; MARCIELIO, A. S.; SIMÕES, A. S. M. CONSTRUÇÃO DE UM MODELO MOLECULAR PARA O ENSINO DE GEOMETRIA MOLECULAR UTILIZANDO JUJUBAS. **Anais do IV Conedu**, Campina Grande - PB, 2017.

SOLINO, A. P. . G. S. T.. Abordagem Temática Freireana e o Ensino de Ciências por Investigação: Possíveis Relações Epistemológicas e Pedagógicas. **Investigações em Ensino de Ciências** , v. 19, n. 1, p. 141-162, 2014.

SOUZA, A. G.; SACHS, J. P. D. PROPOSTA EXPERIMENTAL PARA ABORDAGEM DE REAÇÕES QUÍMICAS E TRANSFERÊNCIA DE ENERGIA NO ENSINO DE QUÍMICA. **OS DESAFIOS DA ESCOLA PÚBLICA PARANAENSE NA PERSPECTIVA DO PROFESSOR PDE Artigos**, Paraná, 2013.

VALE. Curso de Mineração Básico. In: VALE **Módulo IV: Pelotização e Uso de Minério de Ferro na Siderurgia**. [S.l.]: Valer - Educação Vale, 2017. p. 7.

VALE. Vale. **Vale**. Disponível em: <<http://www.vale.com/brasil/PT/business/mining/iron-ore-pellets/Documents/carajas/index.html>>. Acesso em: 23 abr. 2020.

VALER - EDUCAÇÃO VALE. **Curso de Mineração - Básico - Módulo III: Beneficiamento Mineral**. [S.l.]: Vale, 2017.

WARTHA, E. J.; REZENDE, D. B. Os níveis de Representação no Ensino de Química e as categorias da Semiótica de Peirce. **Investigações em Ensino de Química**, v. 16, n. 2, p. 275-290, 2011.

ZABALA, A. **A Prática Educativa: Como Ensinar**. Porto Alegre: artmed, v. Reinpressão 2010, 1998. 197-221 p.

ZAN, R. A. et al. O Garimpo Bom Futuro como ferramenta para o ensino de química e da educação ambiental. **Monografias Ambientais**, v. 7, n. 7, p. 1657-669, mar-jun 2012.

A RESPEITO DOS AUTORES

Stéfanni Cristine Silva

Licenciada em Química pela Universidade Federal de Lavras – UFLA. Durante a graduação realizou iniciação científica na área de química analítica tratando resíduos metálicos e no Programa Institucional de Iniciação a Docência desenvolvendo projetos em diferentes escolas da rede estadual de ensino na cidade de Lavras-MG. Durante a graduação atuou ainda como professora de matemática do curso pré-universitário PréUni desenvolvido pela UFLA. Atualmente é Auxiliar Administrativo e Tutora da disciplina Metodologia de Pesquisa na instituição de ensino particular Faculdade Adventista de Minas Gerais – FADMINAS.

Marianna Meirelles Junqueira

Licenciada em Química pela Universidade Federal de Juiz de Fora - UFJF, durante a graduação atuou como professora da Educação de Jovens e Adultos no Colégio de Aplicação João XXIII - UFJF, e realizou iniciação científica na área de desenvolvimento de objetos de aprendizagem. Também já atuou na rede básica de ensino público e particular no estado de São Paulo. Possui mestrado e doutorado em Ensino de Ciências, na área de Ensino de Química, do Programa de Pós - Graduação Interunidades em Ensino de Ciências da Universidade de São Paulo. Atualmente professora Adjunta do Departamento de Química da Universidade Federal de Lavras - UFLA. Com interesse no Ensino e Aprendizado em Química - com enfoque em: mapeamento conceitual e, processos de ensino e aprendizagem de conceitos químicos no ensino superior e educação básica.



UNIVERSIDADE FEDERAL DE LAVRAS

