

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA

**Estudo de atividades mineradoras na perspectiva CTSA em uma escola de
Educação Básica da região metropolitana de Belo Horizonte**

Lorena Couto da Silva Zanini
Magister Scientiae

**FLORESTAL - MINAS GERAIS
2024**

LORENA COUTO DA SILVA ZANINI

**Estudo de atividades mineradoras na perspectiva CTSA em uma escola de
Educação Básica da região metropolitana de Belo Horizonte**

Dissertação Mestrado Profissional
apresentada à Universidade Federal de
Viçosa, como parte das exigências do
Programa de Pós-Graduação em
Educação em Ciências e Matemática
(Profissional), para obtenção do título de
Magister Scientiae.

Orientador: Thiago Mendonca

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

T

Z31e
2024

Zanini, Lorena Couto da Silva, 2025-
Ensino de química na perspectiva CTSA: estudo de atividades mineradoras em Minas Gerais / Lorena Couto da Silva Zanini. – Florestal, MG, 2024.
1 dissertação eletrônica (83 f.): il. (algumas color.).

Inclui anexos.

Orientador: Thiago Mendonça.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa, Instituto de Ciências Biológicas e da Saúde, 2024.

Referências bibliográficas: f. 44-46.

DOI: <https://doi.org/10.47328/ufvcaf.2025.015>

Modo de acesso: World Wide Web.

1. Química - Estudo e ensino. 2. Química (Ensino médio).
3. Indústria mineral - Minas Gerais. I. Mendonça, Thiago , 1987-. II. Universidade Federal de Viçosa. Instituto de Ciências Biológicas e da Saúde. Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática. III. Título.

CDD 23. ed. 540.7

LORENA COUTO DA SILVA ZANINI

Estudo de atividades mineradoras na perspectiva CTSA em uma escola de Educação Básica da região metropolitana de Belo Horizonte

Dissertação Mestrado Profissional apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática (Profissional), para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

APROVADA: 11 de julho de 2024.

Assentimento:

Lorena Couto da Silva Zanini
Autora

Thiago Mendonca
Orientador

Essa dissertação mestrado profissional foi assinada digitalmente pela autora em 23/10/2025 às 14:10:58 e pelo orientador em 23/10/2025 às 18:02:36. As assinaturas têm validade legal, conforme o disposto na Medida Provisória 2.200-2/2001 e na Resolução nº 37/2012 do CONARQ. Para conferir a autenticidade, acesse <https://siadoc.ufv.br/validar-documento>. No campo 'Código de registro', informe o código **YGVF.C2U3.CJ93** e clique no botão 'Validar documento'.

Dedico o presente trabalho à minha família, Luiz, Aurora e Murilo. Durante o tempo de desenvolvimento da minha pesquisa, tive minha primeira filha, Aurora, que é uma benção e alegria para a nossa casa. Agora na entrega do projeto Murilo chegou para aumentar a família. Eles são combustível e fonte de coragem para todos os desafios da vida. Luiz esteve comigo em meio ao caos, me apoiando e incentivando em todos os passos desse processo.

Dedico também a todas as pessoas que contribuíram e fizeram parte desse projeto de alguma forma. Em especial ao meu orientador, Thiago Mendonça, que acreditou na minha ideia, me deu excelentes dicas, me ajudou e me colocou pra cima em todas as etapas da pesquisa. Não sei se o resultado seria o mesmo sem você.

Dedico ainda aos novos e velhos amigos que estiveram presentes nessa etapa Camila, Tatiane e Lívia, as companheiras de pós; aos amigos, padrinhos e compadres Rafael e Leilyanne, pelos vários almoços oferecidos, pelos cuidados com a Aurora para que eu pudesse escrever e pelo carinho com a nossa família.

Por fim, dedico aos meus pais, que sempre me apoiaram, estiveram presentes em todos os meus estudos e sempre acreditaram no meu potencial.

AGRADECIMENTOS

Este trabalho foi realizado com o apoio das seguintes agências de pesquisa brasileiras: Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001, Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) e Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

RESUMO

ZANINI, Lorena Couto da Silva, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, julho de 2024.

Estudo de atividades mineradoras na perspectiva CTSA em uma escola de Educação Básica da região metropolitana de Belo Horizonte

. Orientador: Thiago Mendonça.

A mineração é um tema de muita importância para o Estado de Minas Gerais, pois faz parte da sua história e reflete as explorações minerais do passado e dos vários problemas ambientais que vem causando ao longo do tempo. Mostra-se, assim, como temática oportuna para engajar os estudantes em uma prática interdisciplinar sobre o funcionamento do planeta e também da nossa sociedade, tendo em vista a abordagem Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente, que se concentra em temas de relevância social e tem como pano de fundo a construção de pensamentos éticos, sociais e a preparação do cidadão para tomada de decisões com responsabilidade ambiental. Assim, o objetivo deste trabalho foi trabalhar conceitos científicos sobre o processo de mineração em uma perspectiva CTSA, tendo em vista o envolvimento dos alunos em situações atrativas e motivadoras e o desenvolvimento de aspectos de cidadania responsável. A abordagem metodológica teve viés qualitativo e consistiu no desenvolvimento e aplicação de uma sequência didática investigativa que partiu da seguinte situação-problema: “Quais serão os impactos se uma mineradora viesse para a nossa cidade?”. Os estudantes desenvolveram textos e outras atividades que foram categorizados a partir da análise de conteúdo de Bardin em: (a) causas e consequências, (b) vantagens e desvantagens e (c) riscos do empreendimento descrito. Os resultados indicaram uma boa participação dos estudantes, que demonstraram preocupações relacionadas a questões ambientais e, principalmente, sociais, como o aumento da criminalidade e violência e a pressão em serviços de saúde e piora da qualidade na infraestrutura física. Do ponto de vista pedagógico, a aplicação da sequência didática se mostrou interessante por propiciar o protagonismo e o engajamento dos estudantes em prol de questões de cunho coletivo.

Palavras-chave: Mineração; situação-problema; tomada de decisão; CTSA

ABSTRACT

ZANINI, Lorena Couto da Silva, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, July, 2024.
Study of mining activities from the CTSA perspective in a Basic Education school in the metropolitan region of Belo Horizonte
. Adviser: Thiago Mendonca.

Mining is a topic of great importance for the state of Minas Gerais, as it is part of its history and reflects past mineral explorations and the various environmental problems it has caused over time. It is thus an opportune theme to engage students in an interdisciplinary practice concerning the functioning of the planet and our society, considering the Science, Technology, Society, and Environment (STSE) approach, which focuses on socially relevant topics and aims to foster ethical and social thinking, preparing citizens for responsible environmental decision-making. Therefore, the objective of this work was to address scientific concepts related to the mining process from an STSE perspective, involving students in attractive and motivating situations and developing aspects of responsible citizenship. The methodological approach had a qualitative bias and consisted of the development and application of an investigative didactic sequence that started with the following problem situation: "What will be the impacts if a mining company comes to our city?" The students developed texts and other activities that were categorized based on Bardin's content analysis into: (a) causes and consequences, (b) advantages and disadvantages, and (c) risks of the described enterprise. The results indicated good student participation, demonstrating concerns related to environmental and mainly social issues, such as increased crime and violence, pressure on health services, and deteriorating quality of physical infrastructure. From a pedagogical perspective, the application of the didactic sequence proved interesting by fostering student protagonism and engagement in favor of collective issues.

Keywords: Mining; problem situation; decision-making; STSE

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	7
REVISÃO DE LITERATURA.....	10
METODOLOGIA DE ENSINO.....	16
METODOLOGIA DE CONSTITUIÇÃO E ANÁLISE DE DADOS.....	18
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	22
SEQUÊNCIA DIDÁTICA.....	22
CAUSAS E CONSEQUÊNCIAS.....	27
VANTAGENS E DESVANTAGENS.....	31
RISCOS.....	37
REFERÊNCIAS.....	45
ANEXOS.....	48
ANEXO I - TERMO DE ASSENTIMENTO.....	48
ANEXO III - ATIVIDADE.....	56
ANEXO IV - PRODUTO EDUCACIONAL.....	57

INTRODUÇÃO

Esse trabalho surgiu com a ideia de trazer temas contextualizados para trabalhar conteúdos de Química no Ensino Médio. O conteúdo de química pode ser um pouco abstrato e difícil entendimento e na tentativa de trazer o aluno a um tema em comum pensei em minério, o minério tem aplicação em diversas áreas e está presente direta ou indiretamente com todos nós na região metropolitana de Belo Horizonte.

Estudar sobre a terra, os recursos retirados na natureza, as tecnologias envolvidas, os produtos que vem do minério, os impactos positivos e negativos do processo de mineração para a sociedade e para o ambiente nos trouxe outras perspectivas ao tema, conseguimos trabalhar de forma interdisciplinar e trazendo mais abrangência do assunto.

A mineração é uma das principais fontes econômicas do estado de Minas Gerais e o Brasil é o segundo maior produtor de minério de ferro do mundo. Os subprodutos do minério de ferro estão por toda a parte; dentro de nossas casas, nas estruturas, nas pinturas em eletrodomésticos, estamos em contato com minerais diariamente. Os estudos de geociências, sobretudo da geoquímica, podem auxiliar na compreensão dos fenômenos da natureza, propriedade de materiais e suas transformações. Entender o processo de mineração desde as rochas até os produtos finais no mercado faz com que o docente tenha uma visão ampla do tema, o que proporciona maior clareza nas tomadas de decisões e resolução de problemas.

O tema é de muita importância para os mineiros, pois faz parte da história do Estado, sendo reflexo das explorações minerais do passado e dos vários problemas ambientais causados. Diante da grande importância do setor minerador para a economia brasileira, capaz de gerar renda, empregos diretos e indiretos, desenvolvimento social e subsidiar desenvolvimento tecnológico, um estudo sobre a mineração se mostra uma oportunidade de engajar os estudantes em uma prática interdisciplinar sobre o funcionamento do planeta e também da nossa sociedade, além de propiciar o desenvolvimento de pensamento crítico quanto aos processos

que envolvem recursos naturais finitos e as consequências dos seus atos para as gerações futuras.

A Base nacional comum curricular (BNCC) do ensino médio propõe discutir ciências da natureza e suas tecnologias em um contexto social, histórico e cultural. Trabalhar com situações-problema que desenvolvam habilidades, conceitos científicos e que propiciem a reflexão sobre os problemas ambientais, sociais e também na saúde humana, pode favorecer o protagonismo dos alunos na tomada de decisões (BRASIL, 2018, p. 549).

As atividades investigativas apresentam conhecimentos científicos e tecnológicos em seu processo de aprendizagem. Os estudantes ficam próximos de linguagens específicas científicas, ao analisar fenômenos, ao elaborar argumentos baseados na sua vida no coletivo e pessoal, realizar experimentos, propor hipóteses até chegar a uma conclusão pertinente, estimulando a curiosidade e criatividade, valorizando o protagonismo dos estudantes, aproximando-os de problemas reais e de possíveis intervenções, ampliando sua capacidade de reflexão e compreensão da vida no nosso planeta (BRASIL, 2018, p. 551).

O ensino pela abordagem Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA), está centrado em temas de relevância social, como o uso de recursos energéticos e minerais, tendo como fundo uma construção de pensamentos éticos sociais, a preparação do cidadão para tomada de decisões com responsabilidade ambiental. Assim, a educação pode ser desenvolvida com responsabilidade social voltada à preservação do meio ambiente, alimentando a consciência ecológica, ampliando conhecimentos e valores priorizando a vivência dos indivíduos com o meio ambiente (BOURSCHEID e FARIAS, 2014).

Estes conceitos são estudados no campo das geociências, da química, física, biologia, geografia e história, mas que têm sido vistos separadamente no ensino regular. Entretanto, o ensino fragmentado pode dar ao estudante uma ideia imediatista e individualista da natureza, pois são privados do conhecimento necessário para uma visão de funcionamento global.

Assim, os estudos em ciências são geralmente conteúdos abstratos e podem ser desmotivadores ao aluno, quando não são bem compreendidos. Dessa maneira,

se faz necessário contextualizar o ensino para que tenha sentido e importância para o aprendizado do aluno. Segundo Pelizzari et al. (2002), “o aprendizado se torna real quando o que foi aprendido traz algum significado para o aluno, e este foi capaz de realizar alguma transformação interna deste conhecimento”. Nos tempos atuais, o mais importante não é quantidade de conteúdo e sim que ele faça sentido para o aluno.

Trazer para sala de aula o espaço para discussões e construir argumentos é importante para o ensino de ciências. Segundo Mendes e Santos (2007), o estímulo à argumentação para o discurso científico tem papel importante para ajudar os estudantes a compreender conteúdos, seus métodos e natureza social, construindo argumentações com aplicação e implicações sobre a ciência.

Face o exposto, o objetivo geral deste trabalho é, a partir de uma sequência didática investigativa, trabalhar conceitos científicos sobre o processo de mineração em uma perspectiva CTSA. Dentro dessa proposta, são objetivos específicos:

- Desenvolver conhecimento nas áreas de ciência, especialmente a química, com um estudo crítico de atividades mineradoras no Estado, com uma proposta CTSA envolvendo alunos em novas situações, atrativas e motivadoras para construção de aprendizado significativo.
- Analisar o problema com competências sociais, políticos, moral e ético com os estudantes para promover cidadania responsável
- Promover o engajamento dos estudantes, a ampliação dos processos de investigação de modo a incluir a tomada de decisão e despertar o interesse no conteúdo desenvolvido.
- Promover protagonismo dos estudantes com a argumentação, elaboração de hipóteses, criticidade, consciência cidadã e interesses sociais em comum.

REVISÃO DE LITERATURA

O movimento Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) promove uma relação entre a ciência e seus conceitos com suas aplicações a acontecimentos do cotidiano, propondo investigações e a análise de fatos com relevância social, abordando ramificações éticas e sociais decorrentes da aplicação da ciência e da tecnologia, bem como desenvolver uma compreensão profunda da natureza da ciência e do processo científico. De acordo com Auler & Bazzo (2001), necessitamos construir uma cultura de participação na sociedade, além de conhecimentos qualificados ao assumirmos criticamente os objetivos do movimento CTS (AULER; BAZZO, 2001).

De acordo com Reis (2013), o conhecimento científico deve ser incluído também para desenvolver habilidades para tomada de decisões, para ampliar a criticidade dos alunos e para que tenham conhecimento de sua responsabilidade social e seu papel na sociedade. Assim, o

conceito de alfabetização científica deve incluir o desenvolvimento da capacidade e do comprometimento dos alunos para tomarem ações apropriadas, responsáveis e eficazes sobre questões de interesse social, econômico, ambiental e moral-ético (REIS, 2013, p. 3).

Para Montañez (2012), para implementar CTSA nos planos de estudos do currículo escolar é necessário abordar problemas sociocientíficos relacionados ao meio econômico, ao meio ambiente, ao meio social, ao meio cultural e ético de situações reais. Desta forma, é possível articular discussões de forma dinâmica, compreender o mundo em que vivem e ter maior responsabilidade com as resoluções de problemas relacionadas à ciência e tecnologia, o que também implica no desenvolvimento de atitudes e valores comprometidos com a cidadania e redução de desigualdades.

Para Santos (2008), cursos com enfoque CTS devem ir além de preparar o cidadão ao uso de tecnologias e ferramentas, pois este deve ser questionador do desenvolvimento científico e tecnológico em nossa sociedade, da ideologia dominante, de modo que possa participar das questões democráticas relativas à ciência e tecnologia. Fica evidente, assim, que a educação deve ir além das repetições, deve superar as condições sociais, ser problematizadora, ter caráter

reflexivo e ir contra as situações existenciais para a prática da liberdade (SANTOS, 2008, p.120).

Nesse contexto, a educação com enfoque CTSA é essencial porque permite a discussão das interações entre ciência, tecnologia e o contexto social. Isso facilita a conexão desses conhecimentos com a realidade dos alunos, ajudando-os a entender a natureza da ciência e do trabalho científico. Como resultado, eles se tornam cidadãos alfabetizados cientificamente e tecnologicamente. Segundo Locatelli, Zoch e Amaral (2015), as relações entre Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente influenciam o desenvolvimento científico, de modo que destacam tanto as contribuições da ciência e da tecnologia para o progresso da humanidade quanto os problemas sérios que ameaçam o futuro, preparando os cidadãos para tomar decisões informadas (LOCATELLI, ZOCH e AMARAL, 2015).

Segundo Santos & Mortimer (2002) é essencial discutir os valores nas decisões da sociedade para que o cidadão possa compreender e desenvolver atitudes em prol de um desenvolvimento tecnológico sustentável. Desta forma é possível compreender quais são as necessidades da sociedade, quais aspectos devem ser considerados para o uso responsável e ético da tecnologia.

Os estudos em CTS atualmente definem um campo de pesquisa relativamente novo, mas já bem estabelecido, que adota uma visão crítica em relação à imagem tradicional e essencialista da ciência e da tecnologia. De modo geral, essa abordagem busca compreender a ciência e a tecnologia tanto a partir de seus antecedentes sociais quanto de suas consequências para a comunidade e o ambiente. Isso abrange desde os fatores sociais, políticos e econômicos que influenciam as mudanças científicas e tecnológicas, até às repercussões éticas, ambientais e culturais dessas transformações (FARIAS e CARVALHO, 2006).

Ao trabalhar temas CTSA com os alunos é importante incentivá-los a refletirem sobre seu papel na natureza. Os alunos devem entender que são participantes ativos e responsáveis pelo mundo e pela sociedade em que vivem, pois suas ações têm consequências para o meio ambiente. Assim, sua interação com o ambiente nunca é neutra e sempre gera algum impacto. É essencial que se apresente diferentes perspectivas sobre questões e opções aos estudantes,

evitando que vejam a ciência como um conhecimento fixo e absoluto. Ao entenderem o desenvolvimento científico e tecnológico como um processo em constante evolução, os alunos podem perceber mais facilmente as conexões entre tecnologia, ciência e sociedade (ALVES, 2011).

Assim, uma sequência didática investigativa, baseada em uma situação problema, pode auxiliar os alunos em suas tomadas de decisões, ajudar na percepção da sociedade de forma mais justa ambientalmente, participar de soluções de problemas políticos, socioambientais da comunidade e país, além de instigar o seu pensamento crítico. Adotar estratégias de ensino mais flexíveis, podem também ser utilizadas abordagens pedagógicas em cunho sociocultural, sócio-interacionista, construtivista, histórico-crítica. De acordo com Conrado, Nunes-Neto e El-Hani (2014), seria interessante que esse tipo de ensino fosse realizado em grupos, onde o trabalho em equipe consiga resolver o problema com maior clareza, escutar o outro e conseguir um bom resultado, de modo que:

as habilidades de trabalho em conjunto; a compreensão das diferenças socioculturais; e a compreensão do contexto histórico e político do país são fundamentais para a busca e a solução dos problemas socioambientais atuais (CONRADO,NUNES-NETO e EL-HANI, 2014, p. 82).

Nesse íterim, o conhecimento em geociências é uma proposta mais ampla para tratar conceitos científicos sobre a terra, as montanhas e os minerais, de modo que o estudante tenha uma perspectiva diferente para tratar de assuntos comuns. Para Toledo (2005), para ser um cidadão crítico é necessário conhecimento sobre o funcionamento do planeta, origem da vida, a dinâmica e interações, relação do ser humano com o ambiente e a diversidade de seres, pois

Como pode um cidadão ser crítico, interpretar, fazer julgamentos, atuar na sociedade (que basicamente ocupa o ambiente e usa seus materiais e fenômenos), encontrando-se privado de conhecimentos sobre o funcionamento e a organização, a gênese e a evolução do planeta e de seus ambientes e materiais, sobre as interações físicas, químicas e bioquímicas das interferências humanas na natureza? (TOLEDO, 2005, p. 3).

Segundo Carneiro (2004) o estudo em geociências promove uma educação em valores sociais, ao proporcionar o conhecimento dos processos para obtenção

de metais, o uso deles e todas as consequências na sociedade e no ambiente, sejam elas positivas ou negativas. Isso reforça a importância de uma educação em valores sociais, que vá

além da memorização de informações científicas, uma formação em ciência deve auxiliar o desenvolvimento de valores como tolerância, democracia, respeito aos direitos humanos, educação ambiental, etc (CARNEIRO et al., 2004).

Para Compiani (2015), é necessário testar novos campos na educação básica para abranger outras compreensões sobre lugar e ambiente, adotar pedagogia crítica do lugar/ambiente no ensino de geociências e na educação ambiental. Assim, atingir novos rumos com a formação de cidadãos participativos, com desafios como olhar com cautela e compreender as situações de forma abrangente e participar dos movimentos históricos da sociedade.

Para Piranha e Carneiro (2009) o ensino de geociências é um instrumento formador de uma cultura sustentável, pois quando se conhece o funcionamento do planeta, os acontecimentos relacionados à ação da sociedade se tornam mais relevantes para o aluno, como por exemplo mudanças climáticas, chuva ácida e degradação do solo. Assim,

Formar um cidadão responsável e sensível às questões afetas à Vida e ao planeta pode advir de uma educação que permita ao indivíduo reconhecer o que é o planeta, como ele funciona e como, nesse espaço e ao longo do tempo, se processam as relações da Vida (PIRANHA e CARNEIRO, 2009, p. 131).

Nas orientações descritas na BNCC para o currículo dos estudantes de ensino médio em Ciências da Natureza e suas tecnologias contempla desenvolver atividades de investigação com o propósito de promover o protagonismo dos estudantes, “deve ser desencadeada a partir de desafios e problemas abertos e contextualizados, para estimular a curiosidade e a criatividade na elaboração de procedimentos e na busca de soluções de natureza teórica e/ou experimental” (BRASIL, 2018, p551). Desta forma, é possível uma aproximação dos conteúdos a contextos mais amplos e de maior complexidade, como processos industriais como um todo, onde é necessário conhecimento tecnológico, energético, sobre os contextos sociais e políticos para avaliar as situações problema propostas.

As competências específicas em ciências da Natureza previstas na BNCC (BRASIL, 2018) preveem a investigação de problemas e avaliação para a aplicação do conhecimento científico e tecnológico e suas implicações no mundo, utilizando métodos e linguagens específicas das Ciências da Natureza, para propor soluções que atendam às necessidades locais, regionais e globais.

Dentro de competências específicas e habilidades esperadas na BNCC para desenvolvimento em ciências da natureza, podemos destacar os estudos relacionados a estrutura da matéria, reações químicas, desenvolvimento e aprimoramento de tecnologias no processo produtivo na obtenção de ferro-gusa, passando pelos efeitos de poluição, a associação com os ciclos biogeoquímicos, desmatamento, camada de ozônio e aquecimento global. Podemos destacar as habilidades:

(EM13CNT104) Avaliar os benefícios e os riscos à saúde e ao ambiente, considerando a composição, a toxicidade e a reatividade de diferentes materiais e produtos, como também o nível de exposição a eles, posicionando-se criticamente e propondo soluções individuais e/ou coletivas para seus usos e descartes responsáveis.

(EM13CNT105) Analisar os ciclos biogeoquímicos e interpretar os efeitos de fenômenos naturais e da interferência humana sobre esses ciclos, para promover ações individuais e/ ou coletivas que minimizem consequências nocivas à vida.” (BRASIL, 2018, p 555).

Para SOTO, SANTINON e CIRINO (2024) é essencial articular os conceitos de química com situações do cotidiano para promover uma participação mais efetiva dos alunos. Essa conexão facilita o engajamento dos estudantes e permite a proposição de soluções para problemas reais, enriquecendo a prática do ensino de química. A abordagem adotada pelos autores, centrada no enfoque Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA), foi fundamental para alcançar resultados significativos na pesquisa. Esse enfoque promove uma compreensão mais ampla e integrada dos conceitos científicos, contextualizando-os dentro de questões sociais e ambientais relevantes. Além disso, a abordagem CTSA ajudou a desenvolver uma consciência ética e social dos alunos, preparando-os para tomar decisões responsáveis e informadas em suas vidas futuras. A articulação entre

teoria e prática, promovida por essa metodologia, mostrou-se eficaz em transformar o ensino de química em uma experiência educacional mais relevante e impactante.

Zagato, Soares e Kawark (2024) observaram que a sequência didática com enfoque em CTSA utilizada para ensinar os conceitos de química teve resultados positivo quanto à compreensão dos conteúdos e motivação durante todo o processo, através de perguntas instigantes, Webquests, experimentos em sala. Os estudantes compreendem os conceitos químicos em questão e o uso da Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP) despertou o interesse dos alunos pela disciplina ao envolver a resolução de problemas do mundo real e atividades práticas. Os estudantes reconheceram a relevância desses conceitos em seu cotidiano.

Nesse contexto, o conteúdo de química pode ser trabalhado a partir de temas sociais de relevância para a sociedade, de modo que o material didático apresente o tema, problematize o conteúdo científico e estabeleça relações aos conceitos químicos necessários para a abordagem. Segundo Santos e Mortimer (2002), são apresentados temas que retomam ao foco inicial da unidade, apresentam necessidade de novos conceitos químicos e aplicam um modelo curricular em espiral permitindo que o conteúdo seja esgotado. As dimensões sociais são sempre colocadas em evidências nas atividades, explorando os aspectos ambientais, políticos, econômicos, éticos, sociais e culturais.

METODOLOGIA DE ENSINO

Neste trabalho, aplicamos uma sequência didática investigativa sobre o tema mineração, desenvolvendo conceitos científicos sobre química, geografia, história e biologia com enfoque CTSA. A sequência didática foi aplicada para alunos do segundo ano do ensino médio de uma escola estadual da região metropolitana de Belo Horizonte-MG. Como produto pedagógico deste projeto será apresentada a sequência didática desenvolvida.

Os conteúdos desenvolvidos na sequência didática contemplaram:

- Definição de geociências;
- Importância dos estudos da terra para a humanidade;
- Definição e classificação de minerais, discussão de conhecimentos prévios e identificação de minerais próximos aos alunos, a importância dos minerais para a população, na economia apontando as relações de produção e apropriação de bens na mineração, que condiz com a existência do homem e a vida em sociedade;
- Qualificação do processo de extração mineral e do tratamento do minério, levando em consideração os impactos ambientais causados, os impactos econômicos e sociais;
- Beneficiamento do minério, quais processos físico-químicos são realizados até o metal ser utilizado nas indústrias;
- Importância Histórica da mineração no Estado de Minas Gerais;
- O papel da mineração para economia Brasileira, principais minerais exportados e importados;
- Destaques dos impactos ambientais em cidades mineiras devastadas pelo setor de mineração, as mudanças na vegetação, clima, fauna, flora e todo o ecossistema. Discutir a fragilidade dos ecossistemas atuais perante a intervenção humana;
- Programas educativos e culturais promovidos pelas empresas de mineração e por siderúrgicas do Estado, crítica aos processos de reflorestamento obtidos até o momento.

A problemática desenvolvida partiu de uma situação-problema: “Quais serão os impactos se uma mineradora viesse para a nossa cidade?”. Os alunos foram incentivados a destacar pontos positivos sociais, econômicos e avanços na área; e também impactos negativos com a prática mineradora, argumentando todos os problemas vivenciados pelos mineiros ao longo do tempo, destacando os impactos ambientais, clima, papel dos *commodities* na economia. Estudar as consequências dos processos de extração e recursos finitos pode contribuir para desenvolver senso crítico perante a situações econômicas e sociais. Os argumentos de cada aluno podem auxiliar nos processos de tomada de decisão, na proposição de ações

socioambientais e na assunção de responsabilidades sociais, coletivas, que assegurem a existência comum e a sobrevivência futura das comunidades humanas (TOLEDO, 2005).

Segundo Santos e Mortimer (2000), as pesquisas para desenvolvimento crítico e intelectual devem conter conteúdos de ciências relativos a atividades humanas no ambiente e a nós mesmos, a tecnologia e questões sociais. Além disso, auxiliam a desenvolver interrelações entre a ciência e visão operacional delicada acerca de tomadas de decisões relacionadas a problemas científicos, tecnológicos e ambientais.

O estudo em enfoque CTSA deve relacionar os avanços científicos e tecnológicos com questões sociais. Isso é necessário para que os estudantes entendam que nenhuma decisão científica está isolada da sociedade, podendo trazer tanto benefícios quanto riscos. A ciência e a tecnologia não devem ser vistas como neutras e distantes do cotidiano, nem como soluções infalíveis para todos os problemas. É importante que os estudantes reflitam sobre o fato de que muitos problemas ambientais que a tecnologia não conseguiu resolver foram causados pela própria tecnologia.

A sequência didática desenvolvida tem o intuito de promover o engajamento dos estudantes em ações sociais e pessoais, após refletirem sobre as consequências dessas ações. Assim, os alunos serão capazes de analisar riscos e benefícios e propor alternativas para as questões apresentadas. Dessa forma, estarão preparados para modificar comportamentos socioambientais inadequados, agindo dentro de uma escala pessoal e como um cidadão crítico (ALVES, 2011).

Quanto ao desenvolvimento do tema geociências, o estudo dos minerais e a importância do mesmo para a economia do Estado de Minas Gerais, estes foram integrados a diversos componentes curriculares, como geografia, biologia, química, geografia, física, história, literatura e sociologia. Segundo Carneiro et al. (2004), uma atividade que envolve interação interdisciplinar, incluindo ciências sociais tem uma melhor visão do sistema, “trabalham em cooperação aplicando seu conhecimento, habilidades e métodos específicos para entender como os sistemas operam, como interagem e de que modo os humanos afetam esses sistemas”

(CARNEIRO et al., 2004). Nesse sentido, os alunos tiveram de identificar a unificação das áreas, visualizar a motivação global do tema e ter uma visão maior de todo o assunto. Também foi levada em consideração a motivação dos alunos com a proposta, bem como se continuaram buscando desenvolvimento crítico e social, pesquisas tecnológicas.

A avaliação da aprendizagem e da própria sequência didática foi realizada a partir das produções dos estudantes participantes, as falas ditas em discussões em sala, os textos da avaliação individual ao final da sequência didática.

METODOLOGIA DE CONSTITUIÇÃO E ANÁLISE DE DADOS

A escola em que foi aplicada a sequência didática se localiza na região metropolitana de Belo Horizonte. A comunidade em que a escola se encontra é carente e os alunos precisam, em sua maioria, ajudar os pais em alguma atividade, seja para cuidar de irmãos mais novos, da casa, cozinhar ou até mesmo em atividades remuneradas. O índice de violência é muito alto devido a várias culturas e famílias com completa desestruturação, fugindo do controle da instituição escolar, o que interfere na convivência social.

A escola é referência no ensino médio da cidade, mas como enfrenta grandes desafios com a estrutura física e tecnológica, os alunos estudam em salas pequenas, com poucos datashow disponíveis para uso. Há uma cota de fotocópia para atividades e provas, não tem biblioteca física para os alunos e não há laboratório ou materiais para realizar experimentos. Esses recursos são importantes para a execução de um trabalho mais lúdico e atrativo aos estudantes. No ensino de química, os experimentos são muito importantes e complementam o aprendizado teórico, permitindo aos alunos entenderem conceitos abstratos. Além disso, os experimentos ajudam os alunos a desenvolverem habilidades de observação, coleta de dados, análise crítica e resolução de problemas, todas essenciais para a prática científica.

Nesta região existem algumas atividades mineradoras, havendo alunos que têm pessoas conhecidas que trabalham, conhecem minimamente o processo e se

interessam sobre o assunto prontamente. Além disso, 32 são estudantes do terceiro ano do ensino médio, que estão se encaminhando para o mercado de trabalho ou já estão trabalhando de alguma forma. A maior parte da turma participa de cursos profissionalizantes ou pensa nos vestibulares ao final do ano letivo. Neste trabalho, eles foram identificados de A1 a A32.

A sequência didática foi realizada nas aulas de aprofundamentos em ciências da Natureza, matéria de Mulheres na Ciência, que tem como foco principal trazer conhecimento científico e aproximar a comunidade, sua relação com a ciência e as etapas do processo. Dentro das habilidades esperadas na BNCC, estão:

(EMIFCNT01) Investigar e analisar situações-problemas e variáveis que interferem na dinâmica de fenômenos da natureza e/ou de processos tecnológicos, considerando dados e informações disponíveis em diferentes mídias, com ou sem o uso de dispositivos e aplicativos digitais.

(EMIFCNT02) Levantar e testar hipóteses sobre variáveis que interferem na dinâmica de fenômenos da natureza e/ou de processos tecnológicos com ou sem o uso de dispositivos e aplicativos digitais, utilizando procedimentos e linguagens adequados à investigação científica.

(EMIFCNT03) Selecionar e sistematizar, com base em estudos e/ou pesquisas (bibliográfica, exploratória, de campo, experimental etc.) em fontes confiáveis, informações sobre a dinâmica dos fenômenos da natureza e/ou de processos tecnológicos, identificando os diversos pontos de vista e posicionando-se mediante argumentação, com o cuidado de citar as fontes dos recursos utilizados na pesquisa e buscando apresentar conclusões com o uso de diferentes mídias (BRASIL, 2018).

Dentro das habilidades esperadas, foi possível abordá-las em um único assunto, despertando o interesse nos alunos em um problema a ser discutido e analisar de forma sistêmica, em um contexto maior, preocupando com o meio ambiente e os cidadãos da comunidade.

De cunho qualitativo, a presente pesquisa visa a constituição de dados junto ao seu contexto de produção (BOGDAN & BIKLEN, 1994), de modo que a professora-pesquisadora consiga depreender situações e acontecimentos relativos à sequência didática que, posteriormente, serão constituídos como dados de pesquisa.

O contexto de realização deste trabalho é uma escola pública da região metropolitana de Belo Horizonte-MG, em aulas de Mulheres na Ciência (Aprofundamento em Ciências da Natureza) do ensino médio. As aulas ocorreram duas vezes na semana e foram realizadas em grupo de 32 alunos.

O projeto foi submetido ao Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da UFV, obtendo o Certificado de Apresentação de Apreciação Ética nº. 75326923.0.0000.5153 e a pesquisa foi iniciada somente após a sua aprovação. Nessa ocasião, os estudantes foram convidados a participar da pesquisa e tiveram acesso aos procedimentos e etapas da mesma. Aqueles que participaram, apresentaram os termos de assentimento e de consentimento livre e esclarecido (pais ou responsáveis pelos alunos), devidamente assinados.

Após isso, uma intervenção pedagógica (sequência didática) foi realizada com os estudantes autorizados a participar, conforme as etapas a seguir descritas:

Etapa 1: elaboração da sequência didática envolvendo conceitos de mineração, geociências e o ensino de Química;

Etapa 2: desenvolvimento da sequência didática com os estudantes participantes;

Etapa 3: análise das evidências produzidas pelos estudantes (textos e atividades).

A intervenção como um todo durou 4 semanas e a constituição de dados foi feita, principalmente pelo caderno de anotações da professora-pesquisadora, onde foram registradas suas percepções em cada etapa e a atividade avaliativa textual que foi realizada pelos estudantes ao final da sequência didática.

A análise do conteúdo de Bardin (2006) foi o método utilizado para a elaboração de categorias explicativas acerca dos dados constituídos. O método foi dividido em três etapas, iniciado com a Pré-análise, momento em que os dados foram organizados e selecionados os trechos mais relevantes face os objetivos do trabalho. Na segunda etapa, a Exploração do material, o material selecionado anteriormente foi classificado, codificado e separado em categorias, de forma que

as unidades de contexto puderam ser entendidas em sua essência, sem necessidade de informações complementares.

Na etapa final, de Tratamento dos resultados, as análises destacaram os dados obtidos, categorizados e interpretados pela pesquisadora para responder aos objetivos propostos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

SEQUÊNCIA DIDÁTICA

A primeira etapa da sequência didática consistiu na apresentação de métodos e técnicas para resolução de problemas simples do dia-a-dia, além da identificação das informações e dados disponíveis sobre um determinado problema. Em outra frente de trabalho, foram incentivados a reconhecer o que poderia ser feito de imediato, em quais aspectos precisariam de ajuda ou de outros recursos, ou seja, deveriam levantar o máximo de informações possíveis dos problemas discutidos em sala. Isso possibilitou um pensamento mais abrangente para resolver os temas propostos e deixou maiores prospectos para as intervenções que deveriam ser feitas. Dentro da diretriz curricular BNCC, temos a orientação para os alunos do ensino médio dentro da unidade temática de tecnologias no ensino de química a competência específica: “Competência 3: Analisar situações-problema e avaliar aplicações do conhecimento científico e tecnológico e suas implicações no mundo, utilizando procedimentos e linguagens próprios das Ciências da Natureza, para propor soluções que considerem demandas locais, regionais e/ou globais” (BRASIL, 2018, p. 544). A habilidade desenvolvida foi: “(EM13CNT311MG) Investigar e analisar comportamentos específicos dos diversos tipos de aplicações tecnológicas (comunicação, saúde, música, entre outros), identificar e/ou avaliar os impactos individuais, coletivos e socioambientais de tais tecnologias, a fim de promover seu uso seguro e sustentável” (SEE/MG- 2024).

Na continuidade da sequência, apresentamos a seguinte situação-problema: “Uma empresa de minério de ferro está vindo para a cidade no próximo ano e iniciará suas atividades no próximo ano”. Alguns dos questionamentos levantados foram: quais impactos serão gerados na cidade? Será que existem coisas boas? Será que tem pontos negativos? O que eles podem minerar na cidade? Para saber responder todas essas questões foi necessário aprofundar no tema de minerais.

Para saber o que poderia ser minerado na cidade, discutimos sobre os materiais que teriam dentro da nossa sala de aula, desde o piso, fiação, tijolos,

pintura, iluminação, as carteiras, os celulares, relógios e acessórios, além dos adornos que estavam sendo usados. Desta forma, conseguimos identificar alguns dos elementos químicos e minerais que tem fins comerciais, os que têm interesse na indústria. Isto se fez necessário para verificar a possibilidade de investimento de uma grande empresa que se instalaria na região. Ao especificar os elementos químicos conseguimos revisar as propriedades dos materiais, como ponto de ebulição, ponto de fusão, massa, volume, solubilidade, reatividade, transformações química e físicas, como as indústrias podem fabricar e utilizar esses materiais.

Nessa discussão, os alunos tiveram uma boa referência de uso dos materiais, imaginaram situações bem interessantes, como uma fábrica de vidros a partir de um areal que existe na cidade, por exemplo. A partir disso temos o ponto positivo para conexão de novos conhecimentos, os educandos tiveram um ponto de partida conhecido, baseado em situações do seu dia a dia. Foi necessário que compreendessem a necessidade dos produtos, entendessem o valor comercial dos mesmos e, também, que tipo de indústria tem interesse nesses materiais. A discussão com os alunos ficou mais evidente ao se tratar de questões sociais, conseguimos perceber o entrosamento e as dúvidas durante a explicação. Entretanto, ao se tratar de propriedade dos materiais e detalhes físico-químicos dos elementos, os alunos tiveram pouca interação durante a aula. A abordagem de processos tecnológicos e produtivos é uma competência específica 1 de ciências da natureza na BNCC: “Analisar fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas relações entre matéria e energia, para propor ações individuais e coletivas que aperfeiçoem processos produtivos, minimizem impactos socioambientais e melhorem as condições de vida em âmbito local, regional e/ou global (BRASIL, 2018, p. 540). Dentro desse estudo os alunos podem entender como os minerais de origem natural, produtos in natura, se transformam em produtos do dia a dia a partir de tecnologias e ciência.

Durante a sequência didática tiveram algumas falas que são importantes serem destacadas:

A5: “ *Eu conheço esses minerais do jogo de celular, o de construção, eu sei que precisa dele em obras*”

A2: “ *Acredito que poderia fazer vidro aqui na cidade, eu conheço um lugar que tira areia e argila para vender*”

A1: “*A mineração já trouxe muita gente pra cidade, eles moram no alojamento perto da minha casa*”.

É possível evidenciar que os alunos relacionam a mineração e minerais a partir de uma referência do cotidiano que seria o jogo de celular, entendendo o uso tecnológico dos recursos naturais quando relaciona a matéria prima com uma obra. Quando o aluno fala sobre a areia e a indústria de vidro, já demonstra um pensamento aplicado ao processo tecnológico com o recurso natural e também a possibilidade de instalação na cidade. Quando o aluno fala sobre os trabalhadores estarem morando em alojamento, já mostra a percepção de que a atividade mineral não afeta só o ambiente, mas também a organização da comunidade, os alunos analisam materiais para adequação de uso, as diferentes aplicações de acordo com as habilidades específicas EM13CNT307 (BRASIL, 2018, p. 545).

A partir do conhecimento sobre os minerais que temos na região da escola, iniciamos o trabalho com os conceitos de química inorgânica e mineralogia a partir do conhecimento de rochas, como se formam, os tipos, características e, ainda, a comparação do tipo de solo presente na região e quais rochas seriam mais prováveis de serem encontradas na cidade.

De acordo com França e Souza (2013), a cidade de Juatuba tem formação do solo advinda de depósitos sedimentares, originando as planícies aluvionares, constituídas de conglomerado (arenito argiloso e ferruginoso, siltito e argilito) a sua vegetação típica da área transicional entre os biomas Mata Atlântica e Cerrado, que tem algumas possibilidades comerciais para mineração, como por exemplo minério de ferro.

O minério de ferro é um dos principais minerais explorados nas regiões próximas da escola em que foi realizada a sequência didática, passa pela cidade o rio Paraopeba, que foi o mais atingido com rompimento da barragem de rejeitos de minério de ferro atingiu a cidade por completo, deixando um rastro de destruição e mortes, na cidade de Brumadinho–MG, que aconteceu em janeiro de 2019. Essa tragédia que ainda está recente, tem marcas ambientais que estão sendo corrigidas

até a atualidade, a biodiversidade de fauna e flora foram atingidos, o município ficou com a economia prejudicada, a população assustada e com perdas imensuráveis.

A partir desse ponto, foi discutido com os alunos o processo de uma mineração do minério de ferro, desde os estudos do solo até a barra de ferro em uma siderurgia, passando pela fase de escavação, a fase de beneficiamento, transporte, chegada nas siderúrgicas, como é realizada a fundição para extrair o ferro puro. Nessa aula, foi explicado os processos químicos que são realizados para o beneficiamento, também foi discutido o processo de fundição com todas as etapas e fórmulas químicas da etapa a entrada do carvão vegetal e como todo esse processo pode degradar o meio ambiente, poluindo com ruído, poeira, e fuligem que é um dos produtos da fundição, a exploração que degrada as vegetações, destruindo paisagens de muitas cidades.

Nesta etapa da sequência didática é importante destacar algumas falas dos alunos:

A1: *“porque existem barragem?”*

A32: *“Todo rejeito é tóxico?”*

A12: *“Sabia que tem ponto de emergência na cidade, caso tenha um alagamento...”*

A partir das observações dos alunos tivemos um esclarecimento sobre cada pergunta, sobre todos os processos de beneficiamento do mineral. Estas falas podem indicar que o aluno percebe que a mineração gera algo que precisa ser armazenado ou controlado, também o início de compreensão de infraestruturas associadas à mineração e de sua importância para evitar impactos. Quando o aluno A32 pergunta sobre a toxicidade conseguimos perceber que demonstra preocupação ambiental, entende que há resíduos e quer diferenciar sua periculosidade. Levanta uma questão central sobre composição química dos rejeitos, toxicidade, formas de tratamento. Na fala do aluno sobre pontos de emergência na cidade, ele consegue identificar a mineração com gestão de riscos e segurança da comunidade, o aluno conhece protocolos locais (rotas ou pontos de emergência) e demonstra consciência de que mineração afeta diretamente a vida cotidiana e que há planos de resposta a desastres.

O próximo tema discutido foi sobre como a atividade mineradora é importante para o Estado e também para o país como um todo, ressaltando a posição do Brasil em ranking mundial em exportação de minério de ferro. Minas Gerais é conhecida historicamente por metais e pedras preciosas encontrados, essa exploração que deu o nome ao nosso estado, também foi o que colocou o estado com grandes empresas investindo, vinda de muitos trabalhadores, muitos processos tecnológicos, o que contribuiu para o estado estar entre os cinco maiores PIB do país. Dentro das explicações, foi discutido todos os pontos dos impactos sociais na cidade e se a cidade comporta essas mudanças.

Para finalizar a sequência didática, foi realizada uma atividade individual com questionamentos sobre o que foi discutido, como forma de avaliação, de modo que se pudesse analisar se os alunos compreenderam o processo, quais as impressões causadas com o estudo e qual a opinião de cada um sobre a vinda da empresa para região, na situação-problema proposta. De acordo com a habilidade específica EM13CNT104 é importante os estudantes avaliarem os benefícios e os riscos à saúde e ao ambiente, levando em conta a composição, o grau de toxicidade e o comportamento de diferentes materiais e produtos, bem como o nível de contato que se tem com eles, refletindo de forma crítica e sugerindo alternativas individuais e coletivas para seu uso e descarte de maneira responsável (BRASIL, 2018, p. 541).

Após a explicação do conteúdo e discussão dos alunos através da sequência didática, foi procedida a análise das atividades avaliativas e as anotações de campo feitas em sala pela professora-pesquisadora. As discussões foram organizadas nas seguintes categorias: (a) causas e consequências do processo de mineração na cidade, (b) vantagens e desvantagens e (c) riscos para o local onde vivem.

CAUSAS E CONSEQUÊNCIAS

Durante o desenvolvimento da sequência didática, os alunos apontaram vários pontos críticos que fortalecem a sua opinião sobre a vinda da empresa de atividades mineradoras para a cidade. Dentro desse conjunto de informações, eles

procuraram justificar o seu ponto de vista, apontando causas e consequências do processo, que seriam os impactos sociais e ambientais.

Quadro 1. Causas e consequências indicadas pelos estudantes participantes.

Estudante	Causas e Consequências
A1	“Muita demanda de alimentos, com isso encarecendo os alimentos. Desmatamento por conta da mineração, poluição da água”
A2	“Poluição, poluição sonora e alteração na qualidade do ar seriam as causas e as consequências seriam a contaminação do solo do ar alteração na paisagem”
A3	“muita demanda de alimento, com isso encarecendo os alimentos, desmatamento por conta de mineração, poluição de água e etc”
A4	“A causa de uma mineradora em cidades pode incluir o desenvolvimento econômico local, criação de empregos e geração de receita para região” As consequências são os impactos ambientais como poluição de água, o ar, degradação do solo, desmatamento etc”
A5	“degradação de paisagem, desmoronamento poluição, contaminação de

	recursos hídricos, contaminação do solo e poluição sonora”
A7	“pode poluir a cidade por causa da mineração”
A8	“A necessidade de exploração mineral é baseada em lucro e desenvolvimento econômico. Degradação ambiental, impacto na qualidade de vida da população, mudança climática, social e econômica na região”
A9	“causa poluição, poluição sonora, as consequências seriam contaminação do solo, do ar”
A10	“muita demanda de alimento com isso encarecendo os alimentos, desmatamento por conta da mineração, poluição da água”
A11	“As causas poluição sonora e alteração na qualidade do ar, consequências contaminação do solo, do ar ,alteração das paisagens”
A12	“poluição do solo pois contaminaria com rejeitos barragens, grande risco de romper, desmatamento para explorarem ares, poluição sonora pelo uso de máquinas, mais lucro para a cidade”
A13	“ia trazer lucro, trabalho para a cidade, podem afetar a flora local”
A14	“causas: poluição, poluição sonora, alteração da qualidade do ar. consequências: contaminação do solo, do ar, alteração da paisagem”
A15	“A causa pode ser os recursos naturais, que a cidade oferece e a alta demanda de materiais. As consequências é que a mesma oferece são danos ao meio ambiente, pode afetar a saúde da sociedade, um ponto positivo é que pode trazer benefícios econômicos”
A16	“poluição do soro sonora visual e ambiental”
A17	“as causas podem ser os recursos naturais que a cidade oferece e a alta demanda de minerais e também trariam consequências para o meio ambiente”
A18	“causas e consequências da mineradora na cidade seria aumento de trânsito de pessoas, grande poeira, rachadura nas estruturas e etc”
A19	“Cidade iria sujar por conta do minério, muito trânsito de caminhão e sem contar os riscos de rompimento de barragem”
A20	“seria muito vantajoso porque aumenta a popularidade da cidade e traria mais dinheiro na cidade”
A21	“degradação da paisagem, desmatamento poluição e contaminação de recursos hídricos, contaminação e compactação do solo, poluição sonora”
A22	“muita demanda de alimentos com isso crescendo os alimentos,

	desmatamento por conta da mineração, poluição da água, uma grande vantagem para a população”
A23	“seria ruim por conta da degradação do solo, vai prejudicar o meio ambiente”
A24	“As causas de uma mineradora em Juatuba pode estar relacionada à existência de recursos minerais na região, a consequência positiva é que pode gerar empregos diretos e indiretos, mas também pode impactar no aumento de tráfego de veículos pesados”
A25	“poluição do solo por causa do rejeitos de minério, geração de empregos, acidentes graves, risco de rompimento de barragem que contém rejeito, desmatamento para aumentar o espaço e etc”
A26	“muita demanda de alimentos com isso encarecendo os alimentos, desmatamento por conta da mineração, poluição da água”
A27	“as causas de uma mineradora em Juatuba pode estar relacionada à existência de recursos minerais na região a consequência positiva é que pode gerar empregos diretos e indiretos, mas também pode aumentar poluição, pode impactar no aumento de tráfego de veículos pesados”
A28	“as causas de uma mineradora em Juatuba pode estar relacionada a existência de recursos minerais na região”
A30	“podem incluir vários danos ambientais como poluição do ar, da água desmatamento e também aumento da população demanda e serviços”
A31	“seriam as consequências mais altas porque poderia gerar conflitos como riscos criminalidade, prejudicam todos as novas gerações e todos os tipos de problemas”
A32	“A necessidade de exploração mineral busca por lucro e desenvolvimento econômico. Possível degradação ambiental e impactos na qualidade de vida da população local, mudanças na dinâmica social e econômica da região”

Fonte: elaboração própria.

Os alunos conseguiram analisar de forma bem abrangente, explicaram as preocupações com muitos exemplos e também conseguiram visualizar pontos positivos para a cidade. Essas atitudes são notadas nas respostas apresentadas abaixo:

A4, A8, A32: *Desenvolvimento econômico na Cidade*

A27, A24, A28: *Criação de Empregos diretos e indiretos*

A8, A32: *Mudança na qualidade de vida da população*

De acordo com Conrado, Nunes-Neto e El-Hani (2014), as tomadas de decisões estão relacionadas à ação do sujeito como indivíduo, ou seja, sua consciência e seu papel na sociedade, seu compromisso, sua responsabilidade social, além de buscar melhor qualidade de vida para a comunidade em que vive.

Quando os estudantes escreveram sobre a geração e a criação de empregos diretos e indiretos, é possível perceber que a empresa pode ter impactos maiores na cidade, que podem vir mais pessoas, que pode atrair mais demanda de comércio, mais alimentação, serviços de terceiros, o que está de acordo com outros alunos quando dizem que uma das consequências possíveis é o desenvolvimento econômico da cidade.

Os alunos podem ter pensado em empregos em função da faixa etária da turma em que foi aplicada a sequência didática, que está mais preocupada com a vida após a conclusão do ensino médio (A27, A24, A28). Muitos deles, inclusive, trabalham para ajudar a família ou para alcançar algum objetivo próprio, de modo a prospectar as possibilidades para o futuro. De acordo com Santos e Mortimer (2000), uma sequência didática com foco nas relações CTSA pode propiciar o desenvolvimento de valores que estão vinculados a interesses coletivos, como solidariedade, consciência de compromisso social, respeito ao próximo e generosidade. Esses valores também se relacionam com as necessidades humanas e o próprio questionamento à ordem capitalista, onde os valores econômicos impõem aos demais.

O comentário de alguns alunos sobre mudanças na qualidade de vida da população podem estar relacionados a pontos positivos e negativos, uma vez que muitos escreveram que a situação mudaria para pior, pois a cidade não tem infraestrutura adequada e, que seria um grande risco à saúde. Por outro lado, alguns alunos escreveram que o poder econômico traria mais lucro e mais renda para a cidade, o que acarretaria em melhorias na cidade como um todo, como hospitais, escolas e até mesmo recursos melhores para a população.

De acordo com as respostas dos alunos a maior preocupação está relacionada com o meio ambiente, visto que muitos escreveram sobre quais impactos ambientais apareceriam na cidade com o início das atividades mineradoras, como poluição do ar, do solo, das reservas hídricas, poluição sonora, degradação das paisagens, alterações na fauna e na flora. Isso indica que, apesar de indicarem a geração de lucro, a degradação ambiental deve ser discutida com calma, pois os recursos naturais podem estar em risco.

De acordo com Farias e Carvalho (2006), os estudos baseados em tecnologia e ambiente devem incluir a complexidade dos temas relativos ao desenvolvimento científico e tecnológico e suas consequências sócio-ambientais. Esses questionamentos permitem aos estudantes experimentar a dinâmica social que surgirá em torno de diversos problemas. A abordagem de questões como a responsabilidade para com o futuro, os direitos coletivos e a proteção ambiental oferece contribuições valiosas para a formação de cidadãos conscientes.

VANTAGENS E DESVANTAGENS

Uma das questões feitas na atividade dizia respeito ao levantamento das vantagens e desvantagens da vinda da empresa para a cidade. Algumas respostas se assemelharam com as emitidas no campo das causas e consequências, mas também houve pontos de relevância social que não haviam surgido ainda, como descrito nos dados abaixo:

Quadro 2. Vantagens e desvantagens indicadas pelos estudantes participantes.

Estudante	Vantagens	Desvantagens
A1	“a cidade vai crescer mais”	“a cidade ainda não está preparada para esse tanto de gente, muitas empresas trazem poluição e desmatamento, traz muita gente, com isso aumentando a criminalidade e a cidade não é muito desenvolvida para isso”

A2	“número bom de minerais e matéria-prima”	“causa desmatamento, contaminação e poluição de recursos hídricos, impactos econômicos”
A3	“vinda pode ser positiva, é fundamental garantir que os regulamentações ambientais sejam seguidas à risca para proteger o meio ambiente e a qualidade de vida dos moradores”	“os impactos ambientais, sociais e econômicos, se houver um plano sólido de sustentabilidade ambiental mitigação de impostos e benefícios econômicos reais para a comunidade local”
A4	“geração de empregos diretos e indiretos, aumento da arrecadação de impostos do município e desenvolvimento da infraestrutura”	“impactos ambientais, riscos à saúde da população, deslocamento de atividades locais”
A5	“gerar emprego, impulsionar a economia local, contribuir para o desenvolvimento de infraestrutura e fornecer matéria-prima para a produção de diversos bens”	“degradação do solo, contaminação da água e do ar, perda de biodiversidade. Economia pode tornar a cidade vulnerável a flutuações nos preços de comidas, commodities criando instabilidade econômica a longo prazo”
A7	“vantagens geração de emprego aumentando arrecadação de impostos, desenvolvimento econômico local”	“degradação do meio ambiente, impactos na saúde da população, possíveis conflitos sociais”
A8	“geração de emprego, aumento da arrecadação de impostos e desenvolvimento econômico local”	“degradação do meio ambiente, impacto social na população e possíveis conflitos”
A9	-	“prejudica a saúde com a poluição”
A10	“pode gerar emprego e aumentar a renda da cidade. Pode aumentar o desenvolvimento da cidade”	“o aumento do trânsito pode poluir a cidade”
A11	“número bom de minerais”	“desmatamento, poluição, perda da biodiversidade e contaminação”
A12	“mais lucro para a cidade, maior renda para a cidade, geração de empregos”	“desmatamento para construção da mineradora, contaminação do solo, grande quantidade de rejeito contaminado, risco de estourar barragem entre outros”

A13	“aumento de lucro na cidade gerando mais emprego”	“desmatamento da flora local, aumento de destroços”
A14	“número bom de minerais e matérias-primas”	“causar o desmatamento, contaminação, poluição dos recursos hídricos, impactos econômicos”
A15	“criação de empregos, aumento de receita fiscal para a cidade, o desenvolvimento local, construção de novas ferrovias e etc”	“exposição a produtos químicos e danos ao meio ambiente”
A16	“a economia na cidade aumentaria, gerando mais emprego”	“poderia ter impactos ambientais”
A17	“a mineradora geraria vários empregos e também ajudaria a melhorar a infraestrutura”	“razer danos ao meio ambiente com desmatamento e poluição”
A18	“mais empregos, economia aumenta e investimentos”	“poeira, rachaduras, pessoas sem moradia suficiente”
A19	“a economia da cidade iria aumentar e iria ter mais empregos”	“as desvantagens seriam o trânsito e os impactos seria no solo, dependendo na água”
A20	“gerar emprego e aumento de renda”	“a cidade não está preparada para tudo, a cidade pode aumentar e com isso pode aumentar a criminalidade, que a cidade não é muito desenvolvida”
A21	“pode citar a geração de empregos, renda para a população local, aumento de arrecadação de impostos para os municípios e desenvolvimento econômico”	“diversas impactos ambientais tais como degradação do solo, contaminação de recursos hídricos, emissão de poluentes na atmosfera, prejudica na saúde da população e possíveis conflitos por terras”
A22	“uma grande vantagem para a população, além de trazer pontos positivos que seria empregos e benefícios”	“desmatamento, poluição”
A23	“aumento de renda e gerar mais emprego”	“natureza da cidade vai acabar sendo degradada”

A24	“geração de emprego, desenvolvimento econômico e infraestrutura”	“impactos ambientais, conflitos com comunidades locais entre outros os impactos ambientais: pode ser na poluição do ar, os sociais pode ser a infraestrutura a economia pode contribuir”
A25	“lucro gerado geração de empregos e crescimento da cidade”	“acidentes causados, desmatamentos excessivos, poluição e degradação de solo”
A27	“vantagens geração de empregos, aumento da arrecadação de impostos e desenvolvimento econômico local”	“desvantagens de degradação do meio ambiente, impactos na saúde da população, possíveis conflitos sociais, poluição do ar e da água”
A28	“pontos positivos podem gerar emprego direta e indireta”	“negativo pois pode impactar no aumento de tráfego de veículos pesados”
A30	“vantagens podem incluir a geração de empregos, aumento da arrecadação de impostos para o município”	“desvantagem pode ter impactos negativos ao meio ambiente”
A31	“uma certa importância porque iria gerar mais receita na cidade”	“desvantagem seria ter altos riscos contínuo prejudicando mais”
A32	“as vantagens seriam geração de emprego, aumento da arrecadação de impostos, desenvolvimento econômico”	“desvantagens degradação do meio ambiente, impactos na saúde da população, possíveis conflitos sociais”

Fonte: elaboração própria.

Como vimos nos dados muitos estudantes responderam situações parecidas, dentro do conteúdo algumas desvantagens apareceram mais vezes e foram destacadas abaixo:

A27, A24, A7, A8, A32: Conflitos sociais

A7, A21, A8, A32, A9: Impactos na saúde

Os estudantes pensaram em conflitos sociais envolvendo a atividade mineradora na cidade, tanto no que se refere à disputa por terras como também conflitos de opiniões com a população. Pensando na proximidade do município a

idades com muito envolvimento minerário como Sarzedo, Brumadinho, Mário Campos e Igarapé, os estudantes têm conhecimento que essas cidades enfrentam dificuldades relativas a estradas muito ruins, muita poeira, trânsito de caminhões pesados, além do histórico de uma barragem de rejeitos que foi rompida e deixou destruição e mortes, o que denota certo descaso com a população.

Esses incidentes deixam a comunidade com uma certa cautela e com receio de que possa acontecer um novo acidente envolvendo outros locais minerados. Atualmente, muitas famílias que moram perto do rio atingido pelos rejeitos recebem indenização da empresa responsável pelo acidente e essa é uma das motivações que os levaram a citar como desvantagem os impactos para a saúde da população, com os contaminantes e com o processo de escavação para exploração de minério.

Entre os conceitos de química discutidos em sala de aula, o que mais despertou a atenção dos alunos foi o processo de beneficiamento do minério, que varia conforme a região explorada. A técnica mais utilizada pelas empresas nas proximidades da cidade é a flotação, que essencialmente envolve a separação de misturas. No entanto, os resíduos gerados por esse processo podem resultar em níveis elevados de poluição nos rejeitos de minério. Esse dado trouxe uma nova preocupação para os estudantes, especialmente no que diz respeito à qualidade de vida das pessoas após uma mudança tão significativa na cidade. Eles se mostraram particularmente alarmados com os possíveis impactos ambientais e sociais decorrentes do aumento da poluição. Os efeitos na saúde pública, a contaminação de recursos hídricos e os danos ao ecossistema local foram temas muito destacados pelos estudantes.

Ainda dentro das desvantagens levantadas pelos estudantes, destaca-se pontos sobre o meio ambiente, descritos abaixo:

A30: *Esgotamento de recursos naturais*

A27, A7, A8, A32: *Degradação do meio Ambiente*

A14, A2, A25, A12, A22: *Desmatamento*

A30 disse que uma das desvantagens seria o esgotamento de recursos naturais, pensando se tratar de recurso finito e que os minerais não são renováveis.

Além disso, citou que a exploração excessiva pode causar um desequilíbrio ecológico, levando em consideração que iremos precisar desses recursos para as gerações futuras. Trata-se de um comentário que demonstra uma preocupação com um processo mais sustentável.

O desmatamento e degradação do meio ambiente foi uma das desvantagens mais citadas entre os estudantes, isso porque eles já viram as serras das cidades ao redor sendo consumidas pelas mineradoras, destruindo a fauna, a flora e o ambiente da mata nativa.

Dentro das vantagens, pudemos observar que os estudantes focaram muito em gerar renda, empregos e melhorar as condições econômicas da cidade. Muitos jovens pensam em oportunidades de trabalho, associar a presença de empresas a essa questão torna o assunto mais próximo do seu cotidiano. Essa resposta dos estudantes demonstra que estão com uma percepção interessante com a realidade, relaciona o tema da empresa na cidade com situações concretas, como emprego e renda, que afetam diretamente a vida das pessoas. Podemos perceber um entendimento de cidadania quando a chegada de uma empresa não é só um fato econômico, mas algo que pode influenciar a qualidade de vida da população local e desta forma compreender como decisões públicas e privadas impactam a comunidade.

Segundo Farias e Carvalho (2006), é desejável em um estudo com perspectiva CTSA estimular o estudo das ciências junto com a responsabilidade crítica, o desenvolvimento de atitudes democráticas e com importância social que dizem respeito a inovações e intervenções ambientais. Assim, acredita-se que esse tipo de atividade pode favorecer o desenvolvimento de habilidades que os auxiliem a viver e conviver melhor em sociedade, ampliando a sua visão de mundo e o olhar crítico para com o qual observam e intervêm em seu entorno.

RISCOS

Ao serem questionados sobre os riscos que a população estaria correndo com o início das atividades mineradoras na cidade, os alunos responderam vários aspectos que têm relação com a população e com a biodiversidade. Muitos alunos

responderam o que já haviam escrito anteriormente, no campo das desvantagens ou das consequências.

Quadro 3. Riscos indicados pelos estudantes participantes.

Estudante	Riscos
A2	“prejudica muitos humanos e a cidade também, eu acredito que pode ter risco do desmatamento em excesso que vai prejudicar não só nós mas também os animais das matas e os impactos prejudicam o ambiente e o ar”
A3	“riscos para a cidade é o desmatamento aumentando o aquecimento global, pode abalar infraestrutura da cidade por conta de caminhões pesados, aumento de congestionamento entre outros o impacto na realidade local e o desmatamento o aumento do aquecimento global e todas as coisas já ditas acima”
A4	“riscos para a cidade, o desmatamento aumentando o aquecimento global, pode abalar infraestrutura da cidade por conta dos caminhões pesados, aumentando congestionamento entre outros impacta a realidade local, pode trazer o aquecimento global e excesso de carros nas vias”
A5	“risco de acabar degradando mais a cidade, fazendo mal a população”
A8	“possíveis conflitos sociais, a poluição, desmatamento da comunidade local, alteração no ecossistema local mudanças na estrutura social e econômica da região e conflitos entre empresa e comunidade”
A9	“risco à saúde humana desde os animais poluição contaminação etc”
A10	“riscos que podem ocorrer do desmatamento aquecimento global, pode abalar também a infraestrutura da cidade por conta dos caminhões, os impostos, na realidade o local. Pode trazer aquecimento global e exceção carros ou trânsito”
A12	”grande quantidade de rejeito contaminado, risco de estourar barragem entre outros. O risco seria de acidentes envolvendo funcionários, rompimento de barragens e impactos no trânsito por maior tráfego de veículos renda para Cidade, desmatamento poluição sonora e do solo.”
A13	“riscos aos trabalhadores e pois não temos um local adequado poluição do solo”

A14	riscos que eu acredito pode ter é o desmatamento em excesso que vai prejudicar não só nossa mas também os animais das matas e os impactos locais e prejudica o ambiente e o ar”
A15	“ocorrer vários acidentes com os operários e demais trabalhadores, um impacto negativo ao meio ambiente a população, iria aumentar conseqüentemente o trânsito, maior renda para a cidade”
A16	“afetar a estabilidade da cidade, conseqüentemente podendo matar várias pessoas independente do local, no pior se não gerar riscos as cidades locais”
A17	“riscos ambientais para a cidade”
A18	“risco de desmoronamento barulho e as demais coisas”
A19	“os riscos o trânsito, e os impactos seria no solo e dependendo a água, pode ocorrer nas ruas ,sujar com o minério e muito dinheiro envolvido para fazer”
A21	“impactos ambientais sociais e econômicos os riscos é acabar degradando mais a cidade, prejudicando só na saúde e população entre outras coisas”
A22	“riscos muitas empresas traria poluição desmatamento aumento de emprego que a cidade é muito não é muito desenvolvida para isso”
A23	“os riscos muitos acidentes de trabalho e desmatamento”
A24	“risco à saúde da população e desmatamento na área que seria instalado. Pode impactar também o aumento de pressão sobre serviços públicos, como saúde transporte mas também altera o custo de vida para os residentes”
A25	“riscos de infraestrutura risco de acidente no trânsito que atualmente aumentará que eventualmente, aumentaria o risco da barragem que contém os rejeitos se romper e acabar gerando mortes poluição. Teremos impactos na poluição sonora causada pelos veículos e também o impacto desmatamento da paisagem e o desgaste do solo”
A27	“riscos à perda de biodiversidade, deslocamento da comunidade local, impactos e alterações no ecossistema local. Mudança na estrutura social e econômica da região possíveis conflitos entre empresa e comunidade”
A30	“risco à saúde da população e esgotamento de recursos naturais nesse processo podem surgir conflitos ambientais desequilibrar na distribuição de vários benefícios perda das áreas verdes e recursos naturais impactar na qualidade de vida da população é essencial um planejamento cuidadoso”
A31	“riscos contínuo, riscos diversos como alterações em consecutivos progressivos e impactos”

A32	“os riscos poluição do ar e da água perda da biodiversidade deslocamento da comunidade local impactos alteração ecossistema local mudanças na estrutura social e econômica da região possíveis conflitos entre a empresa e a comunidade”
-----	--

Fonte: autoria própria.

Dentre as respostas apresentadas pelos estudantes destacamos alguns pontos relevantes:

A5, A20, A4, A3: *Desmatamento, aquecimento global;*

A24: *Aumento da pressão de alguns serviços públicos, como saúde e transporte;*

A12, A25, A23, A13: *Acidentes: no trânsito/ rompimento de barragem/ acidentes de trabalho;*

Os alunos estabeleceram relação direta entre o desmatamento e o que chamaram de aquecimento global, uma observação notavelmente perspicaz que demonstra sua compreensão de como as ações humanas podem contribuir para as mudanças climáticas em escala mundial. Essa percepção revela que eles têm uma consciência ambiental apurada, o que implica uma maior responsabilidade em suas atitudes diárias e uma predisposição para adotar práticas mais sustentáveis. É interessante perceber que estão cientes dos impactos ambientais de suas ações, pois isso pode levá-los a comportamentos mais conscientes e pró ativos no que se refere à preservação do planeta. Segundo Reis (2012), a discussão de questões sociocientíficas desempenha um papel crucial na educação científica dos cidadãos, devido ao seu potencial para criar uma percepção mais realista e humana da atividade científica e para promover habilidades essenciais para uma cidadania ativa e responsável.

Um dos riscos descritos pelos estudantes foi o de aumento da pressão em serviços públicos. Durante as discussões realizadas na sequência didática, os alunos foram questionados sobre a vinda de mais trabalhadores e suas famílias e se acreditavam que a cidade teria infraestrutura para receber essas pessoas. As falas

mais citadas foram a saúde precária, pois a cidade não tem hospitais, apenas uma policlínica para atender a população em sistema de pronto atendimento. Essa preocupação dos estudantes é muito relevante para o contexto social, pois demonstra que têm consciência dos impactos para a cidade e isso indica que a decisão sobre a situação-problema apresentada seria uma decisão importante para a comunidade.

O principal risco levantado pelos alunos participantes foi o acidente do tipo rompimento de barragens, especialmente devido à proximidade da comunidade com a região afetada pela tragédia de Brumadinho-MG, ocorrida em janeiro de 2019. O desastre trouxe à tona a vulnerabilidade da área e despertou um medo real e tangível entre os estudantes e suas famílias. Eles ficaram profundamente preocupados com os riscos de contaminação do solo e das fontes de água locais, bem como com a qualidade da água que é fornecida a toda a população. A lembrança constante desse evento trágico ressalta a importância de medidas preventivas e de monitoramento contínuo para garantir a segurança e a saúde da comunidade.

Além dos riscos associados ao rompimento de barragens, os acidentes de trânsito também foram destacados como uma preocupação do grupo participante. Esse risco é particularmente iminente devido ao aumento do volume de caminhões pesados e veículos que passariam a transitar pela cidade diariamente. As estradas que percorrem a região são frequentemente utilizadas por veículos de grande porte, o que aumentaria a probabilidade de acidentes graves. A infraestrutura rodoviária, muitas vezes inadequada para suportar um tráfego tão intenso, agrava ainda mais essa preocupação.

Os alunos e suas famílias reconhecem que a combinação de um grande número de veículos e a qualidade questionável das estradas representam um risco considerável. Eles entendem que é essencial considerar esses fatores ao planejar e implementar medidas antes de uma empresa minerária se estabelecer na cidade. A conscientização sobre esses perigos é um passo importante para promover um ambiente mais seguro e protegido para todos os moradores da região.

Segundo Reis (2012) desenvolver o ativismo nos estudantes, o senso crítico com o bem-estar dos indivíduos e da sociedade em que vivem, permite que eles

desenvolvem a sensação de poder intervir e participar no progresso da sociedade, o que reduz sentimentos de impotência, falta de controle e frustração diante das propostas científicas e tecnológicas que surgem em um ritmo cada vez mais rápido em seu dia a dia.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pesquisa demonstrou que os estudantes participantes da sequência didática adquiriram um entendimento do espaço ao seu redor, bem como uma maior consciência de sua responsabilidade ambiental. Eles passaram a compreender, naquele contexto investigado, como os processos industriais podem impactar a comunidade como um todo, abrangendo aspectos ambientais, relações sociais e infraestrutura.

Podemos afirmar que houve uma ampliação em seu conhecimento científico e tecnológico relacionado aos processos estudados.

Isso ficou evidenciado na avaliação final da sequência didática, quando os alunos foram convidados a expressar suas opiniões sobre a possível instalação de uma empresa mineradora na cidade respondendo à situação-problema que deu origem à atividade. Eles deveriam considerar todos os pontos positivos antes de se posicionarem a favor ou contra a vinda da mineradora. A maioria dos alunos manifestou uma posição contrária à instalação de empresas desse tipo, destacando várias preocupações, dentre as quais se destacam as questões relacionadas à infraestrutura da cidade. Eles apontaram que a presença de uma empresa mineradora poderia intensificar problemas já existentes, como a sobrecarga das vias públicas e a insuficiência de serviços básicos para atender a demanda crescente.

As preocupações ambientais foram fortemente ressaltadas. Os alunos falaram sobre o risco de contaminação do solo, da água e do ar, recursos que são vitais para a saúde e bem-estar da população. Eles também observaram que em cidades vizinhas, onde a mineração já é uma atividade predominante, esses recursos naturais têm sido severamente prejudicados. Além disso, os alunos expressaram receios sobre o impacto social da mineração na comunidade. Eles apontaram que a chegada de uma grande empresa poderia agravar problemas sociais, como o aumento da criminalidade, por exemplo. Essa preocupação se baseia na observação de que, em outras regiões com forte presença de mineradoras, houve um aumento da população com a chegada de pessoas de outras cidades, o que envolveu o aumento da violência e outros crimes.

Por fim, os alunos reconheceram os possíveis benefícios econômicos que a mineração poderia trazer, como a geração de empregos e o crescimento econômico. No entanto, eles argumentaram que esses benefícios não superam os potenciais danos ambientais e sociais. Para eles, é essencial proteger a comunidade dos impactos ambientais e sociais antes de considerar a implantação de um empreendimento de grande porte como uma mineradora.

No que se refere ao ensino de química através de questões sociocientíficas controversas provou ser uma estratégia interessante. A atenção e a interação dos alunos aumentaram consideravelmente e, até mesmo durante momentos de descontração, os temas discutidos continuavam a ser mencionados. Ao introduzir um tema relativamente próximo do cotidiano dos alunos, conseguimos abordar os conceitos químicos de maneira mais acessível e envolvente. Como resultado, os estudantes demonstraram um interesse maior pelas aulas e participaram ativamente de todas as etapas da sequência didática.

As aulas discursivas, em que a participação dos alunos era fundamental, apresentaram ótimos resultados. A abordagem propiciou que os estudantes se tornassem os protagonistas das discussões, o que se mostrou eficaz, embora algumas intervenções fossem necessárias para manter o foco na discussão científica.

Contudo, a escola onde a pesquisa foi realizada possui uma infraestrutura tecnológica limitada, o que dificulta o uso de alguns recursos tecnológicos e a realização de experimentos laboratoriais com os alunos, por exemplo. Acreditamos que a introdução de um *tour* virtual por empresas mineradoras, utilizando aplicativos ou realidade aumentada, poderia tornar as aulas ainda mais interativas e interessantes. Essa abordagem permitiria aos alunos visualizar alguns processos industriais e assimilar de forma mais rápida e clara os conceitos explicados sobre as reações químicas e o beneficiamento de minérios.

A experiência de ensinar química com base em uma questão sociocientífica demonstrou ser proveitosa, tanto para o engajamento dos alunos quanto para o aprofundamento de seu conhecimento científico. O desenvolvimento da capacidade e do compromisso dos alunos para agir de maneira adequada, responsável e eficaz em questões de interesse social, econômico, ambiental e ético sobre problemas

reais da sociedade e a integração de tecnologia e a adaptação das metodologias de ensino às realidades e interesses dos alunos pôde potencializar ainda mais os resultados observados.

REFERÊNCIAS

- ALVES, E. M. Produção de um recurso audiovisual com enfoque Ciência-Tecnologia-Sociedade como instrumento facilitador do Ensino Experimental de Ciências. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 6, n. 3, p. 100-117, 2010.
- AULER, D. & BAZZO, W. A. Reflexões para a Implementação do movimento CTS no contexto Educacional Brasileiro. **Revista Ciência & Educação**, v. 7, n. 1, p. 1-13, 2001.
- BOGDAN, R. & BIKLEN, S. K. **Investigação qualitativa em Educação: uma introdução à teoria e aos métodos**. Porto: Porto Editora, 1994.
- BOURSCHEID, J. L. W. A convergência da educação ambiental, sustentabilidade, ciência, tecnologia e sociedade (CTS) e ambiente (CTSA) no ensino de ciências. **Revista Thema**, v. 11, n. 1, p. 24–36, 2014.
- BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, 2018.
- BRASIL. Lei Nº 9394: **Lei de diretrizes e bases da educação nacional**. Brasília: Editora do Brasil, 1996.
- CARNEIRO, C. et al. Dez motivos para a inclusão de temas de Geologia na Educação Básica. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 34, p. 553-560, 2004.
- COMPIANI, M. **Geociências e educação ambiental**. Curitiba: Ponto Vital Editora, 2015.
- CONRADO, D. M. NUNES-NETO, N. F & EL-HANI, C. N. Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP) na Educação Científica como Estratégia para Formação do Cidadão Socioambientalmente Responsável. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 14, n. 2, p. 77-87, 2014.

FARIAS, C. R. O. & CARVALHO, W. L. P. Desvelando Relações Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente a partir de um processo Judicial sobre danos ambientais. **Rev. eletrônica Mestr. Educ. Ambient.**, v. 17, p. 316-330, 2006.

FRANÇA, L. G. & SOUZA, C. J. O conhecimento geomorfológico para o Planejamento Municipal: estudo de caso do Município de Juatuba-MG. **Caderno de Geografia**, v. 23, n.40, p. 15-32, 2013.

LANA, Z. M. O. A atividade mineradora em Minas Gerais e em Ouro Preto: Impactos socioambientais e intervenções para a sustentabilidade. **Sociedade e Território**, v. 27, n. 3, p. 45-59, 2015.

LOCATELLI, A; ZOCH, A. N. & AMARAL, L. C. Z. Enfoque CTS no Ensino de Química: Uma pesquisa do “Estado da Arte”. **Ensino de Ciências e Tecnologia em Revista**, v. 5, n. 1, p. 34-47, 2015.

MENDES, M. R. M. & SANTOS, W. L. P. Argumentação em discussões sociocientíficas: estabelecer o contexto, explorar o discurso. In: **Atas do VIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**. Campinas-SP, 2011.

MONTAÑEZ, I. C. M. **Alfabetización Científica Y Tecnológica desde el Enfoque CTSA en Mineros Dedicados a la Explotación Rudimentaria de Piedra Caliza**. Universidad Pedagógica Nacional, Facultad de Ciencia Y Tecnologia, Departamento de Química - BOGOTÁ D.C., Noviembre de 2012.

PELIZZANI, A. et al. Teoria da Aprendizagem Significativa Segundo Ausubel. **Rev. PEC**, v. 2, n. 1, p. 37-42, 2002.

PIRANHA, J. M. & CARNEIRO, C. D. R. O ensino de geologia como instrumento formador de uma cultura de sustentabilidade. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 39, n. 1, p. 129-137, 2009.

REIS, P. Da discussão à ação sociopolítica sobre controvérsias sócio-científicas: uma questão de cidadania. **Ensino de Ciências e Tecnologia em Revista**, v. 3, n. 1., p. 1-10, 2013.

SANTOS, W. L. P.; MORTIMER, E. F. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C-T-S (Ciência – Tecnologia – Sociedade) no contexto da educação brasileira. **Ensaio**, v. 2, n. 2, p. 110-132, 2002.

SANTOS, W. L. S. Educação científica Humanística e uma perspectiva Freiriana. **Alexandria Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, v. 1, n. 1, p. 109-131, 2008.

SECRETARIA DE ESTADO DE EDUCAÇÃO DE MINAS GERAIS (SEE-MG). **Planos de Curso do Currículo Referência de Minas Gerais – 2024**. [S. l.], 2024. Disponível em:
<https://curriculoreferencia.educacao.mg.gov.br/index.php/plano-de-cursos-crmg>. Acesso em: Abr. 2024.

SOTO, P. C.; SANTINON, A. F. e CIRINO, M. M- **Aplicação de uma sequência didática sobre eletroquímica com abordagem CTSA** - Revista Contemporânea, v. 4, n. 5, 2024.

TOLEDO, M. Geociências no Ensino Médio Brasileiro - Análise dos Parâmetros Curriculares Nacionais. **Revista do Instituto de Geociências - USP**, v. 3, p. 31-44, 2005.

ZAGATO, C. F.; SOARES, C. F. e KAWARK, F. da S. A Produção do Sabão Caseiro no Ensino de Química: Uma sequência didática com enfoque CTS/CTSA. **Revista Ifes Ciência**, v. 10, n. 2, p. 01-22, 2024.

ZANON, S. S. T.; PEDROSA, A. T. Interdisciplinaridade e Educação. **Cadernos do Congresso Nacional de Linguística e Filologia**, v. XVIII, n. 7, 2014.

ANEXOS

ANEXO I - TERMO DE ASSENTIMENTO

Você está sendo convidado(a) como voluntário(a) a participar da pesquisa **ENSINO DE QUÍMICA EM PERSPECTIVA CTSA: ESTUDO CRÍTICO DE ATIVIDADES MINERADORAS EM MINAS GERAIS, APLICANDO CONHECIMENTOS DE GEOCIÊNCIAS NO ENSINO MÉDIO.**

Nesta pesquisa pretendemos:

- Aplicar e analisar uma sequência de aulas com caráter investigativo sobre o tema mineração e o ensino de geociências em uma perspectiva Ciência, Tecnologia Sociedade e Ambiente (CTSA) para o ensino médio.
- Apresentar situações-problema envolvendo as atividades mineradoras no Estado de Minas Gerais a partir dessa abordagem, de modo a envolver e motivar no processo de ensino-aprendizagem.
- Compreender fontes naturais de minérios, sobretudo o minério de ferro, os processos químicos envolvidos nessas transformações, avaliando as implicações sociais, econômicas e ambientais decorrentes da extração desse metal e também do seu uso.
- Avaliar o uso de atividades investigativas em sala de aula, de modo a favorecer a tomada de decisão e despertar o interesse e o protagonismo dos estudantes.

Essa pesquisa quer responder a essa pergunta: a abordagem CTSA contribui para a tomada de decisões fundamentada de estudantes do ensino médio, tendo em vista situações-problema relativas à mineração?

Para esta pesquisa adotaremos os seguintes procedimentos:

- Apresentação da situação-problema: “Quais serão os impactos caso uma

mineradora seja instalada em nossa cidade?”, que será trabalhada ao longo de 8 (oito) aulas de Química, abordando conteúdos de diversas áreas do conhecimento;

- Elaboração de textos e cartazes sobre o assunto pelos estudantes, sob supervisão da professora;
- Participação em um grupo focal, que é uma entrevista feita em grupo, com base em um roteiro previamente elaborado pela professora e que tem duração estimada entre 20 e 30 minutos.

Os riscos envolvidos na pesquisa são baixos e consistem no constrangimento que possa vir a ocorrer ao longo das atividades previstas, como durante a elaboração dos textos ou ao longo da entrevista realizada coletivamente (grupo focal). Em caso de qualquer tipo de incidente durante a sua participação na pesquisa ou em decorrência dela, independente da gravidade, será fornecida toda assistência necessária, com acompanhamento direto dos pesquisadores responsáveis. Minimizaremos outros possíveis riscos preservando a identidade dos participantes durante todo o processo de aplicação da sequência didática e no tratamento dos dados obtidos.

A pesquisa contribuirá para entendermos se a abordagem CTSA pode auxiliar os estudantes a construir conhecimentos e tomar decisões fundamentadas sobre a mineração. Além disso, será possível avaliar se essa forma trabalho (sequência de atividades) foi efetiva, considerando os objetivos propostos.

Para participar deste estudo, seu responsável legal deverá autorizar e assinar um termo de consentimento. Você não terá nenhum custo, nem receberá qualquer vantagem financeira. Apesar disso, diante de eventuais danos, identificados e comprovados, decorrentes da pesquisa, você tem assegurado o direito à indenização. Você tem garantida plena liberdade de recusar-se a participar ou seu responsável legal de retirar o consentimento ou interromper sua participação, em qualquer fase da pesquisa, sem necessidade de comunicado prévio. A sua participação é voluntária e a recusa em participar não acarretará qualquer penalidade ou modificação na forma em que você é atendido(a) pelo pesquisador.

Os resultados da pesquisa estarão à sua disposição quando finalizada. Você não será identificado(a) em nenhuma publicação que possa resultar. Seu nome ou o material que indique sua participação não serão liberados sem a permissão de seu responsável legal.

Este termo de assentimento encontra-se impresso em duas vias originais, sendo que uma será arquivada pelo pesquisador responsável, na Universidade Federal de Viçosa – campus Florestal. Rodovia LMG 818, km 06, s/n, Campus Universitário, Florestal - MG, 35690-000 e a outra será fornecida a você.

Os dados e instrumentos utilizados na pesquisa ficarão arquivados com o pesquisador responsável de modo permanente após o término da pesquisa.

Os pesquisadores tratarão a sua identidade com padrões profissionais de sigilo e confidencialidade, atendendo à legislação brasileira, em especial, à Resolução 466/2012 do Conselho Nacional de Saúde, e utilizarão as informações somente para fins acadêmicos e científicos.

Eu, _____,
contato _____, fui informado(a) dos objetivos da pesquisa **ENSINO DE QUÍMICA EM PERSPECTIVA CTSA: ESTUDO CRÍTICO DE ATIVIDADES MINERADORAS EM MINAS GERAIS, APLICANDO CONHECIMENTOS DE GEOCIÊNCIAS NO ENSINO MÉDIO** de maneira clara e detalhada e esclareci minhas dúvidas. Sei que a qualquer momento poderei solicitar novas informações e o meu responsável legal poderá modificar sua decisão sobre minha participação se assim o desejar. Já assinado o termo de consentimento por meu responsável legal, declaro que concordo em participar desta pesquisa. Recebi uma via deste termo de assentimento e me foi dada a oportunidade de ler e esclarecer as minhas dúvidas.

Nome do Pesquisador Responsável: Thiago Mendonça

Endereço: Universidade Federal de Viçosa – campus Florestal. Rodovia LMG 818, km 06, s/n, Campus Universitário, Florestal - MG, 35690-000

Telefone: (31) 3602-1458 / 3612-2710

Email: t.mendonca@ufv.br

Em caso de discordância ou irregularidades sob o aspecto ético desta pesquisa, você poderá consultar:

CEP/UFV – Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos

Universidade Federal de Viçosa. Edifício Arthur Bernardes, piso inferior

Av. PH Rolfs, s/n – Campus Universitário. Cep: 36570-900 Viçosa/MG

Telefone: (31) 3612-2316 Email: cep@ufv.br / www.cep.ufv.br

Viçosa, _____ de _____ de 20__.

Assinatura do Participante

Assinatura do Pesquisador

ANEXO II - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

O(A) participante _____, sob sua responsabilidade, está sendo convidado(a) como voluntário(a) a participar da pesquisa **ENSINO DE QUÍMICA EM PERSPECTIVA CTSA: ESTUDO CRÍTICO DE ATIVIDADES MINERADORAS EM MINAS GERAIS, APLICANDO CONHECIMENTOS DE GEOCIÊNCIAS NO ENSINO MÉDIO.**

Nesta pesquisa pretendemos:

- Aplicar e analisar uma sequência de aulas com caráter investigativo sobre o tema mineração e o ensino de geociências em uma perspectiva Ciência, Tecnologia Sociedade e Ambiente (CTSA) para o ensino médio.
- Apresentar situações-problema envolvendo as atividades mineradoras no Estado de Minas Gerais a partir dessa abordagem, de modo a envolver e motivar no processo de ensino-aprendizagem.
- Compreender fontes naturais de minérios, sobretudo o minério de ferro, os processos químicos envolvidos nessas transformações, avaliando as implicações sociais, econômicas e ambientais decorrentes da extração desse metal e também do seu uso.
- Avaliar o uso de atividades investigativas em sala de aula, de modo a favorecer a tomada de decisão e despertar o interesse e o protagonismo dos estudantes.

Essa pesquisa quer responder a essa pergunta: **a abordagem CTSA contribui para a tomada de decisões fundamentada de estudantes do ensino médio, tendo em vista situações-problema relativas à mineração?**

Para esta pesquisa adotaremos os seguintes procedimentos:

- Apresentação da situação-problema: *“Quais serão os impactos caso uma mineradora seja instalada em nossa cidade?”*, que será trabalhada ao longo de 8 (oito) aulas de Química, abordando conteúdos de diversas áreas do conhecimento;

- Elaboração de textos e cartazes sobre o assunto pelos estudantes, sob supervisão da professora;
- Participação em um grupo focal, que é uma entrevista feita em grupo, com base em um roteiro previamente elaborado pela professora e que tem duração estimada entre 20 e 30 minutos.

Os riscos envolvidos na pesquisa são baixos e consistem no constrangimento que possa vir a ocorrer ao longo das atividades previstas, como durante a elaboração dos textos ou ao longo da entrevista realizada coletivamente (grupo focal). Em caso de qualquer tipo de incidente durante a sua participação na pesquisa ou em decorrência dela, independente da gravidade, será fornecida toda assistência necessária, com acompanhamento direto dos pesquisadores responsáveis. Minimizaremos outros possíveis riscos preservando a identidade dos participantes durante todo o processo de aplicação da sequência didática e no tratamento dos dados obtidos.

A pesquisa contribuirá para entendermos se a abordagem CTSA pode auxiliar os estudantes a construir conhecimentos e tomar decisões fundamentadas sobre a mineração. Além disso, será possível avaliar se essa forma trabalho (sequência de atividades) foi efetiva, considerando os objetivos propostos.

Para participar deste estudo, o voluntário sob sua responsabilidade, não terá nenhum custo, nem receberá qualquer vantagem financeira. Apesar disso, diante de eventuais danos, identificados e comprovados, decorrentes da pesquisa, ele tem assegurado o direito à indenização. O(A) participante tem garantida plena liberdade de recusar-se a participar ou o(a) Sr.(a) de retirar seu consentimento e interromper a participação do voluntário sob sua responsabilidade, em qualquer fase da pesquisa, sem necessidade de comunicado prévio. A participação dele(a) é voluntária e a recusa em participar não acarretará qualquer penalidade ou modificação na forma em que é atendido(a) pelo pesquisador. Os resultados da pesquisa estarão à sua disposição e do participante quando finalizada. O(A) participante não será identificado(a) em nenhuma publicação que possa resultar. O nome ou o material que indique a participação do voluntário não serão liberados sem a sua permissão.

Este termo de consentimento encontra-se impresso em duas vias originais,

sendo que uma será arquivada pelo pesquisador responsável, na Universidade Federal de Viçosa – Campus Florestal. Rodovia LMG 818, km 06, s/n, Campus Universitário, Florestal - MG, 35690-000 e a outra será fornecida ao Sr.(a).

Os dados e instrumentos utilizados na pesquisa ficarão arquivados com o pesquisador responsável de modo permanente após o término da pesquisa. Os pesquisadores tratarão a identidade do participante com padrões profissionais de sigilo e confidencialidade, atendendo à legislação brasileira, em especial, à Resolução 466/2012 do Conselho Nacional de Saúde, e utilizarão as informações somente para fins acadêmicos e científicos.

Eu, _____, contato _____, responsável pelo participante _____, autorizo sua participação e declaro que fui informado(a) dos objetivos da pesquisa **ENSINO DE QUÍMICA EM PERSPECTIVA CTSA: ESTUDO CRÍTICO DE ATIVIDADES MINERADORAS EM MINAS GERAIS, APLICANDO CONHECIMENTOS DE GEOCIÊNCIAS NO ENSINO MÉDIO** de maneira clara e detalhada e esclareci minhas dúvidas. Sei que a qualquer momento poderei solicitar novas informações e modificar minha decisão se assim o desejar. Recebi uma via original deste termo de consentimento livre e esclarecido e me foi dada a oportunidade de ler e esclarecer minhas dúvidas.

Nome do Pesquisador Responsável: Thiago Mendonça

Endereço: Universidade Federal de Viçosa – *campus* Florestal. Rodovia LMG 818, km 06, s/n, Campus Universitário, Florestal - MG, 35690-000

Telefone: (31) 3602-1458/ 3612-2710

Email: t.mendonca@ufv.br

Em caso de discordância ou irregularidades sob o aspecto ético desta pesquisa, você poderá consultar:

CEP/UFV – Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos

Universidade Federal de Viçosa. Edifício Arthur Bernardes, piso inferior

Av. PH Rolfs, s/n – Campus Universitário. Cep: 36570-900 Viçosa/MG

Telefone: (31) 3612-2316 **E-mail:** cep@ufv.br/ www.cep.ufv.br

Viçosa, _____ de _____ de 20____.

Assinatura do Responsável Legal pelo Participante

Assinatura do Pesquisador

ANEXO III - ATIVIDADE

Com base nas aulas discursivas em sala, temos uma situação problema a qual devemos propor uma solução e avaliar os riscos para a sociedade.

Tema/Situação-Problema : Uma mineradora irá começar as atividades na cidade em 2025.

- 1) Sobre o problema responda: Quais seriam as causas e consequências da mineradora na cidade?

- 2) Cite as vantagens e desvantagens da atividade mineradora na cidade e os impactos ambientais, sociais e econômicos dessa empresa. Na sua opinião, você apoia ou não a vinda de empresas desse ramo para Juatuba?

- 3) Quais riscos você acredita que pode ter nesses processos? Quais são os impactos na realidade local?

ANEXO IV - PRODUTO EDUCACIONAL

Produto Educacional

ENSINO DE QUÍMICA NA PERSPECTIVA CTSA: ESTUDO DE ATIVIDADES MINERADORAS EM MINAS GERAIS

Prof LORENA COUTO DA SILVA ZANINI



Esse é um produto educacional desenvolvido no Programa de Mestrado Profissional em Educação em Ciências e Matemática pela Universidade Federal de Viçosa, elaborado pela Prof Lorena Couto da Silva Zanini.

Essa sequência didática é uma sugestão de como o trabalho a partir da abordagem Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente pode ser realizado, ficando a critério de cada professor que for aplicá-la as adaptações necessárias.



SEQUÊNCIA DIDÁTICA

- Técnicas resolução de problemas
- Exposição situação Problema
- Identificação de rochas e minerais
- Como funciona a mineração
- Impactos associados ao processo produtivo
- Reações Químicas do processo obtenção do ferro
- Avaliação



PARTE 1

- Tema da Aula: Técnicas resolução de problemas e exposição situação Problema
- Tempo da Aula: 50 min
- Objetivo de aprendizagem: Investigar situações-problema e avaliar aplicações do conhecimento científico e tecnológico e suas implicações no mundo
- Materiais Necessários: Projetor, quadro



PLANEJAMENTO

Rotina organizacional para resolução de problemas

- Identificar o Problema: Entender a relação do problema com a realidade, esclarecer pontos confusos ou de dúvidas.
- Definir o problema: Descrever os fenômenos que precisam de ser entendidos e explicados, para definir que tipo de ação tomar
- Brainstorming: analisar se existe algum conhecimento prévio que conseguiria te ajudar a resolver esse problema
- Detalhar explicações: Construir hipóteses que explicam o problema, levantando informações que precisam de estudo
- Propor Temas de aprendizagem: Definir o que precisa ser estudado, meios e recursos necessários
- Busca de informações: Estudar conteúdos relacionados ao problema
- Avaliação: Compartilhar suas conclusões para o grupo e organizar os conhecimentos e avançar na solução do problema.



CONRADO, D. M. NUNES-NETO, N. F & EL-HANI, 2014.



SITUAÇÃO PROBLEMA

“Uma empresa de minério de ferro está vindo para a cidade no próximo ano e iniciará suas atividades no próximo ano”.

- De que maneira isso é feito?
- Quais são os efeitos dessas mudanças no meio ambiente?
- Que tipo de minerais existem na região?
- Quais são os pontos negativos e positivos?



PARTE 2

- Tema da Aula: Identificação de rochas e minerais
- Tempo da Aula: 50 min
- Objetivo de aprendizagem: Analisar fenômenos naturais, conhecer rochas e entender a origem dos materiais.
- Materiais Necessários: Projetor, quadro



Dica: Existem jogos conhecidos pelos alunos que facilitam a assimilação com o conteúdo.

TIPOS DE ROCHAS



ROCHAS ÍGNEAS

São formadas pelo resfriamento e solidificação do magma pastoso. O magma que existe no interior da terra é expelido pelas erupções vulcânicas.
Ex: Granito, Basalto e Diorito



ROCHAS SEDIMENTARES

Resultam da deposição de detritos de outras rochas ou de matérias orgânicas em depressões do relevo terrestre. A ação das chuvas, dos ventos, dos rios, mares e geleiras sobre o relevo, desgasta as rochas da superfície terrestre.
Ex: Arenito, Argila e Carvão Mineral

TIPOS DE ROCHAS



ROCHAS METAMÓRFICAS

Têm sua origem na transformação de outras rochas (magmáticas e sedimentares), quando submetidas a certas condições de umidade, calor e pressão no interior da Terra.
Ex: Mármore Quartzito e Gnaisse.



MINERAIS

São substâncias sólidas, naturais, inorgânicas, que possuem um arranjo interno (cristalização) caracterizados por propriedades físicas e químicas determinadas que ao longo dos anos foram formadas pela intervenção da natureza dentre temperatura, calor e pressão.

MINERAIS



METÁLICOS

Apresentam em sua composição elementos com características físico-química dos metais, por exemplo, o ferro, cobre, alumínio, dentre outros.



NÃO METÁLICOS

Composto por minérios que não contém em sua composição propriedades dos metais, por exemplo, a areia, o calcário, dentre outros.

MODIFICAÇÕES AMBIENTAIS

Como os humanos modificam o ambiente



MINERAÇÃO

O processo pelo qual minerais e minérios preciosos são extraídos da Terra.



URBANIZAÇÃO

Crescimento de cidades e outras comunidades humanas.

MINERAIS FÓSSEIS



Chamados recursos energéticos fósseis, esses minérios são compostos por elementos de origem orgânica, por exemplo, o petróleo, gás natural, óleos minerais, carvões, resinas, asfaltos e betumes.

VOCÊ SABIA?



SUA CASA VEM DA MINERAÇÃO

- | | | |
|--------------|--------------|---------------------------|
| 1. TIJOLO | 6. VIDRO | 11. PINTURA (TINTA) |
| 2. FIAÇÃO | 7. LOUÇA | 12. CAIXA D'ÁGUA |
| 3. LÂMPADA | 8. AZULEJO | 13. CALHA |
| 4. FUNDACÕES | 9. PISO | 14. TELHADO |
| 5. TANQUE | 10. ISOLANTE | 15. LAJE ...E MUITO MAIS! |

PARTE 3

- Tema da Aula: Como funciona a mineração e Impactos associados ao processo produtivo
- Tempo da Aula: 50 min
- Objetivo de aprendizagem: Analisar o processo produtivo do ferro e as seus impactos
- Materiais Necessários: Projetor, quadro



Apresente aos alunos o processo produtivo mais perto, por vídeos e imagens.



Tour virtual por uma mineradora do estado de Minas Gerais.

EXPLORAÇÃO MINERAL

A atividade mineradora e o garimpo promovem impactos diretos na natureza, levando a deterioração do ambiente. Tanto o garimpo quanto a mineração extraem recursos que se encontram no solo ou no subsolo, de onde são retirados diversos tipos de minérios (ouro, prata, minério de ferro, estanho, bauxita e muitos outros).



IMPACTOS AMBIENTAIS



MUDANÇA DE ECOSSISTEMA

Remoção da vegetação em todas as áreas de extração;
Contaminação dos solos por elementos tóxicos;
Poluição dos recursos hídricos (superficiais e subterrâneos) pelos produtos químicos utilizados na extração de minérios



ESPÉCIES AMEAÇADAS

Sedimentação e poluição de rios pelo descarte indevido do material produzido não aproveitado (rochas, minerais e equipamentos danificados)

Evasão forçada de animais silvestres previamente existentes na área de extração mineral;

MODIFICAÇÕES AMBIENTAIS



POLUIÇÃO

Poluição sonora gerada em ambientes e cidades localizados no entorno das instalações

Contaminação de águas superficiais (doce e salgada) pelo vazamento direto dos minerais extraídos ou seus componentes, tais como o petróleo



URBANIZAÇÃO

Crescimento de cidades e outras comunidades humanas.
Indução de novas atividades econômicas na cadeia produtiva e no entorno do empreendimento minerador.

IMPACTOS SOCIAIS

- Geração de emprego e renda, desenvolvimento sustentável regional.
- Oferta de minerais essenciais para indústria e necessidades nacionais.



MINERAÇÃO NO BRASIL

Hoje, a mineração é responsável por cerca de cinco por cento do PIB do Brasil e emprega mais de dois milhões de pessoas em todo o país.

Atualmente, o Brasil é o maior produtor mundial de nióbio, um componente chave na produção de aço, e também produz quantidades significativas de minério de ferro, manganês, bauxita, alumínio e outros minerais.

O país tem recursos minerais abundantes, incluindo minério de ferro, bauxita, manganês e ouro. No entanto, ocupa apenas a 15ª posição no mundo em termos de valor de produção — uma posição relativamente baixa devido ao seu grande tamanho e população.



MINERAÇÃO EM MINAS GERAIS

O nome do Estado de Minas Gerais reflete a relevância da mineração em sua economia, que remonta ao período colonial. A tradição da mineração abrange mais de três séculos da história do estado, começando com a descoberta do ouro de aluvião no final do século XVII.

Estado extrai mais de 300 milhões de toneladas de minério de ferro por ano e responde por cerca de um terço de toda a produção mineral do país, por 40% da produção de minerais metálicos e por aproximadamente 50% de todo o ouro produzido no Brasil. Minas Gerais é o maior produtor do país de zinco, ouro, fosfato, grafita, lítio e calcário, além de ser responsável pela extração de 75% de todo o nióbio do mundo.



Distrito Escolar Puyallup, Geografia humana, Puyallup School District, 2015, www.oercommons.org/courseware/lesson/16294.

PARTE 4

- Tema da Aula: Reações Químicas do processo obtenção do ferro
- Tempo da Aula: 1h e 40 min
- Objetivo de aprendizagem: Analisar o processo produtivo do ferro e as seus impactos
- Materiais Necessários: Projetor, quadro



Esse momento é indicado a avaliação dos alunos, em grupo ou individual pensando no aprendizado da sequência didática.

OBTENÇÃO DO FERRO

É extraído da natureza em forma de minério de ferro e passa por um beneficiamento mineral que refere a transformação do mineral bruto em uma matéria-prima que atende as demandas da indústria.

FLOTAÇÃO

Usa-se produtos que tendem a manipular a superfície da partícula, o que a torna hidrofóbica ou hidrofílica, fazendo com esta flutue ou afunde.

Os produtos mais utilizados são:

xantatos, tiofosfato, tiocarbamatos e outros em sua forma pura, bem como soluções e misturas.

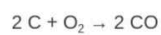
SEPARAÇÃO MAGNÉTICA

Utiliza-se da suscetibilidade magnética dos materiais para fazer a separação, é usado um ímã ou eletroímã no processo.



OBTENÇÃO DO FERRO

Reações de obtenção do ferro dentro das empresas de siderurgia para a obtenção de ferro Gusa



REFLITA SOBRE ISTO

Qual sua opinião sobre a vinda da empresa mineradora para a cidade?



REFERÊNCIAS

- CONRADO, D. M. NUNES-NETO, N. F & EL-HANI, C. N. Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP) na Educação Científica como Estratégia para Formação do Cidadão Socioambientalmente Responsável. Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, v. 14, n. 2, p. 77-87, 2014.
- DRUMOND, B. - Beneficiamento de minerais - 20/12/2022 Disponível em: <https://adequada.eng.br/beneficiamento-mineral/> Acessado em: 05/2024

