

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
Faculdade de Educação – FaE
Centro de Ensino de Ciências e Matemática de Minas Gerais – CECIMIG
Especialização em Educação em Ciências

Marcel Felipe Alves de Souza

**Desenvolvimento e aplicação de uma sequência didática para o ensino de
“Soluções” com uma abordagem CTS destinada a alunos do curso técnico
integrado de química.**

Belo Horizonte
2019

Marcel Felipe Alves de Souza

Desenvolvimento e aplicação de uma sequência didática para o ensino de “Soluções” com uma abordagem CTS destinada a alunos do curso técnico integrado de química.

Versão final

Trabalho de conclusão de curso apresentado no curso Especialização em Educação em Ciências, do Centro de Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial para obtenção do título de Especialista em Ensino de Ciências.

Área de concentração: Ensino de Ciências

Orientadora: Profa. Dra. Andréa Horta Machado

Belo Horizonte
2019

S729d Souza, Marcel Felipe Alves de, 1985-
TCC Desenvolvimento e aplicação de uma sequência didática para o ensino de "soluções" com uma abordagem CTS destinada a alunos do curso técnico integrado de química [manuscrito] / Marcel Felipe Alves de Souza. - Belo Horizonte, 2019.
33 f. : enc, il.

Monografia -- (Especialização) - Universidade Federal de Minas Gerais, Faculdade de Educação.
Orientadora: Andréa Horta Machado.
Bibliografia: f. 32-33.

1. Educação. 2. Química -- Estudo e ensino (Ensino médio).
3. Solução (Química) -- Estudo e ensino (Ensino médio). 4. Ensino técnico. 5. Minas e mineração. 6. Participação social.
7. Aprendizagem por atividades.
I. Título. II. Machado, Andréa Horta. III. Universidade Federal de Minas Gerais, Faculdade de Educação.

CDD- 540.7

Catálogo da Fonte : Biblioteca da FaE/UFMG (Setor de referência)
Bibliotecário: Ivanir Fernandes Leandro CRB: MG-002576/O

Dados de Identificação:

ALUNO: MARCEL FELIPE ALVES DE SOUZA

TÍTULO DO TRABALHO: ~~DESENVOLVIMENTO E APLICAÇÃO DE UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O ENSINO DE INSOLUÇÕES COM UMA ABORDAGEM CTS DESTINADA A ALUNOS DO CURSO TÉCNICO INTEGRADO DE QUÍMICA.~~

Banca Examinadora:

Professor Orientador: Andréa Horta Machado

Professor Examinador: Wasley Wagner Gonçalves

Parecer:

Aos 30 dias do mês de NOVEMBRO de 2019, reuniram-se na sala 3107 do CECIMIG, o professor orientador e o examinador, acima descritos, para avaliação do trabalho final do(a) aluno(a) MARCEL FELIPE ALVES DE SOUZA. Após a apresentação, o(a) aluno(a) foi arquivado e a banca fez considerações conforme formulário anexo:

Assim sendo, a banca considera o trabalho aprovado
 aprovado mediante modificações com entrega até 03/02/2020
 reprovado. Agendamento de nova defesa até 27/02/2020

Belo Horizonte, 30 de NOVEMBRO de 2019

Assinatura da banca:

Andréa Horta Machado

NOTA: 100

Obs: no caso da banca indicar reformulações, o orientador deverá encaminhar ao colegiado, ao final do prazo estipulado, carta informando se as modificações foram feitas conforme recomendado pela banca examinadora. O colegiado, então, submeterá o parecer a aprovação.

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos amigos e familiares pelo apoio em particular ao João Alves.

À minha orientadora Andréa Horta agradeço pela disponibilidade e abertura para as discussões sobre o trabalho e também sobre outras questões da vida.

Agradeço à instituição em que trabalho e aos meus colegas de profissão pela parceria na caminhada por uma educação libertadora.

Aos meus queridos alunos que se dedicaram durante as aulas e atividades realizadas e que me motivam, a cada dia, na busca de dar o meu melhor na minha profissão.

RESUMO

O presente trabalho mostra uma possibilidade de ensinar o conteúdo “Soluções” para alunos de um curso técnico de química integrado ao ensino médio de uma maneira mais ampla e interdisciplinar. A abordagem CTS foi utilizada para a elaboração de uma sequência didática para o ensino de “Soluções” que se apoiou no tema controverso da Mineração. A temática dialoga com a realidade dos alunos, pois estão inseridos em uma escola no estado de Minas Gerais próxima a região afetada pelos rompimentos de barragens de rejeitos de Mineração. Além disso, o tema permite um enfoque interdisciplinar mais adequado aos cursos técnicos integrados ao ensino médio. Notou-se um grande interesse e participação dos alunos durante a aplicação da sequência didática e um aprendizado dos conteúdos relacionados aos temas. Os alunos foram capazes de desenvolver e trabalhar a argumentação crítica, a tomada de decisão e as possibilidades de uma participação ativa na sociedade.

Palavras-chave: Ensino de química. Ciência-tecnologia-sociedade (CTS). Soluções químicas. Ensino profissionalizante. Sequência didática.

ABSTRACT

The present work shows a possibility to teach the content "Solutions" to students of a technical course in chemistry integrated to high school in a broader and interdisciplinary way. The CTS approach was used to develop a teaching sequence for teaching "Solutions" that was based on the controversial topic - Mining. The theme dialogues with the students' reality, as they are inserted in a school in the state of Minas Gerais close to the region affected by the rupture of Mining tailings dams. In addition, the theme allows an interdisciplinary approach more appropriate to technical courses integrated to high school. It was noticed a great interest and participation of the students during the application of the teaching sequence and a learning of the contents related to the themes. The students were able to develop and work on critical argumentation, decision making and the possibilities for active participation in society.

Keywords: Chemistry teaching. Science-technology-society (CTS). Chemical solutions. Professional education. Teaching sequence.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	8
2. REFERENCIAIS TEÓRICOS	11
2.1. Educação Profissional Técnica de Nível Médio articulada de forma integrada com o Ensino Médio	11
2.2. O enfoque CTS no ensino de química	13
3. METODOLOGIA	14
3.1. Contexto da Pesquisa	14
3.2. Coleta de dados	16
3.3. A elaboração e o desenvolvimento da sequência didática	16
3.3.1. Escolha do tema para a sequência didática	16
3.3.2. A sequência didática	18
3.3.3. A aplicação da Sequência didática	18
3.3.4. Análise e apresentação dos resultados	20
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	21
4.1. Análise das atividades realizadas na sequência didática	21
1º Momento – Aulas 1 e 2	21
2º, 3º e 4º momentos – Aulas 3 a 8	23
5º Momento – Aulas 9 e 10	25
6º Momento – Aulas 11 e 12	28
5. CONCLUSÃO	31
6. REFERÊNCIAS	32

1. INTRODUÇÃO

O ensino de Química, segundo os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM), deve permitir ao aluno compreender as transformações no mundo a sua volta sabendo discuti-las e analisá-las, apoiando-se na linguagem química desenvolvida para a tomada de decisões consciente, de forma autônoma, com uma argumentação própria. O objetivo é possibilitar a esse indivíduo julgar com fundamentos as informações advindas da tradição cultural, da mídia e da própria escola formando um cidadão capaz exercer um papel ativo na sociedade. Para isso, o ensino de Química deve abordar os conteúdos da área de forma ampla e integrada possibilitando ao aluno tanto a compreensão do conhecimento científico em si como a construção desse conhecimento e suas relações com as aplicações tecnológicas e questões ambientais, sociais, políticas e econômicas. Assim, a contextualização aproxima os conteúdos dos alunos e torna o ensino mais dinâmico e a aprendizagem mais eficaz e significativa distanciando de uma abordagem tradicional que ainda é muito comum nas salas de aulas brasileiras (CARDOSO *et al.*, 2016). Muitas vezes, o ensino de Química tem se limitado a transmissão de informações leis, conceitos isolados do cotidiano do aluno levando a um processo de memorização que não exige muito e tão pouco desenvolve o nível cognitivo dos alunos (PCNEM).

O conceito de “Soluções” é comumente trabalhado na disciplina de química. Sua importância no ensino é evidenciada pela ampla aplicação – em atividades do cotidiano, no funcionamento dos organismos vivos, nos processos industriais, análises químicas, etc (NIEZER, 2012). Apesar disso, é abordado nas aulas de química, em muitos casos, de forma tradicional sem relação com a vivência dos alunos e com foco nas relações quantitativas – cálculos, fórmulas e regrinhas que são exaustivamente aplicadas e cobradas dos alunos nos exercícios e avaliações – em detrimento dos aspectos qualitativos (ECHEVERRIA, 1996; NIEZER *et al.*, 2016).

Em relação às análises químicas o estudo de soluções é de extrema importância visto que, em muitos casos, as análises são realizadas em amostras que em sua maioria são soluções. É muito comum que durante a realização de alguns métodos de análises químicas as amostras sejam solubilizadas em um

solvente para posterior determinação além de ser necessário conhecer as características das soluções que formam as amostras analisadas.

Um dos profissionais responsáveis por realizar análises químicas, segundo a Resolução Normativa nº 36 de 25/04/1974 do Conselho Federal de Química, é o técnico em química de nível médio que deve ter um vasto conhecimento tanto sobre os aspectos quantitativos quanto qualitativos referentes às “Soluções”. Esse profissional pode ter uma atuação mais eficiente se conhecer mais características de suas amostras e de outras soluções que ele utiliza auxiliando na execução e na análise crítica das análises realizadas.

O profissional técnico em química de nível médio pode se formar através de um curso de educação profissional técnica de nível médio integrado ao ensino médio. Nessa modalidade de ensino, o currículo envolve uma integração da formação geral e técnica de forma orgânica possibilitando aos estudantes a participação ativa na sociedade em todas suas dimensões incluindo no mundo do trabalho. (Baracho et al, 2006, p. 69).

Diante desse contexto, o seguinte problema norteou o estudo: **Como ensinar o conteúdo “Soluções” para alunos de um curso técnico de química integrado ao nível médio, relacionado ao contexto do aluno, com uma abordagem ampla e mais adequada a um curso técnico integrado de química?**

O ensino de Química com um abordagem Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS) envolve relacionar os conteúdos da ciência com suas implicações tecnológicas e sociais. O estudante analisa os conteúdos de ciências em seu contexto tecnológico e social e assim, integram o conhecimento científico com seu cotidiano se aproximando do conhecimento (SANTOS E MORTIMER, 2000). Isso permite uma formação integral e ampla, pois uma abordagem CTS abarca a discussão do conhecimento científico, apontando os aspectos tecnológicos associados a esse saber e também a discussão dos problemas e tomadas de decisões no contexto social relacionadas ao tema científico (SANTOS E MORTIMER, 2002). Segundo Niezer *et al.*, 2016 devido à característica interdisciplinar do enfoque CTS a “construção cognitiva do novo ocorre por meio de intersecções com diferentes perspectivas de análise sobre as interferências da ciência e da tecnologia na vida em sociedade”.

O presente trabalho apresenta a análise da aplicação de uma sequência didática investigativa elaborada com uma abordagem CTS visando discutir o

conteúdo “Soluções” no âmbito da temática “Mineração” relacionando com suas questões sociocientíficas como composição mineral, extração e beneficiamento do minério, impactos socioambientais da atividade mineraria e consequências dos rompimentos das barragens de Mariana e Brumadinho.

O conteúdo foi discutido no contexto do tema “Mineração” devido, principalmente, ao rompimento da barragem de rejeitos de minério de ferro ocorrido em Brumadinho neste ano e ao contexto social e econômico em que os alunos da escola aonde foi aplicada a sequência didática se inserem. A escola em questão está situada na cidade de Betim, na região metropolitana de Belo Horizonte, próxima a cidade de Brumadinho. Além disso, a região apresenta uma atividade mineradora relevante sendo uma possibilidade de emprego para os futuros técnicos em química formados pela escola.

A sequência didática investigativa elaborada foi aplicada para alunos da primeira série do ensino médio integrado ao curso técnico de química em uma instituição da rede federal de educação tecnológica como parte de uma disciplina técnica. Esperou-se ampliar o conhecimento dos alunos sobre os aspectos quantitativos e qualitativos relacionados às “Soluções” possibilitando discussões mais amplas do tema envolvendo a inter-relação ciência-tecnologia-sociedade. Com isso, pretendeu-se também aplicar uma atividade que esteja mais alinhada com as ideias da educação profissional técnica de nível médio.

A pesquisa de caráter qualitativo foi realizada através da análise dos diferentes tipos de dados coletados: áudios, fotos e vídeos das aulas, o registro das atividades desenvolvidas pelos alunos e anotações de memória de campo.

É importante salientar que este trabalho não pretende discutir as questões relacionadas ao currículo de uma educação profissional técnica de nível médio integrado ao ensino médio, mas sim analisar as atividades aplicadas baseando-se no referencial teórico de CTS e ensino por investigação evidenciando as possibilidades da atividade aplicada para uma abordagem mais ampla e interdisciplinar nas aulas de química e possibilidade para uma aproximação de uma abordagem mais adequada a uma integração.

educandos à habilitação profissional técnica de nível médio ao mesmo tempo em que concluem a última etapa da Educação Básica. § 2º Os cursos técnicos articulados com o Ensino Médio, ofertados na forma concomitante, com dupla matrícula e dupla certificação, podem ocorrer:

I – na mesma instituição de ensino, aproveitando-se as oportunidades educacionais disponíveis;

II – em instituições de ensino distintas, aproveitando-se as oportunidades educacionais disponíveis;

III – em instituições de ensino distintas, mediante convênios de intercomplementaridade, com planejamento e desenvolvimento de projeto pedagógico unificado. (BRASIL, 1996)

Segundo as Diretrizes Curriculares Nacionais Gerais da Educação Básica a carga horária do ensino médio no âmbito da educação profissional técnica de nível médio tem uma carga horária maior que do ensino médio regular.

...a carga horária total do curso deve ser ampliada, a fim de assegurar, simultaneamente, o cumprimento das finalidades estabelecidas para a formação geral e as condições de preparação específica para o exercício das profissões técnicas. Assim, como regra geral, tem a carga horária total de, no mínimo, 3.200, 3.400 ou 3.600 horas, conforme o número de horas para as respectivas habilitações profissionais indicadas no Catálogo Nacional de Cursos Técnicos, além da carga horária eventualmente destinada a estágio profissional supervisionado e/ou a trabalho de conclusão de curso ou similar, e a avaliações finais. (BRASIL, 2013)

Quando o ensino médio é oferecido conforme uma **articulação integrada** da Educação Profissional Técnica de Nível Médio a carga horária mínima dessa etapa pode ser reduzida. Uma articulação integrada deve ser desenvolvida com uma ampla articulação assegurando que sejam trabalhadas habilidades relacionadas às questões de formação geral e de formação técnica específica além de otimizar os temas trabalhados evitando repetições.

Assim, dependendo do curso e do eixo tecnológico, pode ter como carga horária total mínima 3.000, 3.100 ou 3.200 horas de efetivo trabalho escolar, além da carga horária eventualmente destinada a estágio profissional supervisionado e/ou a trabalho de conclusão de curso ou similar. Se este curso for articulado mediante efetiva integração da formação técnica com o Ensino Médio, com o planejamento das atividades de ensino efetivamente integrado e não com duas formações distintas e meramente justapostas, não há como discordar que tais conteúdos, devidamente relacionados e contextualizados uns com outros, deixem de ser repetidos numa e noutra suposta “parte”, propiciando, assim, contração da carga

horária total do curso. É oportuno ressaltar a autonomia dos sistemas de ensino e seus estabelecimentos, à luz dos respectivos projetos político-pedagógicos, para definir carga horária superior aos mínimos aqui estabelecidos. O mesmo ocorre na concomitância em instituições de ensino distintas com projeto pedagógico unificado, em que há integração e não justaposição. (BRASIL, 2013)

Os cursos de educação profissional técnica de nível médio integrado ao ensino médio oferecidos pelos diferentes sistemas de ensino devem ser elaborados visando possibilitar uma formação ampla e integral do indivíduo envolvendo a cultura geral e técnica simultaneamente e com igual importância “*garantindo assim as condições dos estudantes para uma participação efetiva na sociedade em suas dimensões social, política, cultural e econômica, incluindo o mundo do trabalho, mas não se restringindo a ele ou a qualquer dessas dimensões isoladamente.*” Nessa modalidade de ensino, o currículo envolve uma integração da formação geral e técnica de forma orgânica (Baracho *et al.*, 2006, p. 69).

2.2. O enfoque CTS no ensino de química

A formação integral e ampla do estudante para a atuação na sociedade é uma das premissas de um currículo baseado em uma abordagem de Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS). No que se refere à ciência, uma abordagem CTS abarca a discussão do conhecimento científico, apontando as tecnologias e aspectos tecnológicos associados a esse conhecimento científico e também a discussão dos problemas e tomadas de decisões no contexto social que envolvam o tema científico (SANTOS E MORTIMER, 2002).

Segundo Santos e Mortimer (2002), “a proposta curricular CTS corresponderia, portanto, a uma integração entre educação científica, tecnológica e social, em que os conteúdos científicos e tecnológicos são estudados juntamente com a discussão de seus aspectos históricos, éticos, políticos e sócio-econômicos (LÓPEZ e CERESO, 1996)”. Essa discussão pode envolver diversas áreas do conhecimento e ser facilitada em um curso com currículo integrado onde os temas de várias áreas do conhecimento como o caso de educação profissional técnica de nível médio integrado ao nível médio.

3. METODOLOGIA

Os aspectos metodológicos que delimitaram este trabalho para a elaboração e análise da aplicação da sequência didática são apresentados aqui se dividindo em quatro itens: Contexto da pesquisa, Coleta de dados, A elaboração e o desenvolvimento da sequência didática, A aplicação da sequência didática e Análise e apresentação dos resultados.

3.1. Contexto da Pesquisa

A pesquisa foi realizada em uma escola Rede Federal de Educação Tecnológica, localizada em Betim, cidade da região metropolitana de Belo Horizonte em Minas Gerais. A escola funciona nos três turnos e oferece os cursos técnicos de nível médio de Automação Industrial, Mecânica e Química articulados com o Ensino Médio na forma integrada (os alunos de cada um desses cursos estudam nos turnos da manhã e tarde) e também os cursos de nível superior de Engenharia de Controle e Automação e Engenharia Mecânica (cursos no período noturno).

A escola apresenta em 2019, 783 alunos matriculados sendo 459 alunos distribuídos em 14 turmas de nível médio e 324 alunos de nível superior. Possui 95 servidores, sendo 60 docentes e 30 técnicos administrativos com diversas funções e formações: secretários, bibliotecários, assistentes de alunos, pedagogos, entre outros.

A estrutura da escola é composta de auditório (190 lugares), biblioteca, laboratórios de informática, ginásio de esportes, laboratórios de química (compartilhado com a área de física), laboratórios de mecânica, laboratórios de automação, sala de desenho além dos espaços para as atividades dos servidores como secretaria, sala de coordenação etc. São 11 as salas de aulas disponíveis com cerca de 40 carteiras cada, equipadas com quadro branco e projetor. A escola oferece os recursos básicos como papel, pincel e impressão para os professores e internet banda larga, Wi-Fi com acesso liberado aos alunos e professores. A cantina localizada na escola é terceirizada bem como um setor para cópias e impressões.

O município de Betim onde se localiza a escola a tem sua economia ancorada principalmente na indústria de produção de automóveis e de autopeças e no refino de derivados do petróleo além de siderúrgicas que produzem ferro, aço e ferro gusa

(MONITOR FJP, 2015). Segundo o IBGE, a força econômica de Betim se concentra nas indústrias e serviços sendo responsável por 27% do seu PIB no ano de 2016. Os cursos de educação profissional e tecnológica oferecidos pela escola estão de acordo com o eixo tecnológico escolhido em virtude do Polo Industrial já consolidado em Betim desde 1960.

A pesquisa foi desenvolvida em duas turmas, T1 e T2, do 1º ano do ensino médio integrado ao curso de técnico de química. A turma T1 era composta por 30 alunos sendo 23 meninas e 7 meninos enquanto que a turma T2 era composta por 31 alunos sendo 20 meninas e 11 meninos, os alunos de ambas as turmas tinham idade entre 15 e 17 anos, alfabetizados. É relevante salientar que a escola apresenta um processo seletivo bastante concorrido para ter acesso à matrícula.

O curso técnico de química integrado ao ensino médio apresenta uma matriz curricular com cerca de 3200 horas sendo 2000 horas compostas por disciplinas do chamado “núcleo básico” que engloba as disciplinas de formação geral (português, matemática, história etc) e as outras 1200 horas são destinadas as disciplinas da chamada “formação técnica” composta por disciplinas específicas do curso técnico de química como química analítica, físico-química, operações unitárias etc. Na teoria, o curso técnico de química é oferecido articulado ao ensino médio na forma integrada, mas essa integração não é observada na prática. As disciplinas são ofertadas de forma separada sem a integração entre formação geral e técnica.

A sequência didática foi aplicada como parte das atividades de uma disciplina denominada Introdução à Química Laboratorial (IQL) que faz parte da “formação técnica” na qual o pesquisador principal é o professor. A aplicação das atividades não causou nenhum prejuízo acadêmico aos alunos uma vez que o tema abordado faz parte do currículo do curso além de ser considerado importante para a educação científica e formação do técnico em química. Antes de iniciar os trabalhos foi realizada uma conversa com a direção da escola e com os alunos explicando a pesquisa e as atividades. Nessa conversa, alguns alunos demonstraram grande interesse visto que muitos deles conheciam pessoas envolvidas de forma direta ou indireta no rompimento da barragem de Brumadinho.

O professor responsável pela aplicação e pela pesquisa é licenciado em Química pela Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) com mestrado em Engenharia Metalúrgica, Materiais e de Minas também pela UFMG e trabalha na área de educação desde 2008, cerca de 11 anos. Atualmente é professor efetivo na

referida escola desenvolvendo com os alunos da instituição outros projetos nas áreas de ensino, pesquisa e extensão. Também é técnico em Química formado pelo Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais (CEFET-MG) tendo trabalhado como técnico de 2004 a 2012 em diversas áreas: têxtil, saúde, farmácia, geografia, geologia e petrolífera.

Nesse sentido, para a realização da pesquisa, houve a anuência da escola para o desenvolvimento da Sequência Didática através da Autorização para realização da pesquisa, bem como a anuência dos alunos e seus responsáveis, por meio das assinaturas do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido dos alunos e do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido dos responsáveis pelos alunos, respectivamente.

3.2. Coleta de dados

O desenvolvimento e aplicação da sequência didática foram registrados em fotos, áudios, vídeos e nos diários de campo produzidos pelo professor pesquisador. No diário de campo foram registradas algumas observações do professor-pesquisador realizadas durante a aplicação das atividades como as etapas da aula, ações do professor e dos alunos, materiais utilizados, anotações feitas pelos alunos no decorrer da aula, possíveis diferenças entre o que foi planejado e o que foi realizado e outras observações que o professor considerou relevante. O registro no diário de campo permite ao professor fazer uma análise da sua prática docente e do processo de ensino-aprendizagem para possíveis modificações e aperfeiçoamentos (EL-HAMMOUT, 2002).

As atividades desenvolvidas pelos alunos durante a aplicação da sequência didática foram arquivadas e analisadas segundo o referencial teórico embasado pelos autores com finalidade de atingir os objetivos da pesquisa.

3.3. A elaboração e o desenvolvimento da sequência didática

3.3.1. Escolha do tema para a sequência didática

Neste trabalho já foi mencionada a importância de se trabalhar estratégias de ensino com um enfoque CTS e por isso a escolha de se desenvolver uma sequência didática com tal abordagem. Segundo Zabala (1998), sequência didática é uma

proposta metodológica que apresenta um conjunto de atividades organizadas e articuladas com finalidade educacional, cujo início e fim são conhecidos pelo professor e pelos alunos. A sequência didática foi elaborada para trabalhar o conteúdo “Soluções” no âmbito do tema “Mineração” um tema muito importante e relevante para o contexto dos alunos. A escolha desse tema será discutida a seguir.

Na tarde do dia 25 de janeiro de 2019 houve o rompimento de uma das barragens da mina Córrego do Feijão, em Brumadinho (MG), sob responsabilidade da empresa Vale. Os 12 milhões de metros cúbicos de rejeitos úmidos de minério de ferro atingiram inicialmente as instalações da Vale, percorreram uma grande distância atingindo parte da comunidade da Vila Ferteco alcançando a cidade de Brumadinho chegando ao rio Paraopeba¹. O grande número de vítimas² (252 até o momento), o número de atingidos diretamente e indiretamente e as consequências socioambientais evidenciaram a gravidade do ocorrido.

Desde então, muitas notícias, estudos e pesquisas envolvendo o rompimento de barragens, as consequências da mineração, a caracterização do minério e de seu rejeito, entre outros começaram a ser divulgadas amplamente nas mídias. O professor pesquisador principal deste trabalho ficou muito tocado com o desastre diante da proximidade à cidade em que reside, Belo Horizonte, e por conhecer pessoas afetadas bem como alguns locais atingidos. Outra questão que ele notou foi que durante suas aulas de Introdução à Química Laboratorial, não teve a oportunidade de discutir o acontecido em Brumadinho.

Além do problema da falta de discussão de uma situação com tantos impactos sociais e ambientais que agregaria muito na formação pessoal dos alunos, existia o fato de que muitos desses poderão trabalhar na área de mineração e até na própria empresa Vale visto que estão se formando para serem futuros técnicos em química. Ressalta-se assim, a importância de um técnico em química discutir os conteúdos da química considerando as questões que se inter-relacionam com a tecnologia e a sociedade. Muitas atividades desempenhadas por esse profissional envolvem essa relação. Dessa forma, a Mineração, abordando principalmente a extração e beneficiamento do minério de ferro, foi escolhida como tema controverso para elaboração e desenvolvimento da sequência didática.

¹ Barragem de rejeitos rompe e atinge Brumadinho e distritos. Disponível em: <<https://www.correiobraziliense.com.br/app/noticia/brasil/2019/01/25/interna-brasil,732919/barragem-de-rejeitos-da-vale-rompe-e-causa-destruicao-em-brumadinho-m.shtml>> Acesso em: 10 jul. 2019.

² Número de vítimas. Disponível em: <<https://g1.globo.com/mg/minas-gerais/noticia/2019/10/25/brumadinho-policia-civil-diz-que-investigacoes-sobre-desastre-da-vale-estao-em-reta-final.ghtml>> Acesso em: 27 out. 2019.

3.3.2. A sequência didática

O Brasil é um dos grandes exportadores mundiais de minério de ferro sendo que Minas Gerais contribui com uma parte importante dessas exportações. A mineração afeta de diversas formas a região onde está instalada e é um assunto controverso, visto que as vantagens e desvantagens geram discussões sobre o custo benefício dessa operação. Nos últimos anos essas discussões estão em alta como consequências dos rompimentos das barragens do Fundão em Mariana (2015) e do Córrego do Feijão em Brumadinho (2019). Para entender melhor os impactos e consequências da mineração e dos desastres ocorridos foi elaborada uma sequência didática para discutir os aspectos sócio-científicos relacionados a esse tema.

Iniciamos a sequência apresentando o tema aos alunos discutindo seus conhecimentos prévios acerca do mesmo. Em seguida analisamos a composição química do minério, os aspectos econômicos bem como os aspectos tecnológicos relacionados ao processo de extração.

Para entender melhor as consequências dos rompimentos das barragens foi estudada a composição química dos rejeitos de minério abordando os conceitos de dispersão, solubilidade e concentração de soluções. Foram analisados os laudos técnicos das análises referentes à qualidade do Rio Doce (após o rompimento em Mariana) e do Rio Paraopeba (após o rompimento em Brumadinho). Neste momento, a toxicidade e as consequências da alteração nos valores dos parâmetros analisados nos laudos foram abordadas.

Com a sequência didática esperou-se aprimorar a capacidade dos alunos de ler e interpretar gráficos, laudos e notas técnicas, entender e aplicar o conceito de soluções e concentração de soluções, compreender os aspectos relacionados à mineração – composição química do minério e dos rejeitos, processo de extração, impactos socioambientais, entender as consequências dos desastres de Mariana e Brumadinho.

3.3.3. A aplicação da Sequência didática

A sequência didática foi aplicada em 6 momentos distribuídos em 12 aulas de 50 minutos. O professor tinha duas aulas de 50 minutos seguidas com cada turma por semana e dessa forma as atividades de cada momento foram desenvolvidas em duas aulas seguidas. O quadro 1 apresenta o resumo das atividades realizadas na aplicação da sequência didática.

Momentos	Aulas	Atividades	Objetivos das atividades
1	1	Atividade 1.1 – Reflexão – O que você sabe sobre a mineração e seus impactos? O que você sabe sobre o rompimento das barragens em Mariana e em Brumadinho?	Introduzir o tema com os alunos e discutir suas ideias sobre o assunto Mineração e sobre soluções.
	2	Atividade 1.2 – Vamos entender melhor o rompimento da barragem de rejeitos da mina Córrego do Feijão, em Brumadinho (MG)?	Analisar uma reportagem sobre o rompimento da barragem em Brumadinho e discutir com os alunos suas ideias.
2	3	Atividade 2.1 – Análise da Nota técnica emitida pela Fiocruz em 01/fev/2019 com a Avaliação dos impactos sobre a saúde do desastre da mineração da Vale (Brumadinho).	Conhecer o que é uma nota técnica. Discutir as consequências do desastre de Brumadinho presentes na nota técnica.
	4	Atividade 2.2 – O que é o minério?	Conhecer a composição química do minério de ferro e os aspectos econômicos da mineração.
3	5	Atividade 3.1 – Processos da Mineração - De onde vem a lama presente nas barragens da mineração?	Conhecer as características e os processos envolvidos na mineração do minério de ferro.
	6	Atividade 3.2 - Quais as características da lama de rejeitos?	Conhecer a composição físico-química da lama de rejeitos gerada no beneficiamento do minério de ferro. Compreender as características das dispersões – soluções, colóides e suspensão.
	Em casa	Atividade 3.3 – <i>Pra fazer:</i> Recordando – Curva de Solubilidade	Rever o conceito de solubilidade e o processo de dissolução.
4	7	Atividade 4.1 – <i>Pra fazer:</i> Análise de laudo técnico sobre acidente de Mariana.	Estudar as concentrações de soluções, suas unidades e cálculos analisando os laudos da análise dos sedimentos do rio Doce após rompimento em Mariana. Analisar os parâmetros de qualidade dos sedimentos do rio comparando com valores de referência.
	8	Atividade 4.2 – <i>Pra Fazer:</i> Análise de laudo técnico sobre acidente de Brumadinho.	Estudar as concentrações de soluções, suas unidades e cálculos analisando os laudos da análise da água do rio Paraopeba após o rompimento em Brumadinho. Analisar os parâmetros de qualidade dos sedimentos do rio comparando com valores de referência.

5	9 e 10	Atividade 5 – Atividade prática investigativa – Análise dos parâmetros de qualidade da água: Turbidez, pH e oxigênio dissolvido em uma amostra de água.	Conhecer o procedimento para a determinação do pH, turbidez e oxigênio dissolvido em uma amostra de água. Realizar esses procedimentos no laboratório. Discutir a importância da análise desses parâmetros para controle de qualidade da água.
6	11 e 12	Atividade 6 – SEMINÁRIOS: Apresentação da análise do Informativo dos parâmetros de qualidade das águas nos locais monitorados ao longo do Rio Paraopeba.	Conhecer o laudo técnico das análises da água do rio Paraopeba após o rompimento da barragem da mina de Córrego do Feijão. Fazer uma análise com mais detalhes desse laudo analisando os parâmetros em cada ponto de coleta de amostra no rio. Produzir um seminário para divulgar essa análise dos dados.

Quadro 1 – Estrutura da Sequência Didática.

Algumas das atividades presentes na sequência didática foram elaboradas pelo professor pesquisador principal enquanto outras foram adaptadas de alguns materiais (De Negri *et al.*, 2016; Celestino *et al.*, 2019; Mortimer e Machado, 2013).

3.3.4. Análise e apresentação dos resultados

Os resultados serão apresentados e analisados de acordo com o referencial teórico do trabalho. Devido ao amplo trabalho e restrição de tempo, optamos por discutir três dos momentos da aplicação da sequência didática – 1, 5 e 6. Nesses momentos foram desenvolvidas atividades com características diferentes e os resultados foram interessantes além de ser as atividades em que os alunos mais se envolveram.

Um resumo das atividades desenvolvidas nos momentos 2, 3 e 4 é apresentado nos resultados em forma de um quadro.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A maior parte das atividades, do 1º ao 4º momento da sequência didática, foi realizada em sala de aula com os alunos distribuídos em grupos com até 4 integrantes. A divisão dos grupos ocorreu livremente entre os alunos. Para agilizar o início das atividades e evitar transtornos com a arrumação do espaço, o professor chegava antes do início das aulas e agrupava as carteiras. Ao chegarem à sala, os alunos sentavam-se no local de preferência. Nos demais momentos, o local da aula e a organização dos alunos foram diferentes.

4.1. Análise das atividades realizadas na sequência didática

1º Momento – Aulas 1 e 2

Na primeira aula a sequência didática foi apresentada explicando com seria aplicação e o tema a ser estudado. Os alunos demonstraram-se motivados com a proposta, principalmente com o tema escolhido. Em seguida foram aplicadas duas atividades para levantar o conhecimento prévio dos alunos relativos à Mineração e às questões relacionadas ao tema.

Atividade 1.1 – Reflexão – O que você sabe sobre a mineração e seus impactos? O que você sabe sobre o rompimento das barragens em Mariana e em Brumadinho?

Os alunos discutiram com o grupo algumas perguntas sobre a Mineração e registraram suas respostas em um questionário. As perguntas abordavam questões relacionadas: aos processos da mineração – De onde vêm os metais? Como ocorre a extração e quais processos físico-químicos envolvidos? Quais aparatos tecnológicos são utilizados?; às questões socioambientais envolvidas – Quais as consequências socioambientais da mineração?; Quais benefícios e problemas as mineradoras podem trazer para a sociedade, ambiente, as ciências, as tecnologias, entre outros?; aos rompimentos das barragens em Mariana e Brumadinho – Você teve conhecimento sobre o rompimento das barragens? Quais as consequências em relação à cultura, à saúde, ao social, aos direitos?; e sobre alternativa de uma mineração com menos riscos e malefícios. As respostas foram socializadas entre os alunos. O professor apenas conduziu a ordem das respostas incentivando a participação de todos os grupos durante a exposição.

Alguns alunos durante a discussão com os grupos tentavam buscar as respostas consultando a internet com o auxílio do celular e o professor precisou enfatizar que se tratava de um questionário sobre o conhecimento prévio e que não era para fazer tais pesquisas. Outros alunos tentando escrever as respostas certas perguntavam ao professor se estavam corretos. O professor orientava que eles deveriam discutir suas respostas com o grupo. Essas atitudes mostram um comportamento comum nas aulas com uma metodologia tradicional em que os alunos, ao responder aos questionários, buscam uma resposta pronta e certa na internet ou em uma fonte “inquestionável” – o professor. Muitas vezes sem discuti-la com outros colegas.

A maioria dos grupos mostraram que tinham certo conhecimento sobre os metais e minerais ao responderem à questão: De onde vêm os metais? As respostas continham vários termos como rochas magmáticas intrusivas, escudo cristalino, intemperismo, como por exemplo, na resposta de um dos grupos:

“Os metais são provenientes de antigas estruturas geológicas, os escudos cristalinos, formados por rochas magmáticas intrusivas.”

Os alunos mencionaram que estudaram a formação geológica do quadrilátero ferrífero nas aulas de geografia. E nesse momento ficou explícita a troca ocorrida durante esse tipo de atividade. Os alunos mostraram ao professor pesquisador um conhecimento além das aulas de química.

Nenhum grupo demonstrou ter conhecimento dos processos de extração do minério e dos aparatos tecnológicos envolvidos. No entanto, determinados grupos citaram alguns processos de separação de misturas que foram estudados em outros momentos. Também demonstraram dificuldade de entender o que seriam processos físico-químicos, alegando que dessa forma não conseguiram responder satisfatoriamente.

Os alunos foram capazes de exemplificar os benefícios e malefícios trazidos pelas mineradoras. As turmas demonstraram um nível baixo de satisfação com as mineradoras – três em uma escala de zero a dez.

Em relação aos rompimentos das barragens em Mariana e Brumadinho, todos os grupos revelaram que tiveram conhecimento da situação e discutiram bastante os impactos gerados pelo ocorrido. Uma dificuldade comum entre os grupos foi

mencionar os impactos gerados em relação à cultura. Com a condução do professor fazendo perguntas direcionadas, os alunos foram capazes de responder a tal questão.

Atividade 1.2 – Vamos entender melhor o rompimento da barragem de rejeitos da mina Córrego do Feijão, em Brumadinho (MG)?

Na atividade 1.2 os alunos assistiram uma reportagem sobre o rompimento da barragem. A matéria abordou as consequências geradas pelo rompimento, o número de vítimas e de atingidos, a composição do minério de ferro e seu processo de extração, a composição da lama de rejeito e sua toxicidade. A reportagem também mostrou o posicionamento do presidente da empresa Vale sobre o ocorrido.

Os alunos discutiram com o grupo algumas perguntas a fim de sistematizar as informações obtidas na reportagem assistida. Ao final, os alunos debateram se foram afetados pelo desastre e se a empresa, Vale, tem responsabilidade sobre o ocorrido.

Em seguida, os alunos socializaram as respostas dos seus grupos demonstrando entendimento sobre as informações passadas pelo vídeo. Uma aluna mencionou que foi afetada diretamente por morar em Brumadinho. Ela comentou que por se tratar de uma cidade pequena, a maioria dos moradores conheciam ou sabiam de pessoas que foram afetados pela lama. Devido ao nível de proximidade, a comunidade se abalou. Disse também que houve uma comoção para ajudar os mais afetados. Nesse momento toda a turma estava prestando atenção na fala da aluna, demonstrando um grande interesse no relato. Essa situação aproxima os conteúdos dos alunos fazendo a aprendizagem ser mais dinâmica e significativa como evidencia Cardoso *et al.* (2016). Outros alunos comentaram que foram afetados indiretamente ao se colocarem no lugar dos atingidos.

2º, 3º e 4º momentos – Aulas 3 a 8

O quadro a seguir mostra um resumo do que foi realizado nos 2º, 3º e 4º momentos:

Momento	Atividades	O que foi feito?
2°	Atividade 2.1 – Análise da Nota técnica emitida pela Fiocruz em 01/fev/2019 com a Avaliação dos impactos sobre a saúde do desastre da mineração da Vale (Brumadinho).	Os alunos compreenderam o que é uma nota técnica e como ela pode ser utilizada pelo setor público para a tomada de decisões. Discutiram quais dados foram utilizados pela instituição de pesquisa responsável para a elaboração da nota técnica (Fiocruz), sobre a Fiocruz e os pesquisadores que redigiram a nota, a importância dessas instituições para a sociedade além do conteúdo da nota que abordava as consequências na área saúde após desastre de Brumadinho.
	Atividade 2.2 – O que é o minério?	Os aspectos econômicos da mineração foram avaliados. Os alunos puderam recordar os conceitos de substância e mistura (homogênea e heterogênea) classificando o minério de ferro abordando sua composição química. Também foram realizados os cálculos de pureza do minério. Aqui a definição de soluções foi trabalhada.
3°	Atividade 3.1 – Processos da Mineração - De onde vem a lama presente nas barragens da mineração?	Foram apresentados os processos de extração e beneficiamento do minério de ferro e os alunos discutiram a composição formação e a composição da lama de rejeitos. Os alunos identificaram, na extração e beneficiamento do minério de ferro, alguns processos de separação de misturas estudados em aulas anteriores de química.
	Atividade 3.2 - Quais as características da lama de rejeitos?	Os alunos avaliaram os resultados de uma análise granulométrica da lama de rejeitos da Barragem da Mina Córrego do Feijão e classificaram a lama em relação ao tamanho das partículas dispersas – solução, colóides e suspensão. Também relacionaram essa classificação com algumas características da lama como natureza, visibilidade e sedimentação das partículas dispersas, possibilidade de filtração etc.
	Atividade 3.3 – <i>Pra fazer</i> : Recordando – Curva de Solubilidade	O mecanismo de dissolução, solubilidade e o coeficiente de solubilidade foram recordados pelos estudantes. Nessa atividade justificaram o fato da lama de rejeito apresentar partículas dissolvidas e não dissolvidas.
4°	Atividade 4.1 – <i>Pra fazer</i> : Análise de laudo técnico sobre acidente de Mariana.	Os estudantes trataram dos impactos da chegada da lama de rejeitos ao Rio Doce através da análise dos os laudos da análise dos sedimentos do rio Doce após rompimento da barragem em Mariana. Os alunos calcularam as concentrações, em %p, de alguns metais nos sedimentos do Rio Doce e o classificaram em não poluído, moderadamente poluído e altamente poluído de acordo com os critérios da Companhia Ambiental do Estado de São Paulo- CETESP. Para isso, transformaram a concentração para mg/g trabalhando diferentes formas de representar concentrações em amostras sólidas.

	<p>Atividade 4.2 – Pra Fazer: Análise de laudo técnico sobre acidente de Brumadinho.</p>	<p>Os alunos avaliaram a situação do Rio Paraopeba em relação aos parâmetros de qualidade para água tipo 2 da COPASA – Companhia de Saneamento de Minas Gerais. Os alunos calcularam as concentrações de alguns metais em mg/L, %m/v e mol/L, em um dos pontos de coleta, baseando-se nos resultados expostos no laudo de análise da água do Rio Paraopeba. Trabalharam diferentes formas de representar concentrações em amostras líquidas.</p>
--	---	--

Quadro 2: Resumo das atividades realizadas em alguns momentos da sequência didática aplicada.

5º Momento – Aulas 9 e 10

Durante a realização das atividades no 4º momentos os alunos analisaram alguns resultados apresentados no Informativo dos parâmetros de qualidade das águas nos locais monitorados ao longo do Rio Paraopeba, após o desastre na barragem complexo da Mina Córrego Feijão. No 5º momento da sequência didática os alunos realizaram uma atividade prática para a determinação de alguns dos parâmetros – pH, turbidez e oxigênio dissolvido – para analisar a qualidade de uma amostra de água.

A atividade prática foi realizada no laboratório de química da escola sendo os alunos divididos em grupos de 3 integrantes para adequação ao espaço na bancadas e também à atividade a ser realizada conforme imagem representada na figura a seguir.



Figura 1: Imagem dos alunos realizando a atividade prática.

Atividade 5 – Atividade prática investigativa – Análise dos parâmetros de qualidade da água: Turbidez, pH e oxigênio dissolvido em uma amostra de água.

A atividade se iniciou com um problema que é determinar a qualidade de uma amostra de água considerando os valores dos parâmetros – pH, turbidez e oxigênio dissolvido – de qualidade das águas do tipo 2 definidos pela COPASA. Os alunos se mostraram motivados e interessados para a realização da atividade.

As atividades práticas possibilitaram a contextualização do conteúdo e a aproximação à realidade dos alunos. Os alunos receberam um roteiro da atividade prática com procedimentos e perguntas direcionadas para uma aula prática investigativa e não apenas de reprodução de um passo a passo. Assim, a atividade prática pode promover uma aprendizagem mais autônoma e efetiva na qual os alunos participam do processo de aprendizagem e o professor atua como facilitador.

pH

A análise do pH foi realizada com o pHmetro e alguns alunos mencionaram a surpresa em saber como é realizada e medida. Segundo um dos alunos, o termo pH é “muito falado” nas aulas de química e em outras disciplinas como biologia, por exemplo, e no entanto eles não sabiam como era medido. Durante a medição alguns alunos se interessaram no funcionamento do equipamento e perguntaram ao professor como “aquele tubo de vidro consegue medir o pH?” O professor explicou, com as devidas limitações por se tratar de alunos do 1º ano do ensino médio, o funcionamento e disse que os alunos estudaria melhor o equipamento nos próximos anos de curso. Os alunos demonstraram-se interessados. Após a realização da medida os alunos responderam as perguntas e registraram as respostas.

Turbidez

Os estudantes realizaram as medidas de turbidez em um turbidímetro. Os alunos analisaram uma amostra de água com terra (simulando a água de um rio) e uma amostra de água de torneira. Conhecendo a definição de turbidez os alunos explicaram a diferença nos valores de turbidez da amostra.

As aulas práticas investigativas possibilitam um processo de aprendizado rico e participativo. O aluno é instigado a refletir sobre suas ações, fazer uma análise crítica dos resultados e propor hipóteses para explicar algumas observações. Uma passagem da aula foi descrita a seguir a fim de exemplificar esse processo.

Certo momento, um dos alunos ao observar que havia sedimentos na água com terra, perguntou ao professor: “Se a gente agitar essa água a turbidez vai aumentar?” O professor respondeu: “Faça o teste!” Então, o aluno fez a medida da água após a agitação e notou que a turbidez aumentou. Outro aluno disse: “É porque a terra suspensa reflete mais luz.” Indicando uma aplicação e uma ampliação do conhecimento.

Em seguida, o professor perguntou à turma: “O valor de turbidez que medimos aqui no laboratório é o mesmo que medido no rio?” e “O valor de turbidez

varia ao longo do rio?” Um terceiro aluno respondeu: “Não. Em diferentes locais do rio tem uma agitação diferente por causa da correnteza.” E um quarto aluno completou: “Tem as quedas d’água também.” Nesse momento o professor perguntou a turma: “Como seria mais adequado a realização da medida de turbidez se aqui no laboratório não reflete as condições do rio?” Um dos alunos respondeu: “Leva o equipamento para fazer a medida no rio.”

Os alunos já haviam utilizado o turbidímetro na aula e perceberam a viabilidade de realizar a medida nas margens do rio porque a medida é fácil de realizar e o aparelho funciona à pilha.

Esses registros mostram como uma atividade prática investigativa com enfoque CTS pode gerar algumas questões que inicialmente não estavam propostas no roteiro da aula. A liberdade do aluno de observar e investigar possibilita que ele se arrisque e se interesse pela construção do conhecimento como afirma Niezer (2012):

O enfoque CTS por meio da experimentação requer, em sala, o estabelecimento de interações discursivas pelas falas dos alunos e de professores, o que permite a troca de informações e instiga a curiosidade pelo processo experimental.

Dessa forma, o processo de ensino-aprendizagem deixa de ter um caráter de assimilação de um conhecimento pronto e passa a se mostrar aos alunos de forma colaborativa e construtiva.

Oxigênio dissolvido

O procedimento de determinação da concentração de oxigênio dissolvido foi mais complexo com algumas etapas, pois utilizava a técnica de titulação indireta. Os alunos realizaram os procedimentos (adição de reagentes, agitação, deixar em repouso etc) e registraram as observações sobre o sistema após cada etapa. Os alunos ficaram muito animados durante essa parte por causa das diferentes mudanças visuais do sistema.



Figura 2: Imagens do sistema após algumas etapas durante a determinação de oxigênio dissolvido.

Em seguida, os alunos responderam a um questionário sobre a explicação das observações de realizadas em cada uma das etapas. Após esse questionário os alunos lerem um texto que explicava cada uma das etapas e assim, eles puderam comparar as suas respostas com as informações presentes no texto e fazer reformulações necessárias. Por fim, os estudantes calcularam a concentração de oxigênio dissolvido utilizando as equações químicas do processo. Diversos conteúdos foram discutidos na aula como equações químicas iônicas e globais, espécie que oxidou espécie que reduziu estequiometria da reação global, função de cada um dos reagentes adicionados etc.

Dessa forma, os alunos realizaram os procedimentos, analisaram os resultados e discutiram a qualidade da água analisada. A atividade prática possibilitou a realização dos procedimentos de análise desses parâmetros que são realizados nos laboratórios de análises. Os alunos também fizeram uma análise crítica do procedimento e dos resultados obtidos. Além disso, a realização dessa atividade práticas foi importante para a formação profissional dos alunos do curso técnico de química visto que essas análises são comumente realizadas no âmbito das análises de água. É uma oportunidade também de trabalhar a parte da técnica de análise em si com a utilização de vidrarias e equipamentos comuns no laboratório de química.

6° Momento – Aulas 11 e 12

No momento 6 os alunos foram distribuídos em grupos de até 6 alunos e a apresentação dos seminários foi aberta ao público da escola e realizada no auditório. Como os seminários eram atividade mais complexa foi decido montar grupo com mais alunos.

Atividade 6 – SEMINÁRIOS – Apresentação da análise do Informativo dos parâmetros de qualidade das águas nos locais monitorados ao longo do Rio Paraopeba

Os alunos realizaram um seminário para a divulgação dos dados presentes no *“Informativo dos parâmetros de qualidade das águas nos locais monitorados ao longo do Rio Paraopeba, após o desastre na barragem B1 no complexo da Mina Córrego Feijão da Mineradora Vale/SA no município de Brumadinho – Minas Gerais de 24 de junho de 2019.”* Esse informativo apresenta os resultados das análises de diversos parâmetros – pH, turbidez, oxigênio dissolvido, metais etc – da água do Rio Paraopeba coletada em diversos pontos desde Brumadinho até a represa de Três Marias. Esse documento apresenta resultados das análises realizadas desde o dia do rompimento da barragem em Brumadinho até início do mês de junho.

Os alunos, como em uma audiência pública, divulgaram os resultados da análise de água do Rio Paraopeba apresentando uma conclusão sobre a qualidade da água. Como o documento apresentava muitos resultados o professor solicitou que os alunos abordassem no seminário: a contextualização do tema; a distribuição dos pontos de coleta; pontos importantes para analisar a água para consumo; parâmetros e qualidade da água – turbidez, oxigênio dissolvido, pH e dois parâmetros inorgânicos escolhidos pelo professor (dentre estes: ferro, alumínio, chumbo, cobre, cádmio, cromo, manganês, mercúrio, bário, níquel, selênio e zinco) apresentando o limite permitido; os danos para o ambiente e seres vivos devido ao excesso desses parâmetros na água; como são realizadas as análises dos dois parâmetros inorgânicos apresentados incluindo a técnica de análise e um resumo do procedimento; avaliação da variação dos valores dos parâmetros indicados para o grupo com o tempo apresentando em tabelas e gráficos; uma discussão da variação dos parâmetros indicando as consequências da alteração dos valores e a toxicidade dos parâmetros inorgânicos; imagens que julgarem necessárias e outras informações que julgassem necessárias.

A apresentação dos seminários foi aberta a comunidade escolar e os alunos se dedicaram muito para apresentar um bom trabalho. Para a apresentação os alunos de todos os grupos se vestiram com roupas mais formais como camisa, calça e sapatos sociais, vestidos, alguns alunos estava até de terno. Os alunos justificaram tal preparação alegando que se tratava de uma audiência pública e gostariam de “passar credibilidade e seriedade” visto que poderiam estar presentes

na audiência a população e representantes do poder público.

As apresentações foram assistidas por alguns alunos de outras turmas e outros professores. O empenho dos alunos ficou evidente nas boas apresentações dos seminários com falas coerentes e materiais de qualidade elaborados para a apresentação.

Durante as apresentações os estudantes se utilizaram de termos e conhecimentos desenvolvidos nas aulas anteriores da sequência didática demonstrando um domínio do conhecimento. Também apresentaram conhecimentos novos ao pesquisar os motivos da variação de alguns parâmetros ao longo do tempo mostrando uma motivação para o aprendizado. Niezer (2012) relata que esse interesse e motivação na aprendizagem de química podem ser devida “a inserção na didática de trabalho, de atividades que auxiliem os alunos na compreensão dos conceitos atribuídos à ciência, por meio de leitura, interpretação e reconstrução de textos científicos.”

5. CONCLUSÃO

A sequência didática com uma abordagem CTS elaborada e aplicada se mostrou como uma alternativa para o ensino do conteúdo “Soluções” para alunos de um curso técnico de química integrado do ensino médio. O tema Mineração aproximou o conteúdo do contexto do aluno aumentando seu interesse pelas aulas e atividades.

Os diferentes tipos de atividades favoreceram o interesse e aprendizagem dos alunos, pois se mostraram dedicados e motivados durante a realização das atividades em grupo, da atividade prática e da apresentação dos seminários. A prática conduzida de forma investigativa e com enfoque CTS evidenciou a possibilidade de troca entre professor e alunos no processo de ensino-aprendizagem. Nos seminários os alunos confirmaram o domínio dos conteúdos sobre soluções e sobre o tema controverso ao utilizar um vocabulário com termos específicos da área de conhecimento e apresentar informações que vão além do que foi trabalhado na sequência didática.

Esse tema controverso por ter um aspecto tecnológico bem evidente também contribuiu para as discussões relacionadas à inter-relação ciência-tecnologia-sociedade. Os alunos se envolveram nos debates sobre o custo-benefício das mineradoras para a sociedade, discutindo as consequências – sociais, ambientais, econômicas, entre outras – dessa atividade. Também se mostraram mais preparados para a argumentação crítica e tomadas de decisões sobre temas importantes na sociedade.

Por fim, a elaboração e a aplicação da sequência didática para os alunos do 1º ano do ensino médio integrado com o curso técnico de química gerou um grande aprendizado para os alunos e também para o professor. O processo de elaboração possibilitou ao professor desenvolver o conhecimento sobre o tema mineração, sobre a contextualização do tema soluções e também sobre as estratégias de ensino e abordagens que contribuirão para a melhoria da sua prática docente. A intervenção permitiu uma avaliação crítica da prática docente do professor pesquisador que poderá provocar melhorias.

6. REFERÊNCIAS

BARACHO, M. das G.; MOURA, D. H.; PEREIRA, U. Á.; SILVA, A, F, da. **Algumas reflexões e proposições acerca do Ensino Médio Integrado à Educação Profissional Técnica de Nível Médio**. In: Ensino Médio integrado à educação profissional: integrar para quê? Brasília: Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica, 2006. Disponível em: <portal.mec.gov.br/setec/arquivos/pdf2/boletim_salto07.pdf>. Acesso em: 05 de ago. de 2019.

CARDOSO, Silná Maria Batinga; LOPES, Francisco Luiz Gumes; NETA, Helena Roberto Bonaparte; MELO, Rosanne Pinto Albuquerque. Proposta metodológica para o ensino de soluções a partir dos medicamentos. **Revista Vivências em Educação Química: Reveq**, Aracaju, v. 2, n. 1, p. 22-32, jan/jun, 2016. Disponível em: <<http://repositorio.ifs.edu.br/biblioteca/bitstream/123456789/309/1/Proposta%20metodologica%20para%20o%20ensino%20de%20solucoes%20a%20partir%20dos%20medicamentos%20-%20ALBUQUERQUE%20Rosanne%20Pinto%20de.pdf>>. Acesso em: 15 de out. de 2019.

CELESTINO, M. S. RODRIGUES E SILVA, S. A. SANTOS, A. E. M. Sequência Didática Investigativa – Impactos da Mineração. 28p. Ouro Preto, 2019. Disponível em: <http://www.repositorio.ufop.br/bitstream/123456789/10888/7/PRODUTO_SequenciaDidaticaInvestigativa.pdf>. Acesso em: 15 de mar. de 2019.

CELESTINO, Marcelo Silva. Uma sequência didática investigativa sobre impactos da mineração: uma proposta com enfoque CTSA e da Teoria Ator-Rede. 2019. 84 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) – Instituto de Ciências Exatas e Biológicas, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2019. Disponível em: <<http://www.repositorio.ufop.br/handle/123456789/10888>>. Acesso em: 15 de mar. de 2019.

DE NEGRI, A. RODELLA, D. WERDER, P. GUIMARÃES, R. GIORDAN, M. Minicurso – Mina de ferro, quanto Vale? A lama de rejeitos da mineração de Mariana e os impactos de sua composição química. 41p. São Paulo, 2016. Disponível em: <http://www.lapeq.fe.usp.br/minicurso/pdf/mc_2016_ma_mariana.pdf>. Acesso em: 10 de mar. de 2019.

ECHEVERRÍA, Augustina Rosa. Como os estudantes concebem a formação de soluções. **Química Nova na Escola**, v. 3, n. 1, p. 15-18, 1996. Disponível em: <<http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc03/aluno.pdf>>. Acesso em: 15 de out. de 2019.

EI - HAMMOUT, N. D. Diários etnográficos “profanos” na formação e pesquisa educacional. **REVISTA EUROPEA DE ETNOGRAFIA DE LA EDUCACION**. v. 1, n.1, p. 9 – 20. 2002.

MONITOR FJP. Produto Interno Bruto de Minas Gerais 2010-2013, Centro de Estatística e Informações, Fundação João Pinheiro, novembro de 2015. Disponível em: <<http://www.fjp.mg.gov.br/index.php/docman/cei/pib/pib-municipais/593-informativo-pib-dos-municipios-2010-2013/file>>. Acesso em: 4 de ago. de 2019.

MORTIMER, E. F. MACHADO, A. H. **Química**. Vol. 3. 2.ed, São Paulo: editora Scipione, 2013.

NIEZER, Tânia Mara. Ensino de soluções químicas por meio da abordagem Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS). 2012. 139 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciência e Tecnologia) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, 2012. Disponível em: <http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/1237/1/PG_PPGET_M_Niezer%2c%20T%c3%a2nia%20Mara_2012.pdf>. Acesso em: 15 de out. de 2019.

NIEZER, Tânia Mara; SILVEIRA, R. M. C. F; SAUER, Elenise. Ensino de soluções químicas por meio do enfoque ciência-tecnologia-sociedade. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 15, n. 3, p. 428-449, 2016. Disponível em: <http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen15/REEC_15_3_7_ex921.pdf>. Acesso em: 15 de out. de 2019.

SANTOS, W. L. P.; MORTIMER, E. F. O Ensino de C-T-S (Ciência, Tecnologia e Sociedade) no Contexto da Educação Básica Brasileira. **Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciências**. Belo Horizonte, v. 2, n. 2, p. 1-23, 2000. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/epec/v2n2/1983-2117-epec-2-02-00110.pdf>>. Acesso em: 15 de out. de 2019.

SANTOS, W. L. P.; MORTIMER, E. F. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C-T-S (Ciência – Tecnologia – Sociedade) no contexto da educação brasileira. **Revista Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciência**, vol. 2, n. 2, dezembro, 2002.

ZABALA, A. **A prática educativa**: como ensinar. Porto Alegre: Artmed, 1998.