

Acidentes de Mineração como Tema Sociocientífico em uma Sequência Didática Voltada à Educação Básica

Mining Accidents as a Socioscientific Theme in a Didactic Sequence Facing Basic Education

Augusto Elias Lima¹

Gilmar Teixeira dos Santos²

Pedro Xavier da Penha³

Resumo

Este artigo objetiva apresentar uma sequência didática para aplicação na Educação Básica sobre os acidentes de mineração na perspectiva de Questões Sociocientíficas (QSC). Elas aplicadas à educação englobam o trabalho com vários conceitos e possuem caráter dialético, permitindo a expressão de discursos e posicionamentos geralmente desconsiderados no ambiente escolar. Através de uma pesquisa documental, são definidos os objetivos de aprendizagem e processos metodológicos baseados nos aspectos conceituais, procedimentais e atitudinais dos conteúdos para melhor norteamto das discussões em sala de aula. A Estatística, área de estudo da Matemática, está presente na descrição dos fatos e na tomada de posição por pessoas, empresas e meios de comunicação. Esse conceito aliado às Questões Sociocientíficas desenvolve a reflexão crítica dos alunos em informações gráficas, valoriza a disciplina de Matemática quanto à aplicabilidade em acontecimentos atuais com repercussão mundial, além de relativizar sua suposta neutralidade.

Palavras-chave: Questões Sociocientíficas; Acidentes de mineração; Sequência Didática.

¹ Professor de Educação Básica do Estado de Minas Gerais (SEEMG) e da rede particular de ensino, e-mail: augusto.lima@educacao.mg.gov.br.

² Professor do Estado do Rio de Janeiro (SEEDUC) e do Centro Universitário Geraldo Di Biasi (UGB), e-mail: gilmar.ufrj@hotmail.com.

³ Professor do Instituto Federal de Minas Gerais – Campus Ouro Branco (IFMG) e pesquisador do NIEPCTS da Universidade Cruzeiro do Sul – Campus Liberdade, e-mail: pedro.xavier@ifmg.edu.br

Abstract

This article aims to present a didactic sequence for application in Basic Education about mining accidents from the perspective of Socioscientific Issues (SSI). They applied to education encompass work with various concepts and have a dialectical character, allowing the expression of speeches and positions generally disregarded in the school environment. Through documentary research, learning objectives and methodological processes are defined based on the conceptual, procedural and attitudinal aspects of the content for better guidance of the discussions in the classroom. Statistics, an area of study of Mathematics, is present in the description of facts and in the positioning of people, companies and media. This concept, combined with Socioscientific Issues, develops students critical reflection in graphic information, values the discipline of Mathematics as to its applicability in current events with worldwide repercussions, in addition to relativizing its supposed neutrality.

Keywords: Socioscientific Issues; Mining Accidents; Didactic Sequence.

Introdução

O avanço contínuo da globalização traz a transformação nas interações do homem com o mundo ao seu redor. Os contextos de tomada de decisões sociais, econômicas, políticas e ambientais responsáveis também passam por alterações e existe a necessidade de discuti-los considerando aspectos de consumismo, competição e individualismo. No ambiente educacional, o debate desses fatores e de outras problemáticas associadas a temas controversos é um dos propósitos no trabalho com Questões Sociocientíficas (QSC).

Conforme Oliveira e Oliveira (2019), os estudantes na discussão e resolução de uma QSC necessitam mobilizar não somente conhecimentos científicos, mas também éticos e políticos, estimulando a formação de opinião através da análise crítica sobre assuntos que envolvem as relações entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente.

De acordo com a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), a área de Matemática deve garantir aos estudantes o desenvolvimento de algumas competências específicas, dentre elas destaca-se:

Utilizar estratégias, conceitos e procedimentos matemáticos para interpretar situações em diversos contextos, sejam atividades cotidianas, sejam fatos das Ciências da Natureza e Humanas, das questões socioeconômicas ou tecnológicas, divulgados por diferentes meios, de modo a contribuir para uma formação geral (BRASIL, 2018, p. 532).

Essa competência específica, além de contribuir para o conhecimento científico geral dos estudantes, auxilia a formação de cidadãos reflexivos, capazes de interpretar criticamente situações econômicas, sociais e fatos relativos às Ciências da Natureza. Esses contextos podem ser expressos por tabelas, gráficos e amostras de pesquisas estatísticas divulgadas nos diferentes meios de comunicação, entre eles a *internet*, os jornais, a televisão e o rádio (BRASIL, 2018). Com base nessas potencialidades, a questão problema foi definida, como utilizar a Sequência Didática (SD) para ensinar estatísticas na perspectiva de Questões Sociocientíficas?

Parte das informações divulgadas para explicar os fatos e quantificar os impactos causados pelos acidentes de mineração são apresentadas por meio de elementos da Estatística, área de estudo da Matemática. Diante de sua aplicabilidade em situações reais e de repercussão mundial, existe o

propósito de valorizar a importância da disciplina e desconfigurar a neutralidade do emprego de elementos gráficos, dados numéricos e tabelas.

Após a definição do problema motivacional, para a fundamentação teórica do trabalho, foi realizada uma pesquisa documental conforme Silva *et al.* (2009). Os autores definem dois momentos, a coleta de documentos e a análise do conteúdo. Na coleta de dados, incluiu uma pré-análise dos documentos quanto à veracidade de informações e a associabilidade ao propósito do projeto. Na análise dos dados, houve a leitura compreensiva do material e a organização dos dados para a definição das estratégias metodológicas da sequência didática.

A Sequência Didática (SD), conforme a concepção dada por Silva e Oliveira (2009, p.2), é aquela “elaborada pelo professor que proporciona uma escolha ou organização de atividades que explorem o domínio do conhecimento dos alunos em sala de aula”. Para as autoras, a finalidade é a elaboração de estratégias e decisões mais efetivas considerando as respostas dos alunos e as condições nas quais estão submetidas. Nesse enfoque, as questões norteadoras da SD proposta possuem potencial dialógico na exploração dos conteúdos.

O artigo está organizado em seções. Primeiramente, o conceito de QSC e suas principais implicações quando utilizado como metodologia de ensino. Na próxima seção, no âmbito dessa abordagem, é justificada a temática do trabalho. Em seguida, a sequência didática e seus objetivos de aprendizagem. Por último, as orientações para aplicação e sugestões de complementação da atividade proposta.

Questões Sociocientíficas como estratégia de ensino

A evolução e acumulação do conhecimento trouxeram grandes avanços tecnológicos nas mais diversas atividades do homem, cada vez mais o trabalho é realizado de forma ágil e mecanizado, e de acordo com Proni (1997, p. 9) “por definição, a conformação do capitalismo só se completa com o surgimento da produção mecanizada, organizada como grande indústria, e com a generalização do trabalho assalariado e a reprodução de uma classe operária”.

No entanto, a praticidade possibilitou em vários setores da economia a produção em grande escala e a obtenção de lucros intensificando o predomínio de iniciativas capitalistas e de consumismo impulsivo, de maneira que:

O modo de produção capitalista divide a sociedade, em que predomina, em duas classes (além de outras) antagônicas: os proprietários do capital e os seus empregados. São os primeiros que mandam em suas empresas e, por isso, conduzem o desenvolvimento de acordo com os seus interesses. As decisões sobre o desenvolvimento capitalista sempre visam à maximização do retorno sobre o capital investido na atividade econômica. Como essas decisões afetam os trabalhadores, as outras empresas e os consumidores das mercadorias não são levados em consideração (SINGER, 2004, p. 10).

A utilização consciente do saber adquirido pelo homem tem evitado, ou pelo menos minimizado, muitos acontecimentos dramáticos no cenário brasileiro e mundial.

Em geral, a sociedade tem enfrentado diversos desafios sociais que se relacionam substancialmente com ideias e conhecimentos científicos. Os cidadãos têm enfrentado diversas questões, tais como: opções no consumo de produtos alimentícios (comprar ou não alimentos geneticamente modificados), decisões de assistência médica (seguir ou não as recomendações de prevenção ao contágio do novo coronavírus) e escolhas de eleitores (votar ou não em um político que nega as mudanças climáticas), no entanto, para a tomada de decisão consciente, a partir do

conhecimento adquirido, precisam desenvolver habilidades de pensamento crítico e argumentação construtiva (SADLER; MURAKAMI, 2014).

As Questões Sociocientíficas (QSC) trazem esses impasses para discussão dentro dos conteúdos escolares. Os estudantes são encorajados a levantar questionamentos sobre a ética na apropriação do conhecimento, ideia defendida pelo educador Paulo Freire. De acordo com Freire (1996), educar é um ato político e omitir essa dimensão ou negá-la significa adotar uma postura de alienação. Segundo Martínez e Carvalho (2012), as implicações científicas, tecnológicas, políticas e ambientais, podem ser trabalhadas em sala de aula com o intuito de favorecer a participação ativa dos estudantes em discussões escolares e enriquecer seu crescimento pessoal e social.

Por exemplo, quais são os efeitos sociais, econômicos e ambientais percebidos na escolha de determinado recurso? Quais são as questões ético-morais levantadas e quais são os prováveis impactos adversos? Quem são os principais atores envolvidos? Quais são os seus interesses? Quem se beneficia? Quem é prejudicado? (HODSON, 2018).

Essas perguntas são chamadas por Conrado e Neto (2018) como questões norteadoras, através delas o estudo de um caso traz discussões em grupo sobre os problemas relacionados à situação, sua natureza e soluções, incluindo uma reflexão crítica em torno dos valores e atitudes que podem fundamentar as diferentes respostas para os questionamentos obtidos. São problemas em aberto, sem soluções claras; de fato, eles tendem a ter várias soluções plausíveis (SADLER, 2011, p. 4, tradução nossa)⁴

Para o engajamento dos alunos na busca das respostas, as QSC podem envolver as temáticas locais com previsão de dimensões globais e seus impactos sociais. Os temas sociocientíficos são passíveis de serem reportados pela mídia (*internet*, TV, jornais, rádio), a população sofre influência direta ou indireta nos assuntos e nesse momento é essencial a reflexão sobre o papel e o interesse dos meios de comunicação perante o desenvolvimento científico-tecnológico e suas relações com a questão social, ambiental, ética, moral, e outras mais (CARNIO; LOPES; CARVALHO, 2011).

É pela multidimensionalidade dos conteúdos e dos objetivos educativos que a utilização das QSC permite, conforme Conrado e Neto (2018), uma educação científica que englobe as dimensões conceituais, atitudinais e procedimentais de temas ou conceitos. Os autores afirmam que a dimensão conceitual está relacionada ao campo epistemológico com elementos teóricos que possibilitam explicações, previsões e descrições de fatos, são importantes na formação de teorias, modelos, generalizações ou normas. A memorização e apropriação pelos estudantes dessas informações ocorre, por exemplo, em atividades de repetição.

Quanto à dimensão procedimental, têm as ações cognitivas ou motoras tomadas pelo estudante para entender ou solucionar determinada situação, baseadas em padrões e conceitos aceitos pela sociedade. São exemplos dessas ações, a seleção de informações, a elaboração e análise de argumentos, o estudo e a construção de gráficos ou maquetes, o manuseio de um dispositivo ou equipamento (ZABALA, 1998).

Por último, a dimensão atitudinal envolve valores e condutas éticas e políticas. Nesse contexto, segundo Conrado e Neto (2018), os acontecimentos são analisados sobre o juízo moral predominantemente difundido e adotado no meio social. Para os alunos, os autores propõem uma reflexão crítica sobre as justificativas em relação às atitudes e decisões adotadas diante de uma situação ou questão controversa.

A seguir há um quadro exemplificando as dimensões dentro da temática das atividades mineratórias.

⁴ They are open-ended problems without clear-cut solutions; in fact, they tend to have multiple plausible solutions (SADLER, 2011, p. 4.)

Área	Conteúdo	Dimensão Conceitual	Dimensão Procedimental	Dimensão Atitudinal
Economia	Atividade mineratória	Impactos e influência econômica da mineração em diferentes momentos históricos.	Análise de textos e dados em tabelas sobre o rendimento financeiro da mineração.	Discussão sobre os interesses exploratórios de minerais e suas consequências.
Ecologia	Meio Ambiente	Contaminação da fauna e flora por resíduos minerais.	Mensuração de resíduos evacuados.	Estudo do cumprimento da legislação ambiental.
		Mudança da paisagem na instalação das minas.	Análise do programa de recuperação de área degradada.	Discussão sobre a execução dos Planos de Fechamento das Minas.
Mundo e globalização	Tecnologias	Modelos de ferramentas e barragens.	Análise e construção de uma linha do tempo da evolução das técnicas exploratórias.	Estudo dos motivos considerados na escolha de determinada tecnologia.
Trabalho	Segurança no trabalho	Condições de trabalho e acidentes na mineração	Análise de dados sobre a exploração no trabalho de mineração e o número de vítimas.	Estudo das leis trabalhistas e os riscos assumidos pelas empresas extrativistas.
Saúde	Saúde coletiva	Impactos sobre a saúde dos trabalhadores e da comunidade próxima às minas.	Análise das leis e normas que regulamentam a área de saúde.	Estudo dos aspectos éticos e legais no plano de ação apresentado pelas empresas extrativistas.

Quadro 1: Dimensões para uma QSC sobre a mineração e seus impactos socioambientais.

Pelo Quadro 1, observa-se que uma QSC pode envolver conceitos de vários componentes curriculares, portanto, no espaço escolar há a possibilidade de um trabalho interdisciplinar entre os professores. Além disso, segundo Ferreira (2018, p. 53), o professor deve atuar “muito mais como um consultor crítico, que orienta e facilita a aprendizagem, além de fornecer apoio emocional e teórico, a partir de atividades de reflexão sobre as informações, sofisticação de argumentos, entre outras”. De acordo com Hodson (2018), a discussão sobre as QSC não apenas levanta questões sobre o que nós “podemos” ou “poderíamos” fazer, mas também sobre qual é a decisão “certa” e o que “devemos” fazer.

Através da mediação e problematização do conteúdo pelo professor, os acontecimentos históricos se constituem como enredos adaptados para o espaço educacional, dentre eles os acidentes de mineração, que será apresentado a seguir.

A temática de acidentes de mineração como Questão Sociocientífica (QSC)

O tema sobre acidentes de mineração é uma QSC com potencial de contextualização de conceitos escolares a partir de fatos históricos. No século XVI, o alto interesse exploratório de Portugal e de outros países da Europa por metais valiosos (ouro, prata, cobre) e pedras preciosas (diamantes, esmeraldas, rubis) impôs o regime de trabalho escravo para os índios e africanos. Desde esse período, a utilização de técnicas e utensílios inadequados na mão-de-obra, a falta de ensino qualificado para a execução dos procedimentos com precauções de segurança, já geravam graves acidentes de trabalho. Com a escassez das reservas em aluviões, o uso de bigornas, marretas, martelos e almocafres passaram a ser ferramentas rudimentares para a escavação profunda em rochas (ARAUJO; FERNANDES, 2016).

Através da alusão histórica existe a possibilidade de situar as recentes tragédias decorrentes de atividades mineratórias, como a do rompimento da barragem do Fundão da mineradora Samarco (Vale / BHP Billiton) em Mariana (MG), em 2015, e da Barragem 1 da mineradora Vale em Brumadinho (MG), em 2019, como casos com procedentes culturais de escravidão e negligência nas técnicas de manuseio utilizadas. Nesse contexto, com relação à dimensão conceitual de uma QSC, é oportuno abordar as condições e ferramentas de trabalho adotadas nas atividades mineratórias durante os séculos XVIII e XIX. Já na atualidade, os modelos atuais de construção de barragens são passíveis de serem estudados confrontados em relação à eficiência dos projetos e seus custos financeiros.

Nem a modernização das formas de exploração após a independência do Brasil, no século XIX, trouxe segurança e melhorias no trabalho nas minas, como a inserção das perfuratrizes pneumáticas, dinamites, escavações subterrâneas, trilhas, máquinas a vapor, iluminação e pilões para moer o minério e liberar o ouro. Por exemplo, no ano de 1884, na mina inglesa da *Brazilian Company*, situada em Itabira do Campo (atual município de Itabirito), em Minas Gerais, aconteceu o desabamento de uma grande pedra em um poço vertical. O ocorrido ocasionou a derrubada de parte das paredes do poço e fechou galerias, cerca de trinta trabalhadores ficaram presos e morreram no local (SOUZA, 2015).

A introdução da dinamite para o desmonte do minério, a partir da metade do século XIX, também era uma inovação que reduzia a necessidade de trabalhadores, mas foi responsável por causar sérios acidentes. Um exemplo é descrito por Couto e Costa (2003), a mina de Morro Velho, situada na cidade de Nova Lima (MG), em 21 de novembro de 1867, foi local de um grande incêndio que lavrou em suas galerias subterrâneas quando ali trabalhavam mais de cem operários.

Esses casos colocados permitem discutir os efeitos das modernizações para os proprietários das minas e operários. O aumento da produção com a inserção de novas tecnologias trazia agilidade na realização dos serviços e maior margem de lucros para as mineradoras, todavia, havia preocupação com a segurança dos trabalhadores? Os trabalhadores são convidados a debater coletivamente sobre os impactos sociais, ambientais e econômicos? Essas condutas se assemelham aos acontecimentos ocorridos em Mariana (MG) e Brumadinho (MG)? A partir dessas perguntas quanto à dimensão atitudinal da QSC, colocada por Conrado e Neto (2018), comentários a respeito das posições éticas e políticas das mineradoras antes e após as tragédias ocorridas nas duas cidades mineiras são viáveis.

Durante essa análise crítica é provável ter a necessidade de pesquisas dos alunos sobre os casos citados. Muitas informações estão disponíveis para consultas com o uso de aparelhos eletrônicos (celulares e computadores), como o pagamento das penalidades pelas mineradoras, os impactos obtidos nos rompimentos de barragens, as indenizações impostas por órgãos do governo e ambientais, as medidas de reparação adequadas. As ações de pesquisa e avaliação dos fatos

abrangem aspectos da dimensão procedimental de uma QSC e, nessa coleta de informações, convém envolver o estudo de gráficos, de tabelas e textos com elementos numéricos.

Nesse enfoque, surge a oportunidade de exploração dos acidentes de mineração com uso de dados estatísticos. A Estatística é uma área da Matemática que se dedica à coleta, análise e interpretação de informações, permitindo a obtenção de conclusões sobre as características das fontes para melhor compreensão dos acontecimentos (VIEIRA, 2013).

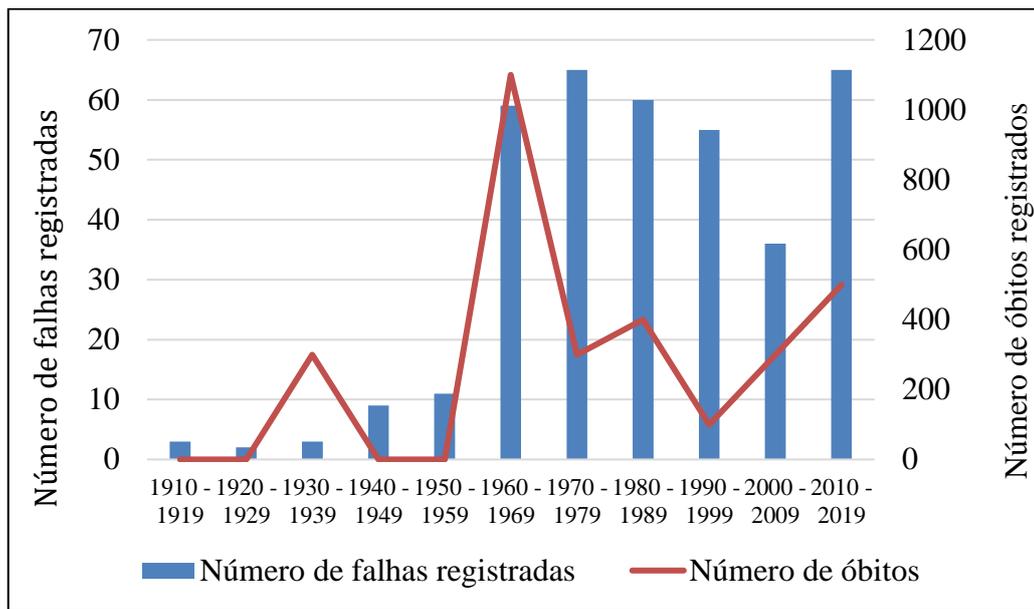
A Matemática, na visão de parte dos alunos, é uma ciência neutra e inquestionável. Todavia, no cotidiano ela pode ser um instrumento utilizado para diferentes propósitos e ser capaz de gerar e influenciar opiniões. Por exemplo, a mídia pode justificar a escolha dos dados estatísticos para elucidar os fatos e consequências de determinado acidente de mineração. Já as esferas do governo efetuam a coleta e organização das informações para o cálculo dos impactos ambientais e humanitárias a longo e curto prazos e na aplicação de sanções às empresas responsabilizadas pelas tragédias. Por sua vez, elas podem artificializar dos elementos gráficos e das tabelas para minimizar os efeitos dos acidentes e proporem metas na reparação dos danos ambientais e econômicos causados. Em relação à população, também é possível utilizar elementos estatísticos para pressionar por respostas e atitudes a serem tomadas pelo governo e pelas mineradoras envolvidas no acidente.

Com o objetivo de dissociar a suposta imparcialidade da Matemática e apontar sua importância e influência na formação de ideias e atitudes em problemas atuais, pretende-se o estudo dos acidentes na mineração a partir de dados estatísticos baseados na literatura de QSC.

A sequência didática: Os acidentes de mineração contados por dados estatísticos

A atividade “Os acidentes de mineração contados por dados estatísticos” pode ser aplicada no ensino fundamental e médio, sendo necessário adaptá-la, tendo em vista os diferentes níveis de ensino e os objetivos estabelecidos pelo docente. A partir de uma abordagem baseada na perspectiva de uma QSC, a proposta pode mobilizar conhecimentos de Matemática (estatística), Biologia (ecologia, saúde), Geografia (economia e globalização), História (ciclo econômico do ouro, revolução industrial), Química (componentes químicos de resíduos minerais). Com essa variedade de áreas de estudo envolvidas, há a possibilidade de desenvolver um trabalho interdisciplinar, no entanto, caberá ao professor individualmente ou ao um grupo de professores determinar, conforme o contexto da escola relacionado ao tempo disponível e aos interesses pedagógicos, a melhor composição e articulação entre as disciplinas citadas.

A seguir, há dois gráficos e uma tabela com suas respectivas questões norteadoras, essas possuem como objetivos contextualizar os dados e estimular a tomada de opinião do aluno.



. Gráfico 1⁵ – Histórico dos acidentes de mineração no período de 1910 a 2019.

Q.1 - Em quais décadas houve o maior registro de falhas nas atividades de mineração?

Q.2 - Em quais décadas houve o maior registro de óbitos nas atividades de mineração?

Q.3 - Pelo gráfico, pode-se dizer que as falhas nas explorações dos minérios é um problema histórico? Quais os elementos do gráfico ajudam nessa conclusão?

Q.4 - Levante hipóteses por quais motivos você acredita que os acidentes na exploração de minérios aconteciam em décadas passadas?

Q.5 - Levante hipóteses por quais motivos você acredita que os acidentes na exploração de minérios acontecem nos dias atuais?

O Quadro 2 apresenta a classificação adotada pela Política Nacional de Segurança de Barragens (PNSB) para os impactos ambientais e socioeconômicos causados pelo rompimento de uma barragem. Recentemente, houve o caso na cidade de Mariana (MG), em 2015 e, em Brumadinho (MG), em 2019.

⁵ Elaborado pelos próprios autores baseado em Freitas e Silva (2019).

IMPACTO AMBIENTAL	IMPACTO SOCIOECONÔMICO
INSIGNIFICANTE: Área totalmente descaracterizada de suas condições naturais e a estrutura apresenta somente resíduos.	INEXISTENTE: Quando não existe quaisquer instalações na área à jusante da barragem.
POUCO SIGNIFICATIVO: Área sem interesse ambiental relevante ou em áreas protegidas em legislação específica e armazena apenas resíduos.	BAIXA CONCENTRAÇÃO: Quando existe pequena concentração de instalações residenciais, agrícolas, industriais ou de infraestrutura de relevância socioeconômica cultural na área à jusante da barragem.
SIGNIFICATIVO: Área de interesse ambiental relevante ou em áreas protegidas em legislação específica e armazena apenas resíduos	MÉDIA CONCENTRAÇÃO: Quando existe moderada concentração de instalações residenciais, agrícolas, industriais ou de infraestrutura de relevância socioeconômica cultural na área à jusante da barragem.
MUITO SIGNIFICATIVO: Barragem que armazena resíduos sólidos não inertes.	ALTA CONCENTRAÇÃO: Quando existe alta concentração de instalações residenciais, agrícolas, industriais ou de infraestrutura de relevância socioeconômica cultural na área à jusante da barragem.
MUITO SIGNIFICATIVO AGRAVADO: Barragem que armazena resíduos ou rejeitos sólidos perigosos.	

Quadro 2⁶: Classificação do Dano Potencial Associado (DPA) de uma barragem.

Q.6 - O que você sabe sobre os acidentes de mineração em Mariana (MG) e Brumadinho (MG)? Se for necessário, faça uma pesquisa sobre notícias relacionadas aos casos.

Q.7 - Antes das tragédias ocorridas nas cidades mineiras, qual classificação do (DPA) você acredita ser adequada para as barragens? Justifique.

Q.8 - As mineradoras poderiam diminuir o (DPA) associado nas cidades mineiras? O método de construção de barragens adotado era o mais seguro? Pesquise e justifique.

Q.9 - Após as tragédias ocorridas em Mariana (MG) e Brumadinho (MG), quais os reais impactos ambientais e socioeconômicos? Há outros tipos de impactos?

O Gráfico 2 mostra os valores das ações da empresa *Vale* em (R\$) entre janeiro e julho de 2019. A mineradora era acionista e proprietária das barragens rompidas em Mariana (MG) e Brumadinho (MG), respectivamente.

⁶ Elaborada pelos próprios autores com base na PNSB (2018).



Gráfico 27: Preço das ações em reais da empresa *Vale* no período jan.2019 – jul. 2019.

Q.10 - O acidente na cidade de Brumadinho (MG) ocorreu no dia 25 de janeiro de 2019, o que aconteceu com as ações da empresa? Elas se recuperaram após essa data?

Q.11 - Você classificaria que os impactos financeiros para a mineradora foram de curto ou longo prazo?

Q.12 - Você considera que a mineradora possui condições financeiras para a reparação dos danos causados? Quais medidas são necessárias de serem tomadas pela empresa para minimizar as consequências dos acidentes?

Q.13 - Um dos militantes do Movimento dos Atingidos por Barragens (MAB), afirmou que “a engrenagem do capital é hábil e perversa, com precedência para acionista – que nada produzem – em detrimento das vítimas, de seus parentes e do ambiente” (FERNANDES, 2020). Diante do estudo realizado, qual a sua posição em relação à afirmação? Comente.

Objetivos de aprendizagem

Conforme a concepção de Zabala (1998), os conceitos a serem considerados devem abranger não somente aqueles chamados por acadêmicos, há também conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais que promovem as capacidades motoras, de equilíbrio e de autonomia pessoal, de relação interpessoal e de inserção social. Assim, tem a possibilidade de traçar objetivos de aprendizagem para as diferentes dimensões dos conteúdos.

Para auxiliar a articulação entre objetivos e questões norteadoras, essas foram colocadas entre parênteses em cada tópico.

⁷ Gráfico gerado em Ibovespa (2020).

Conceituais	<ul style="list-style-type: none"> a) Reconhecer elementos de um gráfico (Q.3). b) Compreender e relacionar fatos históricos sobre a ocorrência de acidentes de mineração (Q.3; Q.4). c) Citar e compreender os impactos ambientais e socioeconômicos causados pela atividade exploratória do homem (Q.9). d) Entender os acidentes de mineração em Mariana (MG) e Brumadinho (MG) e os modelos de construção de barragens (Q.6; Q.8).
Procedimentais	<ul style="list-style-type: none"> a) Obter informações a partir de um gráfico (Q.1; Q.2; Q.10). b) Realizar uma pesquisa sobre os acidentes nas cidades de Mariana (MG) e Brumadinho (MG) (Q.6). c) Classificar dados com base em uma tabela ou em um gráfico (Q.7; Q.11). d) Realizar uma pesquisa sobre os métodos de construção de barragens (Q.8). e) Propor ações de reparação para os danos causados pelos acidentes de mineração (Q.12).
Atitudinais	<ul style="list-style-type: none"> a) Realizar uma reflexão crítica das ações humanas no passado, principalmente, em pontos relacionados ao trabalho escravo (Q.4). b) Realizar uma reflexão crítica das ações humanas no presente, principalmente, àquelas voltadas para a obtenção de bens e lucros (Q.5; Q.8). c) Identificar e avaliar valores sociais e humanitários em discursos (Q.13).

Quadro 3: Questões e objetivos norteadores para QSC.

Sequência didática e orientação metodológica para aplicação da QSC

A apresentação dessa sequência será realizada em três momentos. Como sugestão, cada etapa com duração de duas horas/aula de cinquenta minutos, porém, o tempo total de aplicação pode variar conforme os objetivos de aprendizagem propostos pelo professor. Para avaliação dos resultados da atividade, aconselha-se o registro das respostas pelos estudantes.

O primeiro momento é dedicado ao estudo do Gráfico 1 e das questões Q.1, Q.2, Q.3, Q.4, Q.5. Nas Q.1 e Q.2, além da exploração das informações com base em dados estatísticos, é possível caracterizar os gráficos de linha e coluna e suas representações simultâneas utilizando dois eixos (primário e secundário). Em relação à Q.3, propõe-se a realização de inferências a partir de uma representação gráfica, nesse sentido é aconselhável a promoção de um cenário interativo em sala de aula para o compartilhamento de opiniões e considerações dos alunos com relação ao conjunto de dados abordados. Já as questões Q.4 e Q.5 propiciam a coletânea dos motivos para a ocorrência dos acidentes de mineração, convém o direcionamento nos levantamentos pelo professor. É possível citar, por exemplo, as condições precárias e a falta de segurança no trabalho escravo para a exploração de minérios no século XVI, assim como relacionar essa situação aos altos interesses financeiros de Portugal e outros países europeus. Outra possibilidade é associar os motivos históricos que ocasionaram os acidentes de mineração, colocados nas duas questões.

A segunda etapa abrange o Quadro 2 e as questões Q.6, Q.7, Q.8, Q.9. No item Q.6, as informações prévias dos alunos nas tragédias em Mariana (MG) e Brumadinho (MG) são valorizadas. Nessa situação, o uso de tecnologias, como os aparelhos celulares e computadores, complementa a obtenção de dados relacionados aos casos nas duas cidades mineiras. Na questão Q.7, existe o propósito de utilizar a tabela apresentada para a categorização de informações através da análise crítica do estudante, diversificando seu uso, comumente atrelado à organização de dados. Para a

questão Q.8, é oportuno enumerar ações com valores éticos que poderiam ser adotadas pelas mineradoras, antes das tragédias, voltadas para o bem coletivo e à preservação do meio ambiente. Na Q.9, podem ser mencionadas as consequências da não adoção das medidas de prevenção relatadas na Q.8, de tal maneira que o aluno possa se conscientizar que as negligências dessas atitudes agravaram os impactos causados. A citação de outros danos obtidos, além dos ambientais e socioeconômicos, diversifica o debate.

O terceiro momento é voltado para o Gráfico 2 e para as questões Q.10, Q.11, Q.12, Q.13. As questões Q.10 e Q.11 estimulam a análise crítica dos impactos financeiros no mercado de ações de uma mineradora envolvida nos acidentes de Mariana (MG) e Brumadinho (MG). Existe a possibilidade de realizar comparações entre a durabilidade desses tipos de impactos com os demais abordados na Q.9. Para a Q.12, é possível averiguar no próprio *site* da mineradora as medidas de reparação dos danos que estão sendo relatadas por elas. Como sugestão, os alunos podem pesquisar também sobre o pagamento das multas e indenizações impostas para as empresas envolvidas nas tragédias. Por último, a Q.13 possui a declaração de um dos atingidos pelo acidente em Brumadinho (MG), a intervenção docente é direcionada ao julgamento pessoal dos estudantes do relato.

Considerações Finais

As potencialidades de uma Questão Sociocientífica (QSC) sobre acidentes de mineração estão relacionadas à atualidade dos fatos e de sua ampla divulgação pelos meios de comunicação. Ao utilizar esse contexto para a abordagem de elementos da Estatística, área de estudo da Matemática, pode dissociá-la às aplicações em situações fictícias e valorizá-la como ferramenta de leitura e entendimento de acontecimentos de grande comoção mundial.

O conhecimento prévio dos estudantes com os casos relatados é um elemento motivador no engajamento com as atividades propostas e nas discussões em sala de aula. Nesse objetivo, o ambiente deve ser dialógico e com participação ativa de todos os envolvidos. O aluno pode ser encorajado a expressar suas opiniões e a construir argumentos, assim como deve também respeitar outros posicionamentos dos colegas.

Os gráficos e as tabelas são referências para as questões norteadoras propostas e contribuem para uma tomada de opinião. Com essa associação, há o objetivo de destituir a pretensa imparcialidade da Matemática, exemplificando seu uso por pessoas, empresas, entidades, movimentos e outras organizações para defender interesses próprios.

Enfim, o uso de Questões Sociocientíficas (QSC) constitui como uma estratégia relevante de aprendizagem, na possibilidade de envolver o trabalho de vários conteúdos e, estimulador, pelo seu aspecto dialético, permitindo a expressão de discursos e posicionamentos geralmente desconsiderados no ambiente escolar.

Referências

ARAUJO, E. R.; FERNANDES, F. R. C. Mineração no Brasil: crescimento econômico e conflitos ambientais. In: Guimarães, P. E.; Cebada, J. D. P. (eds). **Conflitos ambientais na indústria mineira e metalúrgica: o passado e o presente**. Évora, CETEM, CICP, Rio de Janeiro, 2016, p. 65–88.

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

BRASIL. Planalto. **Lei n. 12.334 de 20 de setembro de 2010**. Política Nacional de Segurança de Barragens (PNSB). Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2010/Lei/L12334.htm Acesso em: 31 de mar. 2020.

CARNIO, M. P.; LOPES, N. C.; CARVALHO, W. L. P. A abordagem de questões sócio-científicas na formação de professores de Biologia. **Revista de la Facultad de Ciencia y Tecnologia**, v. esp., p. 941-946, 2011.

CONRADO, D. M.; NUNES-NETO, N.(Orgs). **Questões sociocientíficas, fundamentos, propostas de ensino e perspectivas para ações sociopolíticas**. Salvador: EDUFBA, 2018, p.570.

COUTO, E. P; COSTA, A. J. Trajetória histórica da empresa Mineração Morro Velho. In: V Congresso Brasileiro de História Econômica e VI Conferência Internacional de História de Empresas, Caxambu. **Anais do V Congresso Brasileiro de História Econômica e 6ª Conferência Internacional de História de Empresas**, 034, ABPHE - Associação Brasileira de Pesquisadores em História Econômica, 2003.

FERNANDES, C. **Vale da morte**. Disponível em: < <https://www.mabnacional.org.br/noticia/vale-da-morte>>. Acesso em: 29 de mar. 2020.

FERREIRA, L. C. **As questões sociocientíficas (QSC)**: Modelo pedagógico integrado para o curso de licenciatura. "Formação de professores indígenas", da Faculdade de Educação / FACED/ UFAM. Tese de Doutorado - Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática - Universidade Federal de Mato Grosso – UFMT, Cuiabá, 2018.

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

FREITAS, C. M.; SILVA, M. A. Acidentes de trabalho que se tornam desastres: os casos dos rompimentos em barragens de mineração no Brasil. **Revista Brasileira de Medicina do Trabalho**, v. 17, n. 1, p. 21-29, 2019.

HODSON, D. Realçando o papel da ética e da política na educação científica: Algumas considerações teóricas e práticas sobre questões sociocientíficas. In: CONRADO, D. M.; NUNES-NETO, N.(Orgs). **Questões sociocientíficas, fundamentos, propostas de ensino e perspectivas para ações sociopolíticas**. Salvador: EDUFBA, 2018, p. 570.

Ibovespa. Disponível em <https://www.bmfbovespa.com.br/ptbr/produtos/indices/indices-amplos/indice-bovespa-ibovespa.htm>. Acesso em: 31 de mar. 2020.

MARTÍNEZ, L. F. P; CARVALHO, W. L. P. Contribuições e dificuldades da abordagem de questões sociocientíficas à prática de professores de ciências. **Educação e Pesquisa** (USP. Impresso), v. 38, p. 728-742, 2012.

OLIVEIRA, E. S. S; OLIVEIRA, G. F. C. Questões Sociocientíficas para o ensino de Matemática: Uma proposta de ensino para os conceitos de área e perímetro. In: XVIII Encontro Baiano de Educação Matemática, 2019, Ilhéus. **Anais do XVII encontro baiano de educação matemática**. Ilhéus: XVIII EBEM, 2019.

PRONI, M. W. História do capitalismo: uma visão panorâmica. In **Cadernos do CESIT**. Campinas, n. 25, p. 1-39, out. 1997.

SADLER, T. D. (ed.). **Socio-Scientific Issues in the Classroom**: Teaching, Learning and Research. Science & Education. New York: Springer, 2011.

SADLER, T. D.; MURAKAMI, C. D. Socio-scientific Issues based Teaching and Learning: Hydrofracturing as an Illustrative context of a Framework for Implementation and Research. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 14, n. 2, p. 331-342, 28 nov. 2014.

SILVA, L. R. C. *et al.* Pesquisa documental: alternativa investigativa na formação docente. In: IX Congresso Nacional De Educação; III Encontro Sul Brasileiro De Psicopedagogia, 2009, Curitiba. **Anais do Congresso Nacional de Educação**. Curitiba: PUPR, 2009. v. 1. p. 4554-4566.

SILVA, A. P. B; OLIVEIRA, M. M. A sequência didática interativa como proposta para a formação de professores de Matemática. In: VII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação e Ciências, 2009, Florianópolis. **Anais do Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**. 2009, p. 1-11.

SINGER, P. Desenvolvimento capitalista e desenvolvimento solidário. **Estudos Avançados**. São Paulo, v. 18, n. 51, p. 7-22, jul. 2004.

SOUZA, R. F. A efêmera e fatal Mina de Cata Branca: mineração e trabalho numa companhia aurífera inglesa em Minas Gerais (1832-1844). **Revista Mundo do Trabalho**, vol. 7, n. 14, p. 37-52, jul./ dez. 2015.

VIEIRA, S. **Estatística básica**. São Paulo: Cengage Learning, 2013.

ZABALA, A. **A prática educativa**: Como ensinar. São Paulo: Artmed, 1998. p. 233-314.