

UMA UNIDADE DE ENSINO COM A TEMÁTICA MINERAÇÃO EM UMA ABORDAGEM CTS

Aline da Silva Muniz Cardoso  0009-0003-1932-7205

Dra. Silvete Coradi Guerini  0000-0001-5143-9302

Dra. Maria Consuelo Alves Lima  0000-0002-2514-9069

Universidade Federal do Maranhão

RESUMO: Atividades de mineração, espalhadas por várias regiões do país, fazem parte do cotidiano de muitos brasileiros. Nessas regiões, quando conhecimentos relativos à mineração são desenvolvidos em sala de aula, espera-se uma maior aprendizagem de conceitos científicos facilitada pelas relações dos conceitos estudados com vivências cotidianas dos alunos. Este estudo apresenta resultado da aplicação de uma Unidade Didática de Ensino (UDE) elaborada com a temática mineração na perspectiva da abordagem Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS). O estudo teve como objetivo promover o pensamento crítico dos alunos, mediante situações do cotidiano, e promover a aprendizagem de conceitos químicos presentes em atividades de mineração. A UDE foi organizada e pautada pelo instrumento metodológico proposto por Silva e Marcondes (2015). Os resultados mostram que, inicialmente, a maior parte dos alunos desconhecia a utilidade e os impactos de atividades de mineração no seu cotidiano. Posteriormente, transcorridas as atividades da UDE, tendo em vista a formação cidadã, observaram-se progressos na aprendizagem dos alunos, como a associação da mineração a conhecimentos científicos e o reconhecimento de possíveis benefícios e malefícios, resultantes de atividades e mineração, para a população local.

PALAVRAS-CHAVE: Ensino de Química; Unidade de Ensino; Educação de Jovens e Adultos.

A TEACHING UNIT WITH THEME OF MINING IN A STS APPROACH

ABSTRACT: Mining activities, spread across various regions of country, are part of daily lives of many Brazilians. In these regions, when knowledge related to mining is developed in the classroom, greater learning of scientific concepts is expected, facilitated by the relationships between concepts studied and the students' daily experiences. This study presents results of the application of a Didactic Teaching Unit (DTU) developed with the mining theme from the perspective of the Science, Technology and Society (STS) approach. The study aimed to promote students' critical thinking, through everyday situations, and promote the learning of chemical concepts present in mining activities. The DTU was organized and guided by the methodological instrument proposed by Silva and Marcondes (2015). The results show that, initially, most students were unaware of the usefulness and impacts of mining activities in their daily lives. Subsequently, after the DTU activities, with a view to citizenship training, progress was observed in student learning, such as association of mining with scientific knowledge and the recognition of possible benefits and harms resulting from activities and mining for local population.

KEYWORDS: Chemistry Teaching; Teaching Unit; Youth and Adult Education.



1 INTRODUÇÃO

A química é comumente considerada uma disciplina complexa, por se utilizar de linguagem, conceitos e fórmulas próprias, e exigir um alto grau de abstração para ser compreendida. Na perspectiva de minimizar as dificuldades no processo de ensino e de aprendizagem da ciência química, desenvolver temas que estejam inseridos no contexto dos alunos se mostra uma estratégia eficaz para o ensino e a aprendizagem de conteúdos de química. A interação ativa dos alunos com o ambiente em que vivem, os faz entender como parte de um mundo no qual eles são atores e corresponsáveis, o que possibilita a assimilação de conteúdos, ao se reconhecem como sujeitos ativos na realidade em que estão inseridos (Santos; Mortimer, 1999).

No ensino das ciências da natureza, também, é importante reconhecer o protagonismo do aluno no processo de aprendizagem, de modo a conduzi-lo a compreender as relações sociais, políticas, econômicas e ambientais envolvidas nos diversos conteúdos científicos, como previsto nas características da abordagem Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS). Nessa perspectiva, as questões pertinentes a realidade dos alunos, quando problematizadas a partir de seus conhecimentos prévios, poderão refletir sobre soluções e também desenvolver habilidades para a tomada de decisão. Esses fatores podem promover o interesse do discente na construção de uma imagem mais realista do seu cotidiano e na compreensão contextualizada do conhecimento científico (Santos; Schnetzler, 2010).

Uma atividade muito presente no cotidiano dos brasileiros, nas diferentes regiões do país é a exploração de minérios. Do ponto vista da educação CTS, é possível viabilizar o desenvolvimento de práticas que proporcionem aos estudantes conhecimentos sobre os produtos dessa atividade, sobre prejuízos e desastres socioambientais que essa atividade pode trazer para as regiões mineradoras.

Na perspectiva de a escola contribuir para a formação da cidadania em regiões mineradoras, surgiu o questionamento: quais aspectos teóricos e metodológicos



podem contribuir para as aulas de Química formar cidadão que possa se posicionar e tomar decisão sobre o desenvolvimento de uma região mineradora, contemplando, necessariamente, a valorização humana? Na tentativa de encontrar respostas para esta questão, elaborou-se uma Unidade Didática de Ensino (UDE) que, posteriormente, foi aplicada com alunos do Ensino Médio.

Elaborada com a temática mineração, a UDE foi desenvolvida na perspectiva da abordagem CTS em uma escola pública do município de Turiaçu, uma região mineradora, no estado do Maranhão - Brasil, na expectativa de contribuir com a formação cidadã e emancipatória de estudantes moradores da região.

2 A TEMÁTICA MINERAÇÃO EM UMA ABORDAGEM CTS

A mineração é um processo de extração de minerais comum em diversas regiões do país e é responsável pela economia e geração de emprego em vários povoados e cidades brasileiras. Entretanto, no território brasileiro, essa atividade é executada por multinacionais que representam grandes economias mundiais, em que a ganância por vultuosos lucros sobrepõe aos direitos humanos básicos, como o acesso a água e ao território, bens comuns naturais que são transformados em *commodities*¹ pelas empresas mineradoras. Essas empresas, a exemplo da Vale S. A. e da BHP Billiton, são responsáveis pelos maiores desastres tecnológicos no território brasileiro, resultado de rompimento de barragens de minério de ferro. O rompimento das barragens de rejeitos de mineradoras no município de Mariana (MG), em 2015, e no município de Brumadinho (MG), em 2019, foram responsáveis pela perda da vida de centenas de pessoas (Cardoso; Rodrigues, 2022).

1 Commodity (commodities, pl.) – representa a matéria-prima em estado bruto ou qualquer produto primário mineral ou vegetal, produzidos em larga escala, geralmente destinados ao comércio externo e cujo preço é regulado pela relação entre oferta e procura (Dicionário Aulete Digital)



A mineração no território brasileiros requer vigilância da população, considerando as centenas de vidas ceifadas, vítimas da negligência de atividades de exploração de minerais no país, por empresas que mesmo sendo responsabilizadas não são punidas devidamente pelos órgãos públicos. Em muitos casos, como no rompimento das barragens em Mariana e em Brumadinho, depois de serem os responsáveis pelas maiores catástrofes tecnológicas no território brasileiro, essas empresas responsabilizadas triplicaram seus lucros em poucos anos, fortaleceram seus interesses na região e aumentaram o controle territorial para apropriação das áreas abrangidas pelos desastres, o que é interpretado por alguns pesquisadores como uma forma de “grilagem oculta de terras” (Laschefski, 2020).

Na perspectiva de se fazer compreender as relações sociais, políticas, econômicas e ambientais presentes nas regiões mineradoras, pode-se valer da educação em uma abordagem CTS, que tem como característica contextualizar conhecimentos científicos e tecnológicos com experiências sociais cotidianas dos estudantes e promover discussão sobre implicações sociais e éticas quanto ao uso da ciência e da tecnologia (Oliveira; Lima, 2022). Essa abordagem pode trazer importantes colaborações para a aprendizagem de alunos, considerando a relação direta da mineração com o avanço da Ciência e da Tecnologia, desde o simples uso diário de produtos químicos a problemáticas que interferem na qualidade de vida da população.

Para Von Linsingen (2007), a educação numa perspectiva CTS possibilita que a formação social seja inclusiva no sentido de que as pessoas tenham condições de participar dos processos de tomadas de decisões conscientes referentes a assuntos que envolvam ciência e tecnologia. Nesse sentido, trabalhar em sala de aula em uma temática que faça parte do cotidiano de uma sociedade, como é caso da mineração, significa promover reflexões e debates referentes à exploração e ao uso desses recursos, sendo possível também dar destaque aos desastres ambientais que por muitas vezes estão diretamente ligados a essa atividade. Ao se fazer articulação entre



conhecimentos teóricos e práticas sociais, em sala de aula, fomenta-se a educação científica e a visão crítica dos estudantes, favorece o entendimento e a autonomia dos educandos mediante questões sobre o assunto apresentado.

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC), relativa à área das ciências da natureza, respalda os pressupostos CTS para o Ensino Médio com, ao afirmar:

Na Educação Básica, a área de Ciências da Natureza deve contribuir com a construção de uma base de **conhecimentos contextualizada**, que **prepare os estudantes para fazer julgamentos**, tomar iniciativas, elaborar argumentos e apresentar proposições alternativas, bem como fazer **uso criterioso de diversas tecnologias**. O desenvolvimento dessas práticas e a interação com as demais áreas do conhecimento favorecem **discussões sobre as implicações éticas, socioculturais, políticas e econômicas de temas relacionados às Ciências da Natureza** (Brasil, 2018, p. 537, grifo nosso).

Os marcadores “conhecimento contextualizado”, “prepare os estudantes para fazer julgamento”, “uso criterioso de diversas tecnologias” e “discussões sobre as implicações éticas, socioculturais, políticas e econômicas de temas relacionados às Ciências da Natureza” são princípios próprios da abordagem CTS.

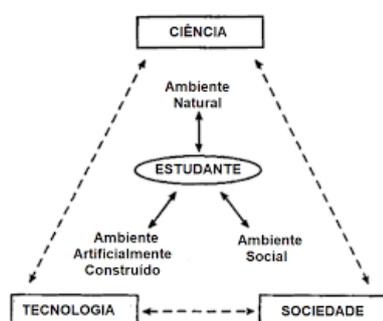
Os princípios CTS podem ser identificados também das Diretrizes Curriculares Nacionais (DCN's), quando expressam a necessidade de se buscar uma educação para a “compreensão das relações sociais e produtivas, que articule trabalho, ciência, tecnologia e cultura na perspectiva da emancipação humana” (Brasil, 2013, p. 170).

Embora os documentos oficiais da educação incentivem o desenvolvimento de um ensino que destaque problemas sociais que estabeleça uma ligação com os conhecimentos científicos, para proporcionar uma educação humanística e cidadã, preocupada com problemas e complexidades sociais diversas, dificilmente esse ensino é posto em prática. A exploração de minérios, por exemplo, que é um assunto de grande relevância, urgência e presente no cotidiano de uma grande população, mas dificilmente a mineração é abordado na escola para os alunos de nível fundamental e médio (Souza; Valadares, 2022).



A necessidade de metodologias e incentivos para que a mineração seja inserida no planejamento docente encontra, na abordagem CTS, com base nas três dimensões de Aikenhead (1994), a possibilidade de colocar o aluno como protagonista no processo de ensino e aprendizagem. Essas dimensões estão associadas ao acrônimo CTS, como podem ser observadas no diagrama mostrado na Figura 1.

Figura 1: Três dimensões básicas do ensino pela abordagem CTS



Fonte: Aikenhead (1994). Tradução das autoras (2023).

O esquema evidencia o caráter interativo dos conceitos de ciência, tecnologia e sociedade e como os três se relacionam no sentido de gerar conhecimento ao estudante. Nessa concepção, a ciência é incorporada ao contexto do aluno, no intuito de dar sentido as suas experiências cotidianas.

A temática mineração pode ser desenvolvida por meio da abordagem CTS, sendo sobretudo fundamental ao se considerar municípios (localidades) onde a extração de minérios é uma atividade que faz parte da realidade de seus habitantes. O envolvimento dos alunos, com os conteúdos discutidos em sala de aula pode levá-los se sentirem estimulados a compreender fatos científicos e tecnológicos que fazem parte do dia a dia deles e que impactam diretamente em suas vidas (Santos; Mortimer, 1999).



3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Este trabalho tem abordagem qualitativa por ser fortemente descritivo e orientado pelo significado que as pessoas dão aos fenômenos, visto que tem como objetivo descrever informações oriundas de um processo de aprendizagem analisado por meio da aplicação de uma unidade de ensino (Gil, 2011).

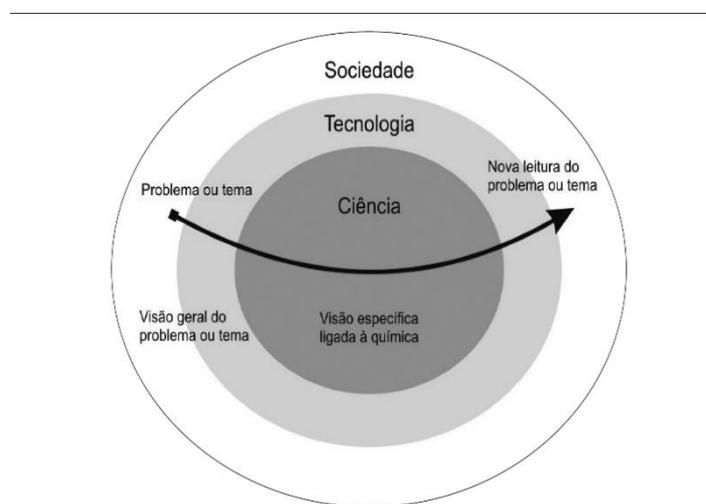
Durante o estudo foi elaborada uma unidade didática de ensino (UDE) - caracterizada como uma forma de o professor organizar e descrever as etapas das atividades a serem desenvolvidas em sala de aula - e aplicada em uma escola pública de Ensino Médio da rede estadual do Maranhão. Os sujeitos da pesquisa foram 20 alunos da primeira etapa da Educação de Jovens e Adultos (EJA), no turno noturno, no ano de 2023. O Ensino Médio da EJA constitui-se de duas etapas: o primeiro e do segundo ano constituem-se a Etapa I, enquanto o terceiro ano do Ensino Médio constitui a Etapa II. Na análise das atividades desenvolvidas, os respondentes ao questionário tiveram suas respostas identificadas por A1, A2, A3... A20, para que as identidades dos participantes da pesquisa fossem mantidas em sigilo. Um Termo de Consentimento Livre Esclarecido que foi assinado pelos estudantes, que receberam uma cópia desse Termo assinada da responsável pela pesquisa. Em todo o desenvolvimento do estudo, os protocolos de ética em relação às pesquisas que envolvem seres humanos foram devidamente seguidos.

Para a elaboração da UDE deste estudo, utilizou-se do instrumento proposto por Silva e Marcondes (2015), que trata da organização de uma UDE em Ciências/Química, com destaque no enfoque CTS, constituída de quatro etapas: 1. Situação-problema ou tema, que representa o momento inicial da unidade didática e onde ocorre a apresentação de uma problematização sobre o tema a ser trabalhado; 2. Visão geral do problema ou tema, etapa na qual são apresentadas informações sobre o tema ou problema abordado e suas relações com aspectos; 3. Conhecimento



específico da Química, parte onde o professor deve indicar e relacionar conhecimento da química tratados na unidade; 4. Nova leitura do tema ou problema, que é quando, na unidade didática, retoma-se alguma discussão sobre o tema ou problema para apresentar uma nova situação sobre ele, com o intuito de ampliar os conhecimentos dos estudantes em relação à temática (Silva; Marcondes, 2015). A Figura 2 mostra uma representação esquemática dessas etapas.

Figura 2: Esquema da organização de uma unidade didática de ensino, com abordagem CTS



Fonte: Silva e Marcondes (2015).

Segundo as indicações feitas para o uso do instrumento didático, as atividades devem ser iniciadas com a apresentação de uma situação problema referente a temática escolhida para ser trabalhada em sala de aula. Esse momento representa o primeiro contato dos alunos com o tema a ser abordado ao longo da UDE. Também é importante, no percurso do trabalho, fazer uma apresentação geral do problema, o que permite a análise de informações para entendimento do problema apresentado. Essa noção ampla do problema pode ser apresentada por meio de textos, vídeos informativos ou outros recursos que possam trazer informações técnicas e termos científicos. Na segunda etapa da UDE, há o momento para aprofundamento nos



conhecimentos científicos específicos que estejam envolvidos com a temática escolhida pelo professor. Realizadas todas as etapas, faz-se necessário uma nova leitura do problema, pela qual devem ser apresentadas novas situações-problemas para que os estudantes, como base nos conhecimentos adquiridos durante o desenvolvimento das atividades, possam buscar resolvê-las.

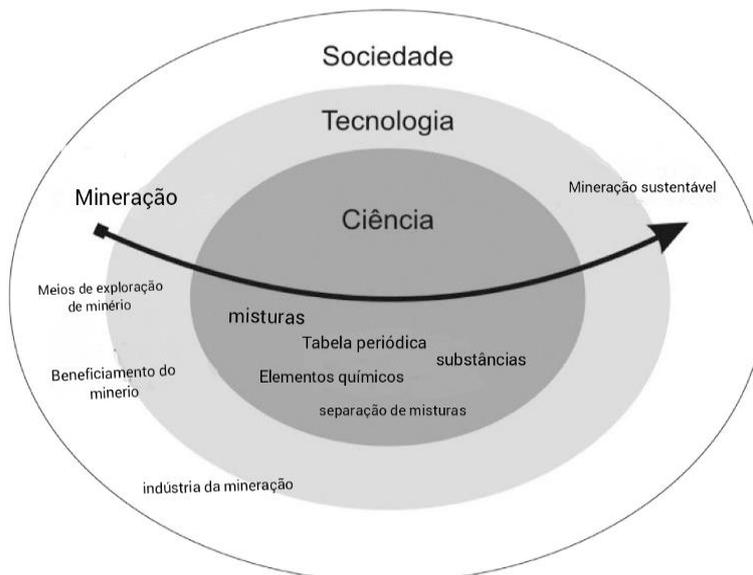
Tendo por base o instrumento apresentado, a UDE elaborada com a temática mineração é descrita a seguir.

4 A UNIDADE DE ENSINO COM ATEMÁTICA MINERAÇÃO

A proposta deste trabalho, com o tema mineração, traz para sua organização o instrumento proposto por Silva e Marcondes (2015), específico para propostas com abordagem em Ciência, Tecnologia e Sociedade. A estruturada da UDE, constitui-se em quatro etapas, com atividades que vão desde a apresentação de uma situação-problema a releitura do problema. As ações abarcam proposições de uma prática pedagógica no ensino de ciências com perspectiva CTS. Um esquema representativo de cada etapa da UDE é mostrado na Figura 3.



Figura 3: Representação esquemática das etapas de uma unidade didática de Ensino, na perspectiva CTS, com temática mineração



Fonte: Adaptado de Silva e Marcondes (2015).

Na primeira etapa, o tema mineração foi apresentado aos alunos em forma de problematização. Na segunda etapa, foram feitas: explicações sobre o tema, com base técnica e científica; apresentação de vídeos; leituras de textos; e outros meios para os estudantes se aprofundem sobre o assunto em pauta. Na terceira etapa, foram discutidas questões conceituais que ligam a mineração aos conhecimentos químicos. Na última etapa é feita uma releitura do problema inicial com o propósito de possibilitar aos alunos desenvolverem habilidades para discutir e analisar, de forma crítica, a exploração dos minérios com um olhar para os direitos humanos fundamentais.

As quatro etapas da UDE que fazem referências ao conjunto de conhecimentos da abordagem CTS. O Quadro 1 descreve uma síntese de cada etapa associada a uma de suas dimensões, com as correspondentes características e atividades.

Quadro 1: Descrição das etapas e características das atividades da UDE

| Etapas | Dimensão CTS | Características e Atividades |
|--------|--------------|------------------------------|
|--------|--------------|------------------------------|



| | | |
|-----------|---------------------------------|---|
| Etapa I | Sociedade | <ul style="list-style-type: none"> - Apresentação do tema por meio de problematização, mostrando como a atividade de mineração impacta na vida dos moradores da localidade em que ela é realizada. - Exibição do documentário “Mineração abre cratera e cria 'bairros fantasmas' em região de Minas”. |
| Etapa II | Tecnologia | <ul style="list-style-type: none"> - Análises sobre o tratamento do minério; processos de exploração e beneficiamento; Descrições sobre a indústria da mineração, seus produtos e subprodutos. - Exposição (pelos alunos) de utensílios produzidos a partir de substâncias exploradas na atividade de mineração |
| Etapa III | Ciência | <ul style="list-style-type: none"> - Aprendizagem sobre conhecimentos químicos relacionado à mineração: elementos químicos; tabela periódica, substâncias e misturas; processos de separação de misturas. - Exposição de tabela periódica para identificar e relacionar elementos químicos presentes na mineração |
| Etapa IV | Ciência, Sociedade e Tecnologia | <ul style="list-style-type: none"> - Releitura do problema inicial com o propósito de possibilitar aos alunos desenvolverem habilidades para discutir e analisar de forma crítica sobre a exploração dos minérios com um olhar para os direitos humanos fundamentais. - Discussão sobre prováveis soluções para os impactos negativos da exploração de minério. |

Fonte: Elaborado pelas autoras (2023).

As três primeiras etapas da UDE, associa as dimensões de conhecimento da abordagem CTS, são etapas que representam a compreensão da proposta:

Etapa I – Indicam proposições referentes à mineração e sua relação com a sociedade. Neste momento, as situações-problemas foram apresentadas afim de envolver o aluno com sua realidade local e ou para que ele possa compreender fenômenos referentes à temática e pensar de forma crítica sobre ela. Conforme Berbel (1998), a problematização configura-se como um instrumento que possibilita a aplicação e transformação do real de maneira didática. A autora considera a atividade de problematização essencial para aguçar o espírito investigativo dos estudantes, visto que na busca por possíveis explicações e soluções “os alunos se organizam tecnicamente para buscar as informações que necessitam sobre o problema, onde quer que elas se encontrem, dentro de cada ponto - chave já definido” (Berbel, 1998, p. 146).

Etapa II – Faz-se referência à abordagem tecnológica da UDE. Foram ressaltadas atividades para que o aluno reconheça processos tecnológicos envolvidos



na mineração, ao serem analisadas formas de exploração, beneficiamento e industrialização; e indicados e descritos seus produtos e subprodutos. De acordo com Firme (2020), a natureza da tecnologia pode ser considerada complexa, visto que há várias definições de tecnologia inseridas na literatura. Com a mesma visão de diversidade do conceito de tecnologia, Cupani (2016) descreve quatro dimensões para o termo: artefato; modo de conhecimento; tipo de atividade humana; e como volição. Pelas concepções de cada dimensão definidas pelo autor, as que melhor se encaixam nas definições de tecnologia usadas na UDE são as que fazem menção a artefato e ao modo de conhecimento, pois as atividades da etapa estão centradas na explicação da fabricação de produtos em que relatos de conhecimentos necessários para fabricação e manuseio dos artefatos (minério).

Etapa III – Refere-se à dimensão dos conhecimentos científicos. Fez-se relações de conceitos químicos envolvidos na mineração por meio das atividades propostas. No entanto, pretendendo-se que o ensino sobre ciência dentro da proposta vá além da mera descrição de conceitos, e possibilite aos estudantes uma visão ampla e reflexiva sobre o conhecimento científico. Essas concepções necessitam ser objeto de busca constante, em uma abordagem CTS (Santos; Motimer, 2002; Gibsons, 1994).

Etapa IV - Concluídas as três primeiras etapas, correspondentes as três dimensões de proposições na perspectiva CTS, finaliza-se a UDE com uma nova problematização do problema inicial, a quarta etapa das atividades. A partir de então, espera-se que os alunos possam refletir sobre novos problemas relacionados à mineração, de modo a se utilizarem dos conhecimentos adquiridos no percurso do trabalho. Para esse momento, o novo problema apresentado aos alunos foi um olhar, do ponto de vista histórico, para as ações de exploração dos minérios no território brasileiro. Nesse olhar, analisa-se e descrevem-se características como beneficiários, forma de manter acesso os direitos fundamentais, como a água e a terra, dos habitantes onde as mineradoras se instalarem, e aos hábitos específicos do território



como a pesca. As atividades dessa etapa, também, podem ser utilizadas para avaliação da aprendizagem, sobre os conhecimentos desenvolvidos ao longo da UDE.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A aplicação das atividades da UDE teve início em sala de aula com a leitura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, que após lido e aceito por todos os presentes, cada estudante recebeu uma cópia do Termo assinada pela responsável pela pesquisa na escola. Somente 10 alunos, dos 20 matriculados na turma, estiveram presentes nessa aula. Ausências nas turmas da EJA são frequentes, por motivos pessoais diversos. Em seguida, foi aplicado um questionário constituído por seis perguntas, sendo as três primeiras com opções para resposta “sim” e “não”. Essas três perguntas e suas respectivas respostas dadas pelos estudantes são mostradas no Quadro 2.

Observa-se que, para a pergunta “Você já ouviu falar em exploração de minério ou mineração?”, a metade da turma, cinco alunos (50% deles), respondeu “sim” e a outra metade respondeu “não”. As perguntas “Em lugares próximos ou onde você mora há exploração de minério?” e “Os produtos da indústria da mineração estão presentes em vários momentos de nosso cotidiano. Você conhece alguns desses produtos?” receberam respostas “sim” de, respectivamente, um aluno (10% da turma) e três alunos (30% da turma), como mostra o Quadro 2.

Quadro 2: Questionário de perguntas fechadas

| Resposta Pergunta | Sim | | Não | |
|---|-----|-----|-----|-----|
| | Qtd | (%) | Qtd | (%) |
| Você já ouviu falar em exploração de minério ou mineração? | 05 | 50% | 05 | 50% |
| Em lugares próximos ou onde você mora há exploração de minério? | 01 | 10% | 09 | 90% |



| | | | | |
|---|----|-----|----|-----|
| Os produtos da indústria da mineração estão presentes em vários momentos de nosso cotidiano. Você conhece alguns desses produtos? | 03 | 30% | 07 | 70% |
|---|----|-----|----|-----|

Fonte: Elaborado pelas autoras (2023).

Após respondida a primeira pergunta “Você já ouviu falar em exploração de minério ou mineração?”, foi pedido aos estudantes: “comente a respeito” do assunto. Entre as respostas destacam-se: “Mineração é onde pessoas vão atrás de diamante, ouro e outros minerais para vender” (A1), e “O minério é um tipo de ferro utilizado para fazer várias coisas” (A2). As respostas mostram o sentido que os alunos dão para as atividades de mineração, que aparentemente é limitado. Nas percepções de Souza e Valadares (2022), mesmo a mineração sendo algo presente no cotidiano de muitos, essa temática é pouco explorada no âmbito das escolas, o que reflete em baixa familiaridade demonstrada pelos estudantes.

O único estudante que respondeu “sim” para a pergunta “Em lugares próximos ou onde você mora há exploração de minério?” ao responder à pergunta “Como acontece essa exploração?”, afirmou que “Há em Godofredo Viana e em outros lugares que não lembro” (A4). O município de Godofredo Viana tem intensa atividades de mineração e está situado a 51 km de distância de Turiaçu, município onde está situada a escola em que foi aplicada a UDE. Destaca-se, o fato de grande parte dos estudantes desconhece o que está acontecendo na própria comunidade, no município de Turiaçu, que se integra como área de exploração de minérios. Essas respostas mostram o quanto a população é desassistida pelos representantes públicos, que se quer dão conhecimento sobre a decisão de exploração do território. A população deveria estar discutindo sobre o que será explorado, como será explorado, opinando sobre o que seria melhor para ela. As respostas mostram a necessidade de a escola realizar explanação sobre o contexto local, atual, para os estudantes compreenderem e fazerem relações com a temática a ser estudada.

O entendimento do contexto dos alunos é importante para o desenvolvimento de atividades de abordagem CTS, por ela ter como um de seus objetivos a construção



de conhecimentos para possibilitar o indivíduo inferir sobre questões da ciência e da tecnologia que impactam diretamente no ambiente onde vive (Fernandes; Govêa, 2018).

Aos alunos que responderam “sim” para a pergunta “Os produtos da indústria da mineração estão presentes em vários momentos de nosso cotidiano. Você conhece alguns desses produtos?” foram solicitados a responder à pergunta: “Você conhece alguns desses produtos?” Somente três estudantes responderam e revelaram uma visão limitada sobre o assunto. Suas respostas, “Ouro e ferro” (A4) e “Ouro, prata, diamante” (A5 e A6), mostram que não conhecem, de forma ampla, produtos de origem da mineração.

Mediante a necessidade de aprofundar os conhecimentos dos alunos sobre esse ramo de produção, foram selecionados os conteúdos a serem abordados para o desenvolvimento das aprendizagens, com uso do instrumento escolhido para a UDE.

5.1 Etapa I - Problematização da temática mineração

Após o levantamento dos conhecimentos prévios dos estudantes sobre o tema mineração, a aplicação da UDE se iniciou com a problematização da temática, como previsto no instrumento de Silva e Marcondes (2015). Essa etapa representou a dimensão social da abordagem CTS.

A problematização foi apresentada a partir de um documentário, com título “Jovem resgatada por helicóptero tenta se reerguer após tragédia em Brumadinho” (Record TV, 2020), que conta resumidamente a vida de uma sobrevivente da tragédia ocorrida no município de Brumadinho – MG, em 2019, em decorrência do rompimento de uma barragem de mineração. Após a exibição dos vídeos, os alunos foram indagados sobre o ocorrido com a vida da jovem e sobre o que a atividade de mineração pode trazer de benefícios e possíveis malefícios para a sociedade. Os alunos, estimulados a pensar, debateram com um olhar mais críticos sobre o tema,



atentos para o fato de a mineração está relacionada diretamente com o cotidiano da população local, fatos que muitos mostraram desconhecer durante suas discussões sobre o documentário.

Silva e Marcondes (2015) consideram esse momento essencial para a compreensão da realidade do tema tratado, pois é quando o estudante pode se reconhecer como sujeito do processo e refletir sobre ele. Há, também, manifestações de aspectos da abordagem CTS como práticas educativas centradas no aluno e no problema, e ação sociopolítica, como descrito por Reis (2013). Nesse caso, as aulas expositivas são substituídas pelo protagonismo e ativismo do estudante, que implicam em reflexões e buscas por soluções dos problemas sociais apresentados.

5.2 Etapas II e III - Caráter científico e tecnológico da temática mineração

Um dos objetivos a serem alcançados na UDE é levar os alunos a fazerem a relação entre conhecimentos científicos e a temática mineração, o que faz com que seja contemplada a dimensão Ciência em sua perspectiva CTS. Para cumprir esse objetivo, houve um momento para a exposição de conteúdos específicos do componente curricular química associados ao tema. Nessa proposição, foram trabalhados os conteúdos: elementos químicos, separação de misturas e tabela periódica.

Após a apresentação dos conteúdos, os alunos receberam a tarefa de realizarem uma pesquisa sobre produtos construídos por matéria obtida em atividades de mineração, e, posteriormente, fazerem uma exposição desses produtos. Nesta atividade, os alunos destacaram principalmente duas dimensões da abordagem CTS, a científica e a tecnológica. Eles explicaram a escolha dos utensílios expostos, a partir de conhecimentos científicos sobre a matéria constitutiva de cada utensílio exposto, enquanto conhecimentos tecnológicos foram explorados ao explicarem o processo de fabricação dos produtos. Entre os argumentos dos alunos, destacou-se o fato de as



duas dimensões - Ciência e Tecnologia - não existem de forma isoladas, indo ao encontro de entendimentos estabelecidos (Cupani, 2016). Um registro fotográfico das amostras levadas pelos alunos para a sala de aula é mostrado na Figura 4.

Figura 4: Utensílios construídos com materiais da mineração



Fonte: Arquivo pessoal da primeira autora do estudo (2023).

Os utensílios apresentados na sala de aulas, em sua maioria, eram usados no cotidiano dos estudantes. Entre eles, como mostra a Figura 4, há uma lata de refrigerante e uma colher, ambos têm o alumínio como a principal matéria-prima; fios utilizados para instalação elétrica, constituídos de cobre; parafuso e relógio com aço e ferro em suas estruturas; colar, banhado a ouro; e batom e moedas, que apresentam níquel em sua composição.

A atividade desenvolvida mostrou que os alunos fizessem uma relação correta entre conhecimento científico, produtos da mineração e aspectos sociais, que são contribuições para a formação cidadã, no âmbito da escola, alcançando um dos principais objetivos da perspectiva CTS, conforme Carvalho (2013).



5.3 Etapa IV – Reproblematização

A última parte da unidade didática teve a intenção de fazer um diagnóstico da aprendizagem dos estudantes durante todo o percurso. Nesta fase, foi apresentada uma nova situação-problema, ainda envolvendo a temática inicial, a mineração, para os alunos indicarem possíveis soluções.

Na situação-problema, indagou-se sobre maneiras pelas quais a atividade de mineração poderá ser desenvolvida de forma a minimizar danos para o meio ambiente e contemple o bem-estar social local. O exercício buscou conduzir o estudante a refletir sobre o direito ao uso comum de bens naturais, como água e o território, e o uso da ciência e da tecnologia voltada para explorar os minérios, considerando o ambiente e a população local. Em sala de aula, os estudantes foram, um a um, fazendo observações com base no que entenderam, inicialmente, sobre as tragédias causadas por mineradores, como a de Brumadinho - Minas Gerais.

Observou-se, nas falas dos estudantes, certa facilidade para argumentação sobre possíveis estratégias e para a realização de ações de mineração mais sustentáveis, em que as vidas dos homens e das mulheres sejam mais valorizadas que as riquezas exploradas com a mineração no país. Nesse último momento, observou-se ampliação do conhecimento dos discentes sobre o tema mineração, de acordo com as metas da educação CTS, cujo foco é a compreensão do sujeito sobre sua realidade vivida e autonomia para realizar possíveis intervenções, conforme Von Linsingen (2007).

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A mineração, por ser um assunto pouco explorada em sala de aula, mostrou-se um tema que não é familiar para muitos alunos. No entanto, uma Unidade Didática



de Ensino delimitada a temática e definida com enfoque CTS pode proporcionar ao aluno a associação entre conhecimentos científicos com a mineração e sua aplicabilidade, e levá-lo a compreender sua relação com o cotidiano.

O ensino de uma disciplina considerado complexa pode se tornar dinâmico ao se trabalhar com atividades como as desenvolvidas com a UDE apresentada neste estudo. Elas possibilitaram a participação ativa dos estudantes em cada etapa, e os levou a se sentirem parte do meio e sujeitos ativos, que entendem o papel de cidadão diante de questões que precisam da tomada de decisão.

Ao se organizar uma UDE como um instrumento de organização para abordagem CTS, como o proposto por Silva e Marcondes (2015), é possível contemplar de maneira mais segura e visível a relação ciência, tecnologia e sociedade na temática desenvolvida. Este tipo de unidade de ensino pode contribuir para que os alunos ampliem a visão sobre um assunto que diz respeito ao desenvolvimento social e econômico, a questões ambientais e políticas da localidade onde vivem e de outras regiões que apresentem iguais características. Os conhecimentos científicos associados a outros conhecimentos, estabelecendo aspectos interdisciplinares, favorecem a formação cidadã.

A unidade de ensino apresentada neste estudo pode se adequar a diferentes realidades, com etapas e ou atividades para diferentes comunidades escolares. Ao facilitar a aprendizagem, ela poderá contribuir para formar cidadão autônomos para tomada de decisão de forma livre em mundo que oferece diferentes possibilidades.

REFERÊNCIAS

AIKENHEAD, G. What is STS Science Teaching?. **STS education: International perspectives on reform**, v. 2, n. 12, p. 47-59, 1994.

BERBEL, N. A. N. A problematização e a aprendizagem baseada em problemas: diferentes termos ou diferentes caminhos? **Interface-Comunicação, Saúde, Educação**, Londrina, v. 2, n. 2, p. 139-154, fev. 1998. Disponível em: <https://www.scielo.org/pdf/icse/v2n2/08.pdf> . Acesso em: 10 de abr. de 2023.



BRASIL. Ministério da Educação; Secretaria de Educação Básica; Secretaria de Educação Continuada, Alfabetização, Diversidade e Inclusão; Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica. Conselho Nacional de Educação; Câmara de Educação Básica. **Diretrizes Curriculares Nacionais da Educação Básica**.

Brasília: MEC; SEB; DICEI, 2013. 542p. Disponível em:

<http://portal.mec.gov.br/docman/julho-2013-pdf/13677-diretrizes-educacao-basica-2013-pdf/file> . Acesso em: 13 abr. 2023.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular: Ensino Médio**. Brasília: MEC / Secretaria de Educação Básica, 2018. Disponível em:

http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/historico/BNCC_EnsinoMedio_embaixa_site_110518.pdf . Acesso em: 22 de abr. de 2023

CARDOSO, V. A. R.; RODRIGUES, A. C. A temática da mineração na pesquisa em educação ambiental. **REMEA - Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental**, v. 39, n. 3, p. 310–331, 2022. DOI: 10.14295/remea.v39i3.13895.

Disponível em: <https://periodicos.furg.br/remea/article/view/13895>. Acesso em: 14 dez. 2023.

CARVALHO, I. C. de M. O sujeito ecológico: a formação de novas identidades culturais e a escola. *In*: PERNAMBUCO, M. M. C. A.; PAIVA, I. A (ORG.). **Práticas coletivas na escola**. 1. ed. Campinas: Mercado de Letras, 2013, v. 1, p. 115-124, 2013.

CUPANI, A. **Filosofia da tecnologia: um convite**. 3. ed. Florianópolis: Editora da UFSC, 2016. Disponível em:

<https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/187613/Filosofia%20da%20Tecnologia%20um%20convite%20e-book.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 13 ago. 2023

FIRME, R. do N. Abordagem ciência-tecnologia-sociedade (CTS) no ensino de ciências: de qual tecnologia estamos falando desde esta perspectiva em nossa prática docente? **Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias**, v. 15, n. 1, p. 65–82, jan./abril. 2020. DOI: 10.14483/23464712.14300. Disponível em:

<https://revistas.udistrital.edu.co/index.php/GDLA/article/view/14300>. Acesso em: 26 jun. 2023.

GIBBONS, M. *et al.* **The new production of knowledge: the dynamics of science and research in contemporary societies**. London: SAGE Publications. 1994.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2017.



LASCHEFSKI, K. A. Rompimento de barragens em Mariana e Brumadinho (MG): Desastres como meio de acumulação por despossessão. **AMBIENTES: Revista de Geografia e Ecologia Política**, [S.l.], v. 2, n. 1, p. 98-143, 2020. Disponível em: <https://e-revista.unioeste.br/index.php/ambientes/article/view/23299/15844>. Acesso em: 25 jun. 2023.

OLIVEIRA, E. F. de; LIMA, M. C. A. Ciência-Tecnologia-Sociedade em discursos da estrutura curricular e de docentes de uma licenciatura em física. **Ensaio: pesquisa em educação em ciências** (online), v. 24, p. 1-19, 2022. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/epec/a/Gk8p3jHMF9nDdddG8JyJBb/?lang=pt>. Acesso em: 30 out. 2023.

REIS, P. Da discussão à ação sociopolítica sobre controvérsias sociocientíficas: uma questão de cidadania. **Ensino de Ciências e Tecnologia em Revista**, v. 3, n. 1, p. 1-10, jan./jun. 2013. Disponível em: <https://repositorio.ul.pt/bitstream/10451/9577/3/DA%20DISCUSS%c3%83O%20%c3%80%20A%c3%87%c3%83O.pdf>. Acesso em: 4 maio 2023.

SANTOS, W. L. P. dos; MORTIMER, E. F. A dimensão social do ensino de química—um estudo exploratório da visão de professores. In: II ENPEC—Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 2., 1999. Valinhos. **Anais [...]**. Porto Alegre: ABRAPEC, 1999. Disponível em: <https://fep.if.usp.br/~profis/arquivo/encontros/enpec/iienpec/Dados/trabalhos/A57.pdf>. Acesso em: 03 dez. 2022.

SANTOS, W. L. P. dos; SCHNETZLER, R. P. **Educação em Química: compromisso com a cidadania**. 4. ed. Ijuí: Unijuí, 2003. ISBN: 978-85-7429-889-4.

SILVA, E. L. da; MARCONDES, M. E. R. Materiais didáticos elaborados por professores de química na perspectiva CTS: uma análise das unidades produzidas e das reflexões dos autores. **Ciência e Educação**, Bauru, v. 21, n. 1, p. 65-83, 2015. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/ciedu/v21n1/1516-7313-ciedu-21-01-0065.pdf>. Acesso em: 03 dez. 2022.

SOUZA, B. C. de; VALADARES, J. M. O ensino de ciências a partir da temática Mineração: uma proposta com enfoque CTS e três momentos pedagógicos. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 28, p. e22002, 2022. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ciedu/a/wrqqtgjQtkWx5XvJhkxhYFn/?lang=pt>. Acesso em: 10 mai. 2023.



RECORD TV. **Jovem resgatada por helicóptero tenta se reerguer após tragédia em Brumadinho.** YouTube, 24 de jan. de 2020. 1 vídeo (13 min). Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=mmVRvEthjpw>. Acesso em: 13 mar. 2023.

VON LINSINGEN, I. Perspectiva educacional CTS: aspectos de um campo em consolidação na América Latina. **Ciência & Ensino**, [S.l.], v. 1, n. 1, p. 1-19, 2007. Disponível em: <http://200.133.218.118:3537/ojs/index.php/cienciaeensino/article/view/150/108>. Acesso em: 20 nov. 2022.

Recebido em: 01-10-2023

Aceito em: 13-12-2023

