



A DRENAGEM ÁCIDA DE MINA NO CONTEXTO DA MINERAÇÃO DE CARVÃO EM CRICIÚMA: UMA ABORDAGEM A PARTIR DOS TRÊS MOMENTOS PEDAGÓGICOS NO SUBPROJETO DE QUÍMICA DO PIBID DO IFSC

Thalita Valentim Francisco¹, Igor Mizejeski Fontana², Cristine Saibert³, Victor Bianchetti⁴

Resumo

Com o objetivo de articular a participação no PIBID com o contexto da cidade de Criciúma, foi desenvolvida uma proposta didática junto com a turma do 2º ano do Curso Técnico Integrado em Química do IFSC - Câmpus Criciúma. A temática escolhida foi a Drenagem Ácida de Mina (DAM), abordada dentro da disciplina de Química Ambiental. A proposta teve como eixo principal a Educação Ambiental Crítica, buscando integrar o conhecimento teórico com reflexões acerca dos impactos socioambientais gerados pela atividade mineradora. A metodologia utilizada foi fundamentada nos Três Momentos Pedagógicos. Assim, no primeiro momento, a problematização foi feita a partir de uma notícia fictícia; no segundo momento, da contextualização, utilizou-se um experimento para facilitar a compreensão do conteúdo; e no terceiro momento, focado na aplicação do conhecimento, os alunos foram orientados a elaborar uma ficha técnica, sistematizando as informações aprendidas ao longo da atividade.

Palavras-chave: drenagem ácida de Mina, educação ambiental crítica, ensino de química, três momentos pedagógicos.

Introdução

Este trabalho foi desenvolvido no contexto do Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência (PIBID), no âmbito do subprojeto de Química do Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC) - Câmpus Criciúma. O PIBID é um programa que “busca proporcionar aos licenciandos uma aproximação prática com o cotidiano das escolas públicas de educação bási-

¹ Estudante do curso de Licenciatura em Química do Instituto Federal de Santa Catarina - Câmpus Criciúma.
E-mail: thalita.v@aluno.ifsc.edu.br

² Estudante do curso de Licenciatura em Química do Instituto Federal de Santa Catarina - Câmpus Criciúma.
E-mail: igor.m31@aluno.ifsc.edu.br

³ Docente do curso de Licenciatura em Química do Instituto Federal de Santa Catarina - Câmpus Criciúma.
E-mail: cristine.saibert@ifsc.edu.br

⁴ Docente do curso de Licenciatura em Química do Instituto Federal de Santa Catarina - Câmpus Criciúma.
E-mail: cristine.saibert@ifsc.edu.br



ca, incentivando a formação de docentes críticos, reflexivos e comprometidos com a qualidade da educação” (Brasil, 2013, p. 7). Diante disso, foi desenvolvido o planejamento e a realização de uma intervenção pedagógica com uma turma do segundo ano do Curso Técnico de Nível Médio Integrado em Química do IFSC - Câmpus Criciúma. A atividade desenvolvida teve como eixo central a promoção da Educação Ambiental Crítica a partir da temática do carvão, que representa uma das principais problemáticas ambientais e sociais da cidade de Criciúma. A definição da temática foi inspirada em um dos eixos da obra de Freire (1987), a denúncia da realidade local, abordando questões como impactos ambientais da atividade de mineração de carvão, o descarte de resíduos e a contaminação por metais potencialmente tóxicos. Sendo assim, levando em consideração a “herança das minas de carvão” no contexto de Criciúma, o presente trabalho focou no desenvolvimento de uma intervenção pedagógica sobre a formação da Drenagem Ácida de Mina (DAM).

No contexto da atividade desenvolvida, temos a Educação Ambiental Crítica (EAC) como eixo central do planejamento, pois é importante que os estudantes entendam que o meio ambiente precisa ser estudado, de modo a compreendermos como funcionam suas dinâmicas e as consequências dos impactos ambientais na vivência dos seres vivos, levando em consideração aspectos econômicos e sociais, como a capitalização da natureza e a exploração da mão de obra (Leff, 2011). Ademais, compreender como os impactos antrópicos influenciam o meio ambiente é essencial na formação de um técnico em química, uma vez que o técnico em sua área de aplicação vai ter que lidar com situações problemas em que será necessário ter um conhecimento ambiental, como a noção de descarte de produtos e os efeitos da produção oriunda de diferentes contextos industriais e de exploração ambiental.

Conforme já pontuado, a temática proposta tem relevância local e pode estimular nos alunos a promoção de reflexão crítica sobre os impactos socioambientais causados pela mineração do carvão na região de Criciúma. Nesse sentido, foi trabalhado com os alunos a caracterização do fenômeno da DAM, parâmetros que ajudam a determinar a contaminação por meio da DAM e a ligação da química com a educação ambiental crítica.

Metodologia

O planejamento da atividade se deu a partir da participação dos bolsistas no PIBID, sendo que o contexto de atuação foi a disciplina de Química Ambiental de uma turma de



segundo ano do Curso Técnico Integrado em Química do IFSC - Câmpus Criciúma. A turma é composta por 36 alunos, sendo 30 meninas e 6 meninos, com idades entre 15 e 16 anos. A maioria dos estudantes reside na própria região de Criciúma e em municípios vizinhos. De modo geral, a turma apresenta um bom desempenho acadêmico. Em relação a disciplinas da área de Química, poucos alunos têm dificuldades significativas, o que contribuiu para uma boa receptividade das propostas desenvolvidas ao longo do planejamento.

Como forma de estruturação do planejamento, realizamos a escolha pelo referencial teórico-metodológico dos Três Momentos Pedagógicos (3MP). Proposto por Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2011), esta proposta tem como base a concepção dialógico-problematizadora de Freire (1987), que defende que o processo educativo deve estimular a reflexão crítica da realidade vivida pelos alunos. De acordo com Freire (1987, p. 79), “a educação problematizadora, rompendo com a falsa compreensão de que ensinar é transferir conhecimento, propõe-se a formar uma consciência crítica nos educandos, levando-os à reflexão sobre sua realidade”.

Diante dessa perspectiva, a intervenção sobre a DAM aqui descrita foi estruturada a partir dos 3MP e envolveu os momentos de 1) Problematização inicial; 2) Organização do conhecimento; e 3) Aplicação do conhecimento. Para planejar as atividades, foram realizados encontros semanais com o coordenador de área do PIBID, bem como reuniões com a professora supervisora e a observação das aulas da turma durante dois meses.

Nesse contexto, a problematização inicial consistiu em abordar o entendimento dos estudantes sobre o fenômeno da Drenagem Ácida de Mina. Para isso, a atividade iniciou-se com a leitura de uma notícia fictícia (reproduzida abaixo) produzida a partir dos dados apresentados pelo Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) de um estudante do Curso Técnico Concomitante em Meio Ambiente do IFSC - Câmpus Criciúma (Bonfante, Saibert e Passos, 2024), com relação às águas do Rio Maina.

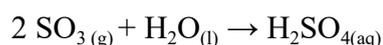
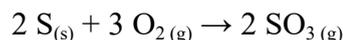
Minas de Carvão provocam acidez do Rio Maina. Um fenômeno silencioso, mas devastador, foi detectado nas águas do Rio Maina. Análises realizadas pelo estudante Vinicius Castro, do curso técnico em Meio Ambiente do IFSC – Câmpus Criciúma, e publicado pelo trabalho de conclusão de curso “Caracterização Físico-Química da Qualidade da Água do Rio Maina, em Criciúma-SC” revelaram: o pH da água está abaixo de 3 — índice comparável ao de substâncias altamente corrosivas. A descoberta acendeu um sinal de alerta entre pesquisadores e moradores. A água, que aparentemente corre tranquila, pode estar escondendo um processo químico invisível, mas mortal: a drenagem ácida de mina (DAM). Essa reação, provocada por antigos rejeitos da mineração de carvão, libera ácido sulfúrico e metais tóxicos na água, transformando o rio em um ambiente sem vida. Peixes desapareceram. A



vegetação aquática está escassa. E o mais assustador: esse mesmo processo pode estar ocorrendo em outros rios da região... sem que ninguém perceba.

Após a leitura do texto, os estudantes responderam duas perguntas problematizadoras: “O que caracteriza a drenagem ácida de mina e quais são os impactos ambientais que pode gerar?” e “Por que o rio fica ácido?”. As perguntas foram feitas para avaliar o que os estudantes entendiam sobre o assunto, sendo que os estudantes registraram suas respostas em uma folha, de forma individual.

Já a segunda etapa, organização do conhecimento, teve como objetivo oportunizar a aprendizagem de novos conhecimentos, necessários para responder às questões iniciais de maneira mais fundamentada. Para isso, foi proposto um experimento de chuva ácida, onde foi feita uma demonstração de formação de ácidos a partir do contato de óxidos ácidos com a água. Para isso, em um recipiente com tampa foram adicionados água e hidróxido de sódio em contato com o indicador fenolftaleína, sendo que a solução apresentou cor rosa. Feito isso, foram posicionados alguns fósforos acesos, presos a uma rolha de borracha, na parte interna do mesmo frasco. Considerando que o palito de fósforo tem em sua composição compostos contendo enxofre, a reação de combustão gera a formação de óxidos de enxofre que, em contato com a água, formam o ácido sulfúrico, conforme representado pelas equações químicas a seguir:

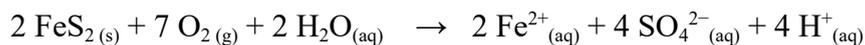


A partir destas equações, consegue-se um alinhamento entre a prática e a pergunta geradora “por que o rio fica ácido?”, com o objetivo de fazer com que os estudantes tenham uma melhor compreensão sobre as substâncias que geram o aumento de acidez do rio.

Após o experimento, tivemos a parte da caracterização da Drenagem Ácida de Mina. Para isso, foi feita uma explicação expositiva e dialogada sobre a DAM, que é gerada pela oxidação de minerais contendo sulfeto quando estes encontram-se expostos ao ar. A oxidação do sulfeto gera espécies ácidas que irão infiltrar no solo, atuando na dissolução e mobilização de íons metálicos presentes nos minérios das rochas. Esse processo resulta na acidificação de corpos d’água do entorno e pode ser caracterizado por valores baixos de pH (menor que 3,5), alta condutividade e elevadas concentrações de íons metálicos potencialmente tóxicos. A



DAM é um dos principais impactos ambientais da mineração, com efeitos negativos nas comunidades aquáticas, e pode ser compreendida a partir da seguinte equação:



sendo que o bissulfeto de ferro (FeS_2) vem da pirita que, em contato com o oxigênio e a água, acaba formando excesso de acidez. De acordo com Mello, Duarte e Ladeira (2014, p. 24):

Drenagem ácida de mina (DAM) é um fenômeno que se inicia quando rochas contendo minerais sulfetados são retiradas do interior da terra pelas atividades de mineração e, quando dispostas na superfície terrestre, oxidam-se por reação com água e oxigênio atmosféricos. (...). As soluções ácidas geradas por DAM, à medida que penetram nas rochas e nos solos, podem solubilizar alguns elementos químicos presentes, podendo contaminar águas superficiais como rios, riachos e/ou águas subterrâneas. Alguns exemplos desses elementos são Mn, Cr, Cd, Zn, Pb, As, dentre outros.

O terceiro momento pedagógico, a aplicação do conhecimento, consiste em sistematizar e aprofundar o conhecimento construído pelo aluno. Segundo Gasparin (2003, p. 122), “o terceiro momento pedagógico constitui-se no processo de instrumentalização do conhecimento, que é a apropriação sistematizada e elaborada do conteúdo científico necessário para a compreensão, explicação e superação do problema inicial”. Sendo assim, para finalizar a intervenção, propomos aos estudantes que eles elaborassem um laudo técnico tendo em vista os parâmetros de cor, condutividade, pH e presenças de alguns íons metálicos em um corpo d’água fictício. Ao final da atividade, foram retomadas novamente as perguntas iniciais: “O que caracteriza a drenagem ácida de mina e quais são os impactos ambientais que pode gerar?” e “Por que o rio fica ácido?”. A comparação entre as respostas obtidas no início e ao final da atividade pode evidenciar se houve incremento na aprendizagem por meio da mobilização dos conhecimentos científicos necessários para a explicação do fenômeno.

Resultados e discussões

O primeiro momento pedagógico ocorreu de forma bastante dinâmica, com os alunos demonstrando interesse e participação durante a problematização inicial. A partir das questões propostas, eles puderam expressar seus conhecimentos prévios e trocar ideias entre si. Dentre as respostas, foi possível identificar diferentes níveis do conhecimento que os alunos possuíam sobre a drenagem ácida de mina. Assim, no Quadro 1, apresenta-se de forma resumida diferentes respostas dos alunos sobre a drenagem ácida de mina. Dentre as respostas obtidas, observa-se que os alunos possuem conhecimento acerca dos agentes que estão



contaminando os rios, a maioria das respostas foram semelhantes às apresentadas no Quadro 1.

Quadro 1: Algumas respostas do primeiro momento

| Pergunta | Resposta 1 | Resposta 2 |
|--|--|--|
| O que caracteriza a drenagem ácida de mina e quais são os impactos ambientais que podem gerar? | “É um processo em que retira componentes essenciais do solo, restando substâncias que tornam o pH do local mais ácido. As consequências podem incluir empobrecimento do solo, acidificando rios e lagos e contaminando ecossistema.” | “É uma água com baixo pH, com contaminantes, provavelmente com ácido sulfúrico, podendo levar os animais marinhos a óbitos quando os rejeito da mina entram em contato com o rio.” |
| Por que o rio fica ácido? | “Fica ácido pois se mistura com os restos dos componentes da drenagem e contamina a água.” | “O rio fica ácido por conta dos resíduos da mina, como o enxofre.” |

Fonte: Dos autores (2025)

No segundo momento, durante o experimento demonstrativo, os alunos ficaram bastante encantados com a mudança de cor observada, tivemos alunos tentando decifrar o que aconteceu, o que formou, foi um momento com bastante interação. Na sequência, durante a etapa explicativa, a interação diminuiu um pouco, mas buscamos de forma constante estabelecer conexões com os conteúdos que eles já vêm trabalhando na componente curricular, especialmente nos parâmetros de qualidade da água. Aproveitamos também o fato de que os alunos haviam visitado recentemente a Mina de Visitação "Octávio Fontana" para reforçar a conexão entre teoria e prática. Nesse contexto, foram apresentadas fotos tiradas durante a visita, nas quais era possível observar a coloração marrom-alaranjada característica das águas impactadas pela DAM.

Quadro 2: Algumas respostas do terceiro momento

| Pergunta | Resposta 1 | Resposta 2 |
|--|---|---|
| O que caracteriza a drenagem ácida de mina e quais são os impactos ambientais que podem gerar? | “É um processo em que acidifica as águas de rio em áreas de mineração, isso pode gerar impactos como: contaminação de recursos hídricos, toxicidade em ecossistemas, degradação do solo.” | “Minha primeira resposta está certa, mas podemos complementar dizendo que a água da chuva entrando em contato com os minerais libera o ácido para os rios e lagos.” |
| Por que o rio fica ácido? | “A água do rio se torna ácida, pois ocorre a oxidação de minerais de sulfeto exposto ao ar e a água durante a extração mineral.” | “O rio fica ácido por conta que a pirita entra em contato com a água e o ar, liberando ácido sulfúrico.” |

Fonte: Dos autores (2025)



O terceiro momento consistiu em fazer a aplicação do conhecimento. Assim, primeiro propomos uma atividade com alguns minerais que se encontram em rochas diversas. Os alunos deviam, então, pesquisar e coletar algumas informações que eles encontrassem sobre estes minerais, como cor e pH quando em contato com a água. Em um segundo momento, deixamos uma atividade simulando uma amostra de água, com dados fictícios de pH, condutividade e a presença de certos metais. A partir destes dados, os alunos deveriam elaborar um laudo técnico dizendo se o corpo d'água estava ou não afetado pela DAM. O laudo técnico serviu como uma simulação, como se fosse uma aplicação de um serviço de técnico químico ambiental. Após a atividade do laudo técnico, foi proposto aos alunos que eles respondessem novamente as perguntas norteadoras que foram respondidas no primeiro momento pedagógico. A análise preliminar das respostas finais revelaram alguns avanços: os alunos passaram a utilizar termos mais específicos (como “pirita”, “oxidação de sulfetos”, “formação de ácido sulfúrico”) e demonstraram maior clareza na descrição dos processos químicos envolvidos na DAM. Alguns exemplos de respostas encontram-se no Quadro 2.

Considerações finais

Destacamos que a análise dos resultados obtidos ainda precisa ser feita de modo mais aprofundado, dada a quantidade de respostas coletadas. Neste trabalho, o esforço foi caracterizar a atividade e demonstrar alguns resultados mais gerais. Tendo isso em vista, ressaltamos que o desenvolvimento da atividade a partir dos 3MP foi positivo, uma vez que tivemos a oportunidade de estar contribuindo para a formação dos estudantes. Vivenciamos na prática a elaboração e a aplicação de uma atividade para auxiliar os estudantes a entenderem o conteúdo proposto com base na educação crítica. Isso favorece o aprendizado dos alunos, apoia o planejamento do professor e estimula o desenvolvimento pedagógico dos bolsistas do PIBID. Dessa maneira, a participação no PIBID tem contribuído para a formação dos pibidianos, proporcionando novas experiências que ainda não adquirimos no curso, proporcionando uma vivência mais imersa no contexto escolar. Essa aproximação com as realidades escolares permite que os pibidianos desenvolvam um olhar crítico e reflexivo sobre o ensino de Química.



Agradecimentos e apoios

À Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Estado de Santa Catarina (FAPESC), pelo apoio financeiro concedido por meio do Edital nº 05/2025 para a realização do 7º Seminário Institucional de Iniciação à Docência do IFSC.

Referências

BONFANTE, Vinicius Castro; SAIBERT, Cristine; PASSOS, Adenilde Souza dos. Caracterização físico-química da qualidade da água do Rio Maina, em Criciúma - SC. 2024. 26 f. TCC (Graduação) - Curso de Curso Técnico Concomitante em Meio Ambiente, Ifsc Câmpus Criciúma, Criciúma, 2024.

BRASIL. Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES. Edital PIBID 2013. Brasília: CAPES, 2013.

DELIZOICOV, Demétrio; ANGOTTI, José André; PERNAMBUCO, Marta Maria. *Metodologia do ensino de ciências: abordagem problematizadora*. 5. ed. São Paulo: Cortez, 2011.

FREIRE, P. *Pedagogia do Oprimido*. 17. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1987.

GASPARIN, José Luís. *Metodologia do ensino: uma abordagem crítico-superadora*. 5. ed. rev. e ampl. Petrópolis: Vozes, 2003.

LEFF, Enrique. Complexidade, interdisciplinaridade e saber ambiental. *Olhar de professor*, v. 14, n. 2, p. 309-335, 2011

MELLO, Jaime W. V. de *et al.* Origem e Controle do Fenômeno Drenagem Ácida de Mina. *Cadernos Temáticos de Química Nova na Escola*, n. 8, p. 24-29, 2014.