

ESTADO SÓLIDO: O ENSINO NEGLIGENCIADO EM NÍVEL MÉDIO E A SUA RELEVÂNCIA NO DESENVOLVIMENTO DE MATERIAIS

Solid State: a Negligenced Topic at High School and its Relevance in Materials Development

Liliane Nogueira Ferreira [nogueira.lilianny@gmail.com], graduada em Química.
*Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG) Campus Divinópolis. Rua Paraná, 3001
– Jardim Belvedere, Divinópolis – MG, 35501-170.*

Antônio L. Soares Jr (alsoaresjr@cefetmg.br) doutor em Ciências – Química, docente do
CEFET-MG no Departamento de Formação Geral.
*Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais (CEFET-MG)
Av. Ministro Olavo Drummond, 25 - Bairro São Geraldo - Araxá – MG, Brasil. 38180-510*

Recebido em: 23/01/2019

Aceito em: 13/09/2019

Resumo

Buscou-se descobrir a eficácia de novos métodos de ensino no que diz respeito à química dos sólidos e sua correlação com o desenvolvimento de materiais na indústria, sem questionar o papel do professor, mas propondo diferentes recursos que possam ser incorporados ao sistema de ensino. O objetivo desta pesquisa é avaliar a aceitação de novos métodos educacionais e compreender a visão dos alunos de ensino médio quanto a uma abordagem diferente das rotineiramente observadas na maior parte das escolas estaduais: quadro e giz. Nessa investigação, trabalhou-se com a inserção de recursos multimídia aliados à experimentação dentro da sala de aula, incursão de conteúdos relacionados ao cotidiano dos discentes, levando ao ambiente escolar as expectativas e demandas industriais do setor de tratamento e beneficiamento de minério de ferro.

Palavras-Chave: estado sólido, metodologias integradas, desenvolvimento industrial, minerais.

Abstract

The purpose of this work was to find out the efficacy of new teaching methods in solids chemistry and their correlation with the development of materials in industry, without questioning the teacher's role but proposing different resources that can be incorporated into the education system. The aim of this research was to evaluate the acceptance of new educational methods and to understand the vision of high school students regarding an approach different from those routinely observed in most state schools: chalkboard and chalk. In this research, we worked with the insertion of multimedia resources allied to experimentation into the classroom, incursion of contents related to students' daily life, taking to the school environment the expectations and industrial demands of the treatment and processing industry of iron ore.

Keywords: solid state, integrated methodologies, industrial development, minerals.

1 INTRODUÇÃO

A sociedade tem vivido tempos difíceis nas relações interpessoais nos mais diversos ambientes, muitas dessas dificuldades estão ligadas direta ou indiretamente às diversas mudanças que o mundo tem vivenciado, seja na política, artes, religião, tecnologia. Silva (2011) destaca que: “A humanidade vive um processo acelerado de modificações e rupturas, que se reflete em todos os setores da sociedade.”(p. 07). Essas mudanças estão refletindo negativamente no processo educacional, com aumento da evasão escolar, despreparo do corpo docente, desinteresse dos alunos, dentre outros tantos problemas que são perceptíveis em nossa comunidade escolar e sentidas pela sociedade.

Pesquisas no campo da educação mostram as dificuldades dos alunos de ensino médio em compreender conteúdos, teorias e conceitos científicos, especialmente nas disciplinas de ciências exatas (Química, Física e Matemática), tais pesquisas mostram o baixo nível de aprendizagem constatado em avaliações internas realizadas pelos professores e até mesmo nas avaliações externas realizadas por programas governamentais de avaliação elaborados pelo Ministério da Educação (BRASIL, 2012).

Dentro das dificuldades enfrentadas no ensino de Química no ensino médio devido às mudanças, as mais significativas na visão de Silva (2011), membro da Academia Cearense de Química e professor nas Universidades Estadual e Federal do Ceará, são: *a*) deficiência na formação do professor; *b*) baixos salários dos professores; *c*) metodologia ultrapassada; *d*) redução na formação de licenciados em Química; *e*) poucas aulas experimentais; *f*) desinteresse dos alunos.

A Química é vista por grande parte dos alunos como uma disciplina difícil e complexa, e ajuizada como desnecessária. Na maior parte das vezes, esses aspectos negativos se dão pela falta da contextualização dos conteúdos ensinados dentro do cotidiano do aluno e sua esfera social. É desejável que os diferentes conteúdos da ciência Química sejam trabalhados em conjunto com o cotidiano ou exemplos mais palpáveis pelos alunos, onde um tema complementa e interliga ao outro, dando sentido ao que está sendo estudado (FERREIRA, 1998). Além disso, demonstrar aos alunos a relevância dos conhecimentos químicos para a melhoria da qualidade de vida do ser humano (SANTOS e SCHNETZLER, 1997). Tal descontextualização no ensino de Química pode levar a uma menor fixação ou aprendizagem do conteúdo abordado.

A dificuldade encontrada no acesso ao conhecimento e à inviabilização dos processos de aprendizagem são as ideias que circulam no âmbito escolar, que distanciam o conhecimento científico, construindo concepções alternativas ao objeto de ensino (ROSA, 1996). O ensino de Química é um grande desafio para o educador, porque ele deve desfazer a má impressão dos alunos sobre a disciplina e mostrar que a Química não requer, como objetivo principal, decorar conceitos, mas compreender como eles foram construídos ao longo da história da humanidade. Enfatizar aos alunos que, para expressar as transformações da matéria e suas reações, a linguagem usada pela Ciência Química tem a mesma importância carregada pelos números como linguagem nas aulas de matemática (junto às equações e cálculos) e o alfabeto nas aulas de português (junto aos textos e suas interpretações).

Aliado às dificuldades de aprendizagem dos alunos, encontra-se uma situação igualmente preocupante: a falta de motivação dos professores de Química, que por diversas razões não se esforçam para tornar a relação *ensino x aprendizagem* um processo contínuo e agradável. Foca-se

na memorização de conteúdos e dados, sem se empenhar em abordar os conteúdos de maneira dinâmica e interativa. A forma de ministrar o conteúdo químico interfere diretamente na aprendizagem do aluno, mantendo-o ainda mais desinteressado, pois o ensino abstrato e superficial influenciam nos fatores que desmotivam o estudo de Química (CARDOSO & COLINVAUX, 2000).

Os conceitos referentes às ligações químicas, interações moleculares e estados da matéria são muito importantes no estudo da Química, sendo a compreensão dessas conexões atômicas de caráter fundamental para o aprendizado dos demais conteúdos. Apresentar as ligações químicas como um conteúdo isolado e dando a ideia de que essas são observadas facilmente como se pudéssemos ver a olho nu (as ligações acontecendo no interior das moléculas) é uma forma inadequada de ensino, pois possibilita erro de interpretação sobre formação das moléculas, suas estruturas e representações. Tais disciplinas, quando ensinadas em conjunto, explicam o comportamento das substâncias e as propriedades particulares de cada uma delas (GRUPO, 1993). O ensino do estado sólido no nível médio vem sendo negligenciado por parte de entidades do processo escolar, por adotarem materiais didáticos que estabelecem conteúdos a trabalhar de maneira resumida, de caráter apenas físico e de fácil memorização, impondo uma metodologia a ser adotada (LORENZ & BARRA, 1986).

Ao propiciar uma visualização adequada e uma ajuda na assimilação do conteúdo pelos alunos, as tecnologias devem ser usadas em sala de aula, pois dão um suporte interessante de modelos que são mais próximos à realidade dos materiais. Por exemplo, diferentes *softwares* e aplicativos gratuitos são encontrados na internet (recurso que vem se difundindo a uma parcela cada vez maior da população). Porém, esse recurso ainda é pouco explorado nas escolas públicas de ensino médio, principalmente pela falta de infraestrutura oferecida nos colégios (PIRES, MORTIMER & PRINCIGALLI, 2003). Além do mais, quando os alunos têm acesso à internet, majoritariamente, esses jovens estão mais interessados nas redes sociais, levando aos professores a uma certa desconfiança quanto ao uso da internet no momento da aula para fins didáticos.

O ensino de Química no Brasil não é de baixo nível, mas não consegue acompanhar a evolução que ocorre nos tempos atuais (HENNIG, 1998). É necessário saber que os professores, mesmo sem ter acesso a plataformas virtuais, dispõem de alternativas sobre o que fazer dentro da sala de aula. Existem muitas técnicas e metodologias que poderiam ser desenvolvidas e aplicadas, o que possibilitaria fazer do ambiente de ensino um lugar descontraído, estimulador e desafiador, melhorando a aprendizagem do aluno (HARTWIG & DOMINGUES, 1985). Guterres e Samrslá (2005) levanta questões pertinentes a novas concepções metodológicas que poderiam ser capazes de melhorar o ensino de Química; algumas ações têm buscado reestruturar as bases metodológicas e curriculares do nosso sistema educacional.

Na linha didática, explorando a Química de maneira interativa com segmentos do cotidiano dos alunos dentro do ensino deficitário do estado sólido, o uso do minério de ferro nas escolas de Minas Gerais é uma abordagem viável. A atividade mineral é um suporte financeiro e econômico de um país, sendo uma valiosa fonte de renda. No Brasil, sobretudo em Minas Gerais, o solo tem grande potencial mineral, sendo uma das maiores riquezas e um dos commodities mais relevantes na economia nacional; essas commodities (mercadorias) são produzidas em larga escala e comercializadas mundialmente, sendo negociadas em bolsas mercadorias, que negociam mercadorias com entrega em data determinada (não negociam ouro e nem ações) e seus preços são definidos pelo mercado internacional (CPRM, 2014). De acordo com o Instituto Brasileiro de

Mineração (IBRAM), a extração mineral equilibra os índices de crescimento nacional, como no recorde do Superávit (quando a exportação de produtos supera os resultados de importação) registrado no primeiro semestre de 2017 (IBRAM, 2017).

Como a extração mineral é feita em reservas naturais montanhosas, Minas Gerais é o estado que concentra as maiores e mais produtivas mineradoras do país, sejam elas nacionais ou multinacionais. A região mineira que compreende o centro-sul do estado, é conhecida como Quadrilátero Ferrífero, sendo a região responsável por grande parte da produção de minério de ferro, com cerca de 60% de toda a produção nacional (ROESER, 2010).

A composição do minério de ferro é dada pelos óxidos, em maiores ou menores concentrações, de acordo com o solo da região onde se encontra. A hematita (óxido de ferro III - Fe_2O_3) é o minério de ferro mais rico e de maior valor agregado na região do Quadrilátero Ferrífero de Minas Gerais, sendo o mais abundante. A hematita é composta por mais de 60% de átomos de Ferro com estado de oxidação 3+. Na região de mineração, normalmente, outros óxidos não ferrosos são encontrados, tais como: Óxido de Silício (SiO_2), Óxido de Alumínio (Al_2O_3) e demais óxidos ligados a fósforo, manganês e outros. A Magnetita (Fe_3O_4) é outro óxido de ferro, sendo encontrado na sua composição cerca de 72% de ferro, com os átomos de ferro no estado de oxidação +2 e +3, porém sua abundância maior é no sul da Bahia (CPRM, 2014).

O uso do minério de ferro para explicar e exemplificar os sólidos traz uma abordagem de ensino mais interativa, por se tratar de um conhecimento acessível aos alunos, pois a região centro oeste do estado é onde se concentra a maior parte da atividade mineradora, responsável pela principal fonte econômica da região. As propriedades do minério de ferro, são exemplos auxiliares para a compreensão dos sólidos: magnetismo, definição de volume e formas, dureza, pontos de fusão e ebulição, propriedades químicas e físicas dos materiais sólidos. A Química do estado sólido é consideravelmente ignorada no ambiente escolar, mas é de fundamental importância para o desenvolvimento de materiais, fornecendo ao setor industrial informações para a geração de bens de consumo necessários à vida humana.

Diante dos fatos expostos, é possível pressupor que as mudanças na maneira de conduzir o ensino de Química são urgentes, tentando refazer o prazer pela educação e os estudos, sendo esta talvez a forma mais adequada de transformar e mudar os rumos da educação. Conhecidas as necessidades de ensino de qualidade e de contextualizações dentro da Química para um ensino mais eficiente. O objetivo principal deste trabalho foi investigar como o ensino da Química do estado sólido de forma mais interativa pode promover um maior interesse dos alunos para o saber científico, possibilitando-lhes um conhecimento apropriado da relação existente entre a Química e a sociedade.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

A execução do trabalho de pesquisa ocorreu junto a uma turma de alunos do ensino médio de uma escola pública estadual do centro-oeste de Minas Gerais. As intervenções ocorreram nos horários e dias previamente marcados com a diretoria da escola e a professora de Química, além disso, a aplicação do projeto foi realizada no tempo necessário apenas para a aplicação da pesquisa, minimizando os atrasos no andamento do conteúdo programático para o ano letivo.

Quatro atividades distintas foram desenvolvidas junto aos alunos, nomeadas: aula teórico-interativa, palestra, mesa redonda e questionário, as mesmas estão detalhadas a seguir.

2.1 Aula Expositiva

O estudo dos estados físicos da matéria segue uma linha contínua e imutável, a maneira de abordar o assunto é o mesmo nas escolas da rede pública, mostrando apenas o diagrama de fases e os nomes dos processos físicos que ocorrem nas mudanças dos estados: sólido, líquido e gasoso. Este estudo é sempre iniciado no 1º ano do ensino médio, porém os estados líquido e gasoso são lembrados ao longo do ano para relacionar aos demais conteúdos, o que não acontece com a Química do estado sólido. Tal fato é justificado, seja pela complexidade da mesma ou pela falta de recursos para tornar tal conteúdo mais didático.

Diversos recursos didáticos foram utilizados, mas a fim de melhorar e facilitar o entendimento dos estudantes, o minério de ferro foi a base para a aplicação do projeto e ilustrar a Química que engloba os sólidos. A abordagem se deu por meio de explicação teórica, seguindo o plano de aula elaborado, onde foi incluídos conceitos de formação do mineral estudado e conceitos básicos sobre óxidos e ligações químicas.

Destacando as células unitárias, as fórmulas estruturais da Hematita (Fe_2O_3), grafite (C) e de dois óxidos: de silício (SiO_2) e de alumínio (Al_2O_3) foram utilizadas. Normalmente, SiO_2 e Al_2O_3 são encontrados junto a solos de mineração da Hematita. Tal recurso teve fundamental importância na visualização em nível atômico da organização do sólido e no despertar do interesse dos alunos, que são altamente adeptos da tecnologia. O software utilizado foi o *VESTA* [*Visualization for Electronic and Structure Analysis*], sendo um programa gratuito de visualização 3D para modelos estruturais, dados volumétricos como densidade de elétrons idealizada, posições atômicas e morfologias de cristais são encontrados (MOMMA & IZUMI, 2011). Nesse programa foram mostradas as estruturas das células unitárias dos sólidos supracitados exemplificando em imagens como se dá a aglomeração desses minerais em nível molecular.

PhET [Simulações Interativas em Ciências e Matemática] é uma plataforma em que um conjunto de aplicativos está disponível de forma gratuita. Tais aplicativos foram desenvolvidos através de um projeto de pesquisa em educação da Universidade do Colorado e envolvem os alunos através de um ambiente intuitivo, estilo jogo, onde aprendem através da exploração e da descoberta (MOORE et al., 2014). O *software* Estado da Matéria foi utilizado e nesse foi mostrado de maneira bem didática como ocorrem às mudanças nos estados da matéria, utilizando a variação da temperatura e pressão para mostrar o comportamento dos átomos ou compostos químicos com tais alterações.

Após a teoria, uma aula prática foi realizada com o intuito de mostrar como é formada a estrutura cristalina encontrada nos sólidos. A prática denominada Cristalização, teve o objetivo de mostrar a formação dos cristais de forma simples e rápida, usando apenas solução salina concentrada e alguns objetos de uso doméstico para formar cristais de NaCl (cloreto de sódio).

Foram formados grupos com 7 integrantes, totalizando 5 grupos na sala, onde os alunos uniram as carteiras para fazerem o processo de crescimento de um cristal de cloreto de sódio. As orientações foram feitas e cada grupo preparou sua solução salina concentrada de NaCl em copos plásticos, e um pequeno cristal preso ao fio dental foi mantido em repouso dentro da solução para que no processo o cristal ficasse maior. Deixaram esse material em repouso, após uma semana

voltaram a visualizar o tamanho do cristal e fizeram as observações a respeito da prática. Esta atividade possibilitou aos alunos um contato com experimentação, mesmo na ausência de espaço físico do laboratório na escola, utilizando apenas materiais do dia a dia.

2.2 Palestra

Após a aula expositiva, com o intuito de fortalecer o objetivo central da pesquisa, que é a relação entre o estado sólido e o desenvolvimento de materiais, uma palestra foi ministrada por um profissional da área de mineração. O título da mesma foi: Minério de Ferro no Alto Forno - Impactos no Processo de Produção.

A palestra mostrou o quanto uma aula teórica pode servir de referência nas questões cotidianas, ilustrando o funcionamento das transformações da matéria estudada na Química.

A sequência adotada na palestra foi: contextualização histórica, estrutura de processamento do minério de ferro (alto forno) e as etapas que ocorrem durante o processamento. Na breve abordagem histórica foi destacada a idade dos metais, esclarecendo aos discentes o que é e como se definem as idades e histórias dos metais. Explicou o motivo pelo qual chamam o período de “A Idade do Ferro”, onde foi destacada a importância desse metal para a idade contemporânea e o que esperar do futuro nas atividades mineradoras, as profissões existentes e as que ainda podem surgir na área. Foi mostrado imagens de alto forno com um recorte que possibilita a visualização do seu interior, transmitindo conhecimento sobre todo o processo pelo qual passa o minério até a fusão transformando-o em liga metálica. Posteriormente, os tarugos de aço obtidos nos processamentos de alto forno, são transformados em artefatos necessários ao homem e encontrados no dia a dia.

2.3 Mesa Redonda

Dando continuidade as etapas da pesquisa, procedeu-se uma mesa redonda com profissionais de uma escola técnica profissionalizante com cursos da área da metalurgia e mineração. A mesa redonda teve como objetivo dar aos estudantes uma visão de como proceder em debates profissionais, a fim de tirar dúvidas e compreender as visões da juventude sobre profissões do setor minerador, nas áreas de metalurgia e siderurgia e o futuro do setor.

O ambiente estava organizado com as carteiras em semicírculo de frente para a mesa dos profissionais convidados, a saber: o engenheiro metalúrgico, que proferiu a palestra sobre minério de ferro; o diretor pedagógico da escola técnica e um professor de metalurgia e mineração dessa mesma escola.

Inicialmente foi explicado detalhes sobre a escola técnica e sua história, ressaltando sua importância na formação de mão de obra destinada ao setor industrial. Mostraram fotos da escola, desde sua fundação até a atualidade, exibiram fotos de seus espaços e exposições realizadas, além de mostrarem uma réplica de planta mineradora que foi construída no interior da unidade por alunos que trabalham em uma mineradora. Os alunos foram orientados a levantar a mão ao perguntar para sanar as possíveis dúvidas e a ouvir com atenção as explicações, criando um ambiente profissional e bem dinâmico, assim as explicações fluíram de forma proveitosa.

2.4 Questionário

Concluindo a aplicação do projeto, os alunos responderam um questionário (Material Suporte) com a finalidade de coletar dados e elucidar aos pesquisadores a viabilidade e eficácia de novos métodos de ensino que relacionam disciplinas escolares de nível médio ao processo industrial de desenvolvimento de materiais.

Composto de 11 questões abordando os assuntos tratados nos dois dias de aplicação do projeto, o questionário foi respondido por 25 alunos de uma das turmas de 3º ano do ensino médio da escola onde o projeto foi aplicado. Finalizando a intervenção na escola, passou-se à etapa das análises dos dados obtidos possibilitando aos pesquisadores conhecer a percepção dos estudantes ao participarem de projetos envolvendo intervenções pedagógicas que renovem as maneiras de abordar o conteúdo químico através da tecnologia.

2.5 Kit Molecular

A criação dos kits visa tornar o processo de aprendizagem constante e prazeroso, motivando os alunos a desenvolver maior interesse pela Química, facilitando a compreensão de conceitos e teorias científicas. Os alunos receberam ao final da aplicação total do projeto um mini kit molecular feito pelos pesquisadores, os kits eram compostos por átomos e ligações químicas feitas, respectivamente, por massinha de modelar e palito plástico de pirulito. Os kits moleculares foram baseados em kits encontrados à venda na internet e que têm sido muito utilizados por professores universitários.

O kit vem com legenda dos átomos relacionando às cores e aos tamanhos diversos. As ligações feitas com palitos plásticos de pirulito, cortados nos tamanhos de 3,0 cm; 1,5 cm; 0,4 cm e 0,2 cm de forma a ilustrar a distância de ligação entre os átomos. Para as ligações π , os palitos foram moldados com água aquecida e cano PVC, ficando em forma de meia-lua. Os átomos foram furados de acordo com a quantidade de ligações que podem ser feitas por cada um, as instruções de uso e armazenagem do kit faziam parte do folheto explicativo detalhando composição e descrição dos átomos.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os pesquisadores deram andamento à pesquisa através do questionário não estruturado elaborado e aplicado aos participantes da intervenção com o objetivo de coletar dados e informações sobre a percepção dos alunos no que diz respeito às novas metodologias de ensino e interatividade. Os resultados obtidos através do questionário permitem inferir o comportamento e absorção do conhecimento dos alunos nas etapas que antecederam à aplicação do mesmo.

O questionário foi respondido por 25 alunos do 3º ano do ensino médio, em uma faixa etária de 17 a 20 anos (Figura 1a), sendo 80% da turma com alunos de 17 ou 18 anos que, normalmente, representa a idade compatível à evolução escolar de ensino básico, fundamental e médio sem retenções em qualquer uma dessas etapas. Uma porcentagem ligeiramente maior dos alunos é do sexo feminino (Figura 1b), talvez pelo fato dos meninos serem em sua maioria,

moradores de áreas rurais e muitas vezes precisam trabalhar para ajudar no sustento da casa, o que prejudica sua formação escolar.

No campo da educação são realizadas anualmente pelo PNAD – Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios – pesquisas que levantam informações e captam as características sobre a escolaridade da população brasileira, isso permite um acompanhamento sobre os diversos fatores que influenciam e muitas vezes, modificam as percepções acerca do processo de escolarização no país (IBGE, 2015).

Há uma maior tendência na participação feminina no ensino médio que vem sendo observada desde os anos 80; uma das explicações mais comuns para o fato é que as famílias pressionam os filhos homens a entrarem mais cedo no mercado de trabalho, prejudicando assim a escolarização dos meninos em relação à das meninas (ZIBAS & FRANCO, 1999, pág. 39). Em pesquisas recentes, o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística detectou que no período de 2007 a 2014, houve uma persistência no diferencial por sexo dos estudantes, sendo favorável à população feminina. Observaram que o nível de instrução feminino manteve-se mais elevado em relação ao masculino, em 2014 a parcela da população com idade igual ou superior a 25 anos e com tempo mínimo de 11 anos dedicados ao estudo representava 44,5% de mulheres contra 40,3% de homens (IBGE, 2015).

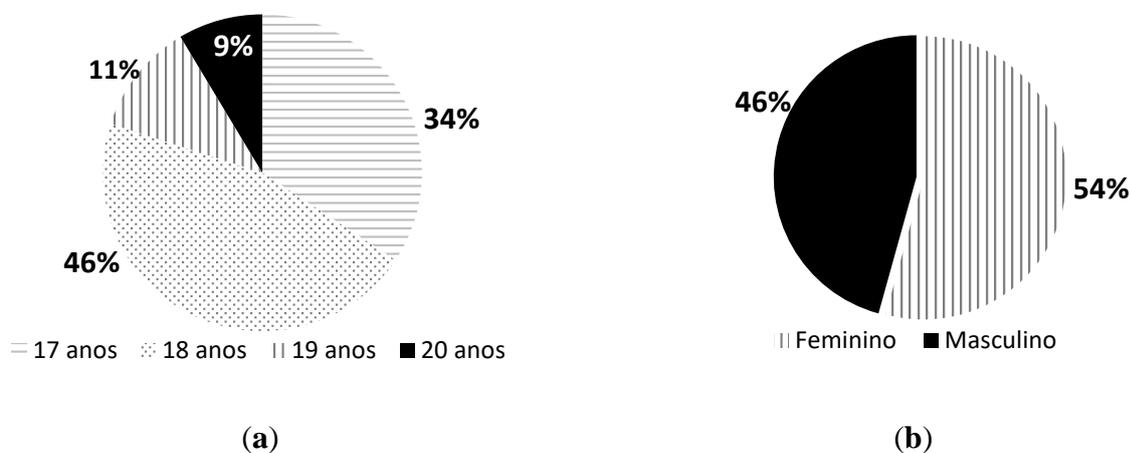


Figura 1: (a) Faixa etária e (b) sexo dos alunos que tiveram participação na pesquisa.

Por tratar de forma diferente o ensino da Química daquele que os alunos estão em contato diariamente, normalmente quadro e giz, a metodologia interativa e mais didática durante a intervenção mostrou que era notório o contentamento dos alunos, estes se mostraram empolgados ao visualizar como são as estruturas dos átomos e compostos químicos entusiasmando-se ao conseguirem assimilar o conteúdo da Química do estado sólido e associá-la ao cotidiano, isso refletiu em uma avaliação positiva de todas as etapas como mostrado na Figura 2.

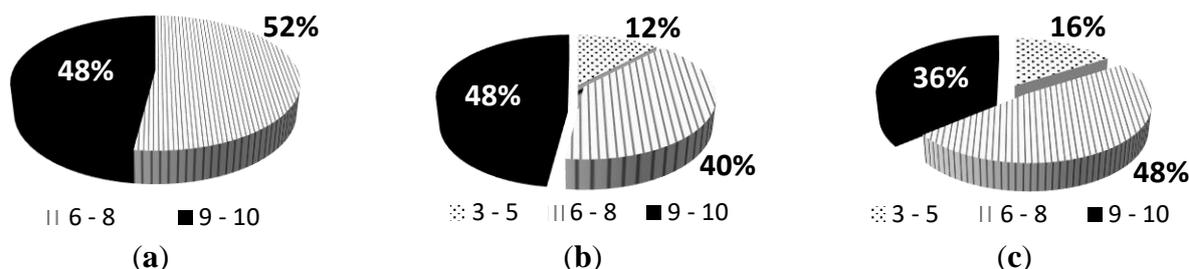


Figura 2: Avaliações realizadas pelos alunos da: (a) aula + prática, (b) palestra e (c) mesa redonda. Legenda: 0-2 → fraco; 3-5 → regular; 6-8 → muito bom; 9-10 → ótimo.

Na aula expositiva, o uso de novas tecnologias desperta grande interesse dos alunos. Os mesmos cada vez mais cedo dominam o uso dos *softwares* e, no caso da Química, ajudam a criar modelos que possam facilitar a construção do conhecimento. Além do mais, foi realizada uma aula experimental ilustrativa deixando o ambiente de ensino na sala agradável e produtivo. Os discentes perceberam que as formas de ensino são diversas e ao receber informações complementares ao método de quadro e giz, possivelmente, corroborado pelos fatores supracitados foram unânimes em classificar a aula expositiva como muito bom ou ótimo (Figura 2a).

O uso de elementos multimídia contou com o auxílio de um projetor de imagens e vídeos, promovendo um ambiente interativo fora da sala de informática que a escola dispõe. A exibição das imagens no software VESTA como células unitárias, propiciou uma melhor visualização da estrutura molecular dos sólidos: Fe_2O_3 , ^{12}C , SiO_2 e Al_2O_3 . Tais imagens ilustraram os conceitos transmitidos como: ligações, geometria molecular, estrutura molecular, alotropia, etc. Nesse momento os alunos pareciam perceber a importância do estudo da Química aliada a outros recursos, mostrando maior participação e interesse na aula e começaram a perguntar sobre o grafite que o pai usava na fechadura da casa; sobre conceitos de alotropia, sobre o quartzo usado em bijuterias e o motivo de suas diversas cores, e principalmente sobre o minério de ferro e as aplicações dele no dia a dia. À medida que surgiam perguntas, as explicações eram fornecidas e exemplificadas ou complementadas ao nível acessível aos alunos de ensino médio. Houve até uma intervenção nesse momento de um aluno que perguntou:

“Professora, então se eu passar o grafite da minha lapiseira ou do lápis numa chave que está garrando ela vai destrancar a porta sem garrar?”

A resposta foi que sim, seria possível, e foi complementado que a função “desengripante” do grafite é interessante e seria interessante que eles pesquisassem também sobre a descoberta do grafite, em seguida, avançou-se para novas discussões.

O bom rendimento de conhecimento adquirido através da palestra é mostrado pelo alto índice de aceitação dos alunos, onde 88% avaliaram-na como muito boa ou ótima (Figura 2b). A experiência notável do palestrante na área metalúrgica e de produção industrial criou um dinamismo que deixou os alunos entusiasmados ao trazer um ambiente diferenciado, onde puderam perceber a relação existente entre o aprendizado acadêmico e sua relevância no campo industrial. Através da palestra, foi possível criar uma relação entre a Química e o cotidiano, exemplificando aos estudantes os processos químicos ocorridos na formação dos produtos de uso comum originados pela transformação do minério de ferro em aço. Além disso, foi possível

explicar as reações e ligações químicas que conferem a boa ou má qualidade dos produtos que serão gerados.

Na outra fase do projeto, os alunos interagiram de forma surpreendente com os profissionais da escola técnica e procederam com maturidade e seriedade na mesa redonda, um tipo de abordagem de debates ao qual eles nunca foram submetidos. Tiraram dúvidas sobre escolha de carreira, educação (tanto a nível técnico quanto superior) e puderam conhecer um pouco mais sobre a importância de levar os estudos para além do ambiente escolar. Desta forma, entenderam que o processo de aprendizagem é contínuo, pois todo dia e em quaisquer ambientes, escolares ou não, o ser humano tem a possibilidade de aprender e de ensinar. A percepção positiva dos alunos é mostrada na Figura 2c, onde mais de 80% dos participantes classificaram o momento da mesa redonda como ótimo ou muito bom. Santos e Schnetzler (1997) e Rosa e Schnetzler (1998) ressaltam que o cidadão necessita de informações, dentre elas, as oriundas do conhecimento químico relacionadas ao avanço tecnológico da sociedade em que estão inseridos, para a construção da cidadania no que se refere à participação consciente e deliberada do indivíduo na sociedade.

Ainda observando a visão global dos discentes a respeito da intervenção, na questão 5 (ver apêndice), 44% dos alunos destacam a importância de levar as empresas para o ambiente escolar, pois auxilia no aprendizado de coisas novas; 32% se mostraram mais interessados pela Química. Embora 24% acreditem ser interessante essa incursão, os mesmos ainda veem dificuldades para associar a Química ao cotidiano. A ideia de levar as empresas para o âmbito de ensino foi uma maneira encontrada de contextualizar e integrar os estudos científicos ao cotidiano. Para Lizo, Sanches Guadix e De Manuel (2002) esse tipo de estudo com perspectivas de imersão de eventos cotidianos nas aulas objetivando exemplificar a teoria científica através da realidade vivida em uma sociedade cada vez mais tecnológica, torna o conhecimento científico mais compreensível.

A inserção de recursos industriais com o intuito de otimizar a escolaridade e permitir um melhor conhecimento científico, é uma nova ideia de abordar a metodologia de ensino, tal situação aguça a curiosidade dos estudantes e chama a atenção dos mesmos, sendo um ponto inicial para evoluir os conceitos puramente teóricos das aulas de Química enquanto permite um maior aprofundamento dos conteúdos no ensino a nível médio.

O estado sólido é definido na maior parte dos livros de ensino médio como o estado da matéria que tem volume e forma definidos. Tal conceituação é entendida pelos alunos da turma, onde 72% escolheram essa definição, mostrado pela questão 2. O restante da turma optou pela definição do estado sólido como o estado da matéria que tem volume definido e forma variável, possivelmente relacionado a situações como a areia. No entanto, percebeu-se durante a aula expositiva que os conceitos são superficiais, não compreendendo a importância desse estado de agregação da matéria e o entendimento em nível atômico dos materiais sólidos. Barker (2011) apresenta pesquisas de diferentes países que mostram as ideias principais que as crianças e adolescentes tem sobre a matéria, mostrando que os poucos alunos que usam modelos descontínuos para representar a matéria, o fazem de forma pessoal, atribuindo o comportamento dos seres e/ou as propriedades das substâncias à moléculas e átomos. Além disso, há a dificuldade em relacionar os modelos atômicos ao comportamento dos materiais nas transformações da matéria (Barbosa, Araújo e Diniz, 2010).

O fato de se estudar superficialmente a Química do estado sólido, faz com que todas as propriedades que o envolve passem despercebidas, sendo um dos motivos de insatisfação dos estudantes que ingressam em cursos técnicos ou superiores ao perceberem a importância desse estado no que se refere a desenvolvimento de materiais.

O conhecimento das substâncias e dos materiais diz respeito a suas propriedades, tais como dureza, temperaturas de fusão e ebulição, solubilidade, densidade e outras passíveis de serem medidas e que possuem uma relação direta com o uso que se faz dos materiais (MORTIMER, MACHADO & ROMANELLI 2000). No entanto, para melhor compreensão dos materiais e como se comportam frente à reações físico-químicas, alguns conhecimentos são fundamentais, como: constituição dos modelos atômico-molecular; a concepção da organização e das interações entre átomos, íons e moléculas. Para Mortimer, Machado e Romanelli (2000), esses conhecimentos oferecem subsídios importantes para a compreensão, o planejamento e a execução das transformações dos materiais.

Nessa perspectiva, podemos notar a percepção dos alunos diante de alguns minerais utilizados em larga escala na indústria e que compõe a base para produção de artefatos de uso comum do cidadão. Está indicado na Figura 3 que os estudantes apontaram exemplos do uso de minerais na indústria em artigos pouco conhecidos como os refratários ou as baterias alcalinas. Assim, na aula foi possível demonstrar a importância dos sólidos no cotidiano, sendo um relevante conteúdo da Química para aprimoramento dos materiais de uso comum.

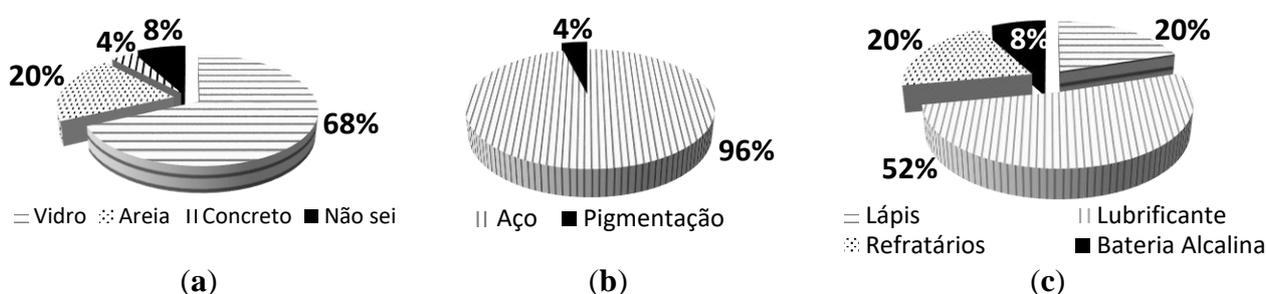


Figura 3: Uso em materiais dos respectivos minerais: (a) SiO_2 , (b) Fe_2O_3 e (c) carbono grafite.

Além de exemplos consistentes das aplicações de minerais, corroborado pelo uso de elementos multimídia, todos os alunos reconhecem que tais recursos são importantes no ensino e aprendizagem. Justificam que é um auxílio para apresentar conteúdos, assuntos e relacionar à imagens que possibilitam uma visão mais próxima da realidade imaginada pelos mesmos. O uso de palestra também foi avaliada como importante, agora por 92% dos alunos. Apontaram principalmente que a palestra trouxe maior correlação entre os estudos adquiridos no ambiente escolar e o cotidiano, o que torna as aulas mais atrativas e dinâmicas.

Após a interpretação dos dados obtidos, nota-se a relação existente entre a aula e a palestra onde uma complementou o conteúdo da outra. Provavelmente, esse foi o motivo da visão positiva dos alunos ao correlacionar as duas formas de abordagem, uma vez que o conteúdo ministrado em aula foi ilustrado durante a palestra com exemplos do cotidiano através de usos minerais na indústria para produzir artefatos de uso comum para o indivíduo.

Mesmo trabalhada a Química com abordagem mais dinâmica e interpretativa, esta é ainda, uma disciplina que causa temor por parte dos alunos. 68% dos alunos que participaram da pesquisa não se imaginam estudando ou trabalhando em áreas correspondentes à essa ciência ou desenvolvimento de materiais, conforme visto na Figura 4a. O conhecimento sobre Química é

importante e os alunos tem consciência disso, porém os que têm pretensões em cursos pós-ensino médio no campo de desenvolvimento de materiais têm a engenharia com a maior porcentagem, 50%, mostrado na Figura 4b.



Figura 4: (a) Interesse em cursos na área de desenvolvimento de materiais. (b) Principais escolhas: enfermagem, veterinária, biologia e engenharias, dos alunos que fariam cursos superiores na área de desenvolvimento de materiais.

Definido a importância das aulas experimentais na Química pelos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCN+), nota-se claramente que tal orientação é fundamental, pois os alunos ficaram entusiasmados na parte prática da aula. No processo de crescimento de um cristal de cloreto de sódio, os participantes estavam muito concentrados e cuidadosos ao executar cada passo e propor novas ideias para melhorar a visualização do cristal, bem como aumentar a quantidade gerada. A Química em sua essência é uma ciência experimental, trabalha a natureza e suas transformações, onde o conhecimento com a experimentação reforça o conhecimento teórico, onde o aluno visualiza a os conceitos químicos e se sente motivado a buscar as respostas para as reações observadas.

Os alunos que no primeiro momento da aula expositiva mostraram-se menos interessados, sobressaíram-se durante a execução da prática sendo os mais dedicados. Mostraram facilidades em compreender o conteúdo discutido, além de sugerirem ideias para outras aulas práticas. Na questão 8, foi perguntado aos alunos a respeito da experimentação científica. Um total de 76% definira-a como muito importante e os outros 24% acreditam que a experimentação é interessante por mostrar o que se pode fazer utilizando a Química.

Na questão 9, os alunos foram perguntados a respeito das competências que um professor deveria ter para que a experimentação ocorra de maneira satisfatória nas escolas. Dos alunos participantes da pesquisa, 68% apontam que os profundos conhecimentos teóricos e técnicos se fazem necessários; o conhecimento teórico do professor é mais importante para 16% contra 4% que acreditam que o conhecimento técnico proporciona as práticas mais produtivas. Os demais 12% acreditam que o professor deve ter conhecimento teórico mais aprofundado, mas sem descartar o conhecimento técnico. Tais dados apontam que os alunos percebem que no exercício da docência, os professores que têm uma formação teórico-técnica se destacam e mostram possibilidades diversas no construir do conhecimento químico.

Na última pergunta do questionário, os alunos foram solicitados a apontar os motivos que levam a maior parte dos estudantes do ensino médio a classificar a Química como difícil. Ainda na mesma pergunta solicitou-se que os mesmos propusessem soluções que minimizassem tais problemas. As dificuldades apontadas foram inúmeras:

- 1) Não entendem a função e funcionalidade de cada elemento químico;

- 2) as fórmulas e nomenclatura de elementos e compostos não têm sentido lógico;
- 3) não compreendem as ligações químicas;
- 4) tempo disponível para muitos conteúdos relacionados à poucas aulas semanais;
- 5) falta de aulas práticas;
- 6) à didática do professor.

As propostas para superarem os problemas de aprendizagem que se destacam foram:

- 1) incluir mais aulas práticas para ilustrar a teoria;
- 2) passar mais trabalhos em grupo que envolvam experimentação, além da feira de ciências;
- 3) melhoria na estrutura das escolas, com criação de laboratórios;
- 4) aumento da carga horária das aulas, tornando-as mais produtivas;
- 5) aulas diferentes, não ficar somente em sala;
- 6) melhor preparação do aluno no ensino fundamental;
- 7) trazer a Química mais próxima do cotidiano, suas ações e efeitos na vida humana.

Um ponto recorrente na queixa dos alunos é a falta de aulas práticas e de laboratórios na escola, visto nas três primeiras colocações para solucionar o problema com a disciplina da Química. Normalmente, as aulas experimentais incentivam o aluno a buscar conhecimentos científicos e aliar aulas teóricas à práticas, facilitando o entendimento da disciplina e podendo relacionar ao cotidiano.

De maneira geral, a aplicação do projeto mostrou a importância de inovação nos métodos e recursos de abordagem no processo de ensino-aprendizagem, desvendando o quanto motivado os estudantes se sentem quando o professor se mostra igualmente motivado e dedicado a ensinar.

Após todo o processo de aplicação do projeto, os alunos receberam como brinde, kits moleculares feitos com massa de modelar, sendo o objetivo apenas de incentivo aos estudos na escola e agradecer a participação deles no projeto. No entanto, os alunos ficaram curiosos sobre o uso dos kits e após algumas explicações pode-se perceber de forma mais evidente que materiais concretos despertam um considerável interesse dos alunos sendo também uma boa ferramenta a ser utilizada em aula na construção do conhecimento. Assim, a matéria torna-se divertida e possibilita a visualização de conceitos abstratos como: ligações, posição das moléculas, geometria molecular, etc. O professor regente também recebeu um kit, porém mais elaborado, com mais peças para que seja utilizado em aulas com outros tópicos. Ao final, o professor regente se mostrou também bastante animado para inovar mais nas aulas, buscando ferramentas diferenciadas no ensino, tornando-o mais atrativo e menos complexo, possibilitando maior dinamismo ao longo do período letivo.

4 CONCLUSÃO

A intervenção junto aos alunos do ensino médio neste trabalho possibilitou criar um ambiente de ensino integrado a situações de interesse dos discentes, dando aos alunos uma visão diferenciada da Química e das maneiras de abordagem que a torna mais dinâmica. Ou seja, o uso com eficácia de uma metodologia didática diversificada é fundamental para um ensino e aprendizagem de qualidade, onde o objetivo principal deve ser o de ensinar o conteúdo aos alunos utilizando todo tipo de recurso auxiliar que se fizer necessário no exercício da docência.

A aceitação pelos alunos na forma de abordar o tópico estado sólido na pesquisa nos conduz a um novo olhar sobre o exercício da docência. Demonstra que o uso correto de recursos didáticos, como os elementos multimídia aplicados corrobora com a melhoria do processo de aprendizagem dos alunos e é válido na otimização da didática do professor que promove mais interatividade e dinamismo em suas aulas.

Os recursos didáticos são meros auxiliares, não podemos nos esquecer de que o professor é o personagem principal na construção do conhecimento junto aos alunos e que dá vida ao ambiente de ensino. Quaisquer recursos que forem capazes de integrar ciência, tecnologia, sociedade e ambiente devem ser disponibilizados para que se possa garantir aos alunos e professores um processo de ensino e aprendizagem linear.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Barbosa, L. D. R., Diniz, C. F., Araújo, A. O. (2010) Concepções alternativas de estudantes do ensino médio de Diamantina na representação de mudanças de estados físicos da matéria. Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM). Página 4

BRASIL. (2012) Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio, Brasília.

Cardoso, S. P., & Colinvaux, D. (2000). Explorando a motivação para estudar química. *Química Nova*, 23(3), 401-404.

CPRM – Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais: www.cprm.gov.br acesso em 14 de julho de 2018.

DNPM – Departamento Nacional de Produção Mineral: www.dnpm.gov.br acesso em 15 de novembro de 2017

Ferreira, M. (1998). *Ligações químicas: Uma abordagem centrada no cotidiano*. Porto Alegre.

Grupo, D. P. E. E. Q. (1993). *Interações e Transformações: Química para o 2º Grau*. Livro do aluno e Guia do Professor. São Paulo: Universidade de São Paulo.

Guterres, J. D. O., & Samrsla, V. E. E. (2005). *A construção de noções fundamentais à química. Salão de Iniciação Científica. Livro de resumos*. Porto Alegre: UFRGS, 2005.

Hartwig, D., & Domingues, S. (1985). Equilíbrio entre os pontos qualitativos e quantitativos no ensino de química. *Química Nova*, Campinas, 8(2), 116-119.

Hennig, G. J. (1998). *Metodologia do ensino de ciências*. Mercado Aberto.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Diretoria de Pesquisas, Coordenação de Trabalho e Rendimento. PNAD - Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios 2015: www.ibge.gov.br/educacao acesso em 14 de julho de 2018.

IBRAM – Instituto Brasileiro de Mineração: www.ibram.org.br acesso em 12 de abr. de 2018.

Lorenz, K. M., & Barra, V. M. (1986). Produção de Materiais Didáticos de Ciências no Brasil, Período 1950 a 1980 [The Development of Science Education Materials in Brazil from 1950 to 1980]. Ciência e Cultura, 1970.

Momma, K., & Izumi, F. (2008). VESTA: a three-dimensional visualization system for electronic and structural analysis. *Journal of Applied Crystallography*, 41(3), 653-658.

Moore, E. B., Chamberlain, J. M., Parson, R., & Perkins, K. K. (2014). PhET interactive simulations: Transformative tools for teaching chemistry. *Journal of Chemical Education*, 91(8), 1191-1197.

Mortimer, E. F., Machado, A. H., Romanelli, L. I (2000). A proposta curricular de química do estado de minas gerais: fundamentos e pressupostos. *Química Nova na Escola*, 23 (2).

Pires, R. G., Princigalli, N. R., & Mortimer, E. F. (2003). Portal do Professor: ensino de química e interatividade. *Química Nova na Escola*, (17).

Rosa, M. I. de F. P. S.; Schnetzler, R. P. O Conceito de Transformação Química. *Química Nova na Escola*, nº 8, nov. 1998.

Rosa, M. I. F. P. S. (1996). A evolução de ideias de alunos do 1º ano do ensino médio sobre o conceito de transformação química numa abordagem construtivista (Dissertação de mestrado. Campinas: Faculdade de Educação da Unicamp).

Santos, W. D., & Schnetzler, R. P. (1997). Educação em química: compromisso com a cidadania. Ijuí: Unijuí.

Silva, A. M. (2011). Proposta para tornar o ensino de química mais atraente. *Revista de Química Industrial*. 7-12.

Zibas, D. M. L., Franco, M. L. P. B. (1999). O ensino médio no Brasil neste final de século: uma análise de indicadores. São Paulo: FCC/DPE. p.39.

APÊNDICE: MATERIAL SUPORTE

Vamos compartilhar conhecimentos!

Idade: _____ anos

Sexo: () Feminino () Masculino

Questionário TCC

1. No estado sólido, as moléculas estão unidas por ligações químicas formando uma estrutura cristalina. No minério de ferro Hematita, qual é a ligação química predominante?

- a. () ligação covalente b. () ligação iônica
c. () ligações de hidrogênio d. () forças dipolo-induzido

2. Qual a forma mais usada para definir o estado sólido e diferenciá-lo dos estados líquido e gasoso?

- a. () volume e forma definidos. b. () volume definido e forma variável.
c. () forma definida e volume variável. d. () volume e forma variáveis.

3. Os minerais que foram apresentados são extraídos da natureza e utilizados na indústria. Baseado nos minerais descritos abaixo escreva pelo menos um processo industrial no qual cada um é utilizado:

a) SiO_2 – óxido de silício.

b) Fe_2O_3 – hematita ou óxido de ferro III.

c) C_{12} – grafite.

4. Você acha importante a utilização de elementos multimídia (softwares, vídeos, slides) nas aulas de química? Justifique.

() Sim () Não

5. Baseado nas aulas de química que vocês tem semanalmente, como você classifica a oportunidade de trazer as empresas e o uso de materiais para ilustrar a química no dia a dia?

- a. () Muito importante, aprendi muitas coisas novas.
b. () Importante, me interessei mais pela química.
c. () Interessante, mas ainda é difícil associar a química à nossa vida.
d. () Desnecessário, não faz diferença para aprender química.

6. A palestra a respeito do minério de ferro mostrou a importância desse mineral abundante em nosso estado para a produção de bens de consumo necessários à sobrevivência humana. Você acha que essa forma de dar aulas pode ser utilizada em outras matérias? Por quê?

Sim Não

7. Você faria um curso técnico ou superior na área de química ou em áreas de desenvolvimento de materiais? Qual curso você faria e por quê?

Sim Não

Curso que faria:

8. Você acha importante o uso de práticas para ilustrar a teoria dada em sala de aula ou somente quadro e giz já está satisfatório?

- Muito importante, esclarece ideias que não são de fácil compreensão
 Interessante, mostra o que pode ser feito utilizando química
 Irrelevante, acho a teoria mais importante que a prática
 Desnecessário, toma muito tempo que poderia ser melhor aproveitado

9. Com base na pergunta anterior, como você acredita que deve ser o conhecimento do professor ao ministrar uma aula prática?

- Deve ser um profundo conhecimento teórico e técnico
 Deve ser um profundo conhecimento teórico
 Deve ser um profundo conhecimento técnico
 Deve ser um conhecimento teórico mais profundo e um técnico mais superficial
 Não vejo necessidade em aulas práticas

10. De acordo com a legenda abaixo, classifique o conteúdo transmitido na palestra, na aula e na mesa redonda:

Legenda	
0-2	Fraco
3-5	Regular
6-8	Muito bom
9-10	Ótimo

- Palestra sobre minério de ferro
 Aula expositiva
 Mesa redonda sobre o profissional de mineração

11. Qual sua maior dificuldade nos conteúdos passados nas aulas de química e qual proposta você sugere para minimizar a dificuldade?